This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

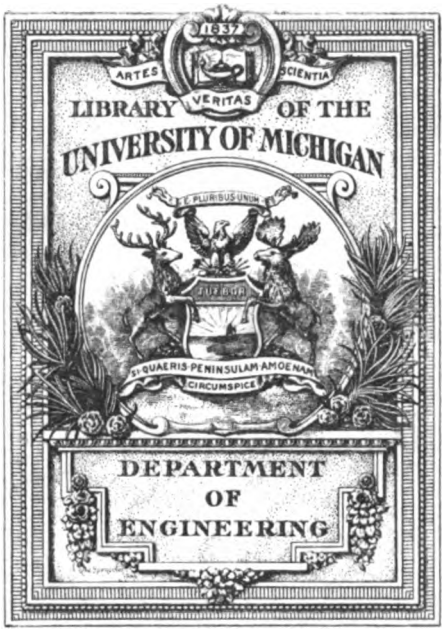
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

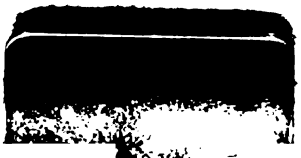
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

C 378862

Digitized by Google





Digitized by Google

TK
3
.E415

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift

des

Elektrotechnischen Vereines in Wien

und

Organ des Zweigvereines Brünn.

XXXII. JAHRGANG.

WIEN, 1914.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines, VI. Theobaldgasse 12.

Digitized by Google

Seite

Verzeichnis der Originalarbeiten und Beiträge III

Briefe an die Redaktion und Erwiderungen IV

Bücherbesprechungen IV

Patentberichte V

Vereinsnachrichten V

Sachverzeichnis VI

Namenverzeichnis X

Digitized by Google

INHALTSVERZEICHNIS.

Verzeichnis der Originalarbeiten und Beiträge.

(Nach Namen der Autoren geordnet.)

Arbeiter, Dipl. Ing. Rob. Tarifbildung beim Verkaufe elektrischer Energie. 487, 507.

Ball, John D. Der Hysteresisverlust als eine Funktion der magnetischen Dichte und der maximalen Permeabilität. 765.
Blau, Prof. E. Verlustlose Regelung der Umlaufzahl großer Drehstromantriebsmotoren in Berg- und Hüttenwerksanlagen. 593.
Bloch, Dr. Ing. L. Straßenbeleuchtung mit Halbwattlampen. 781, 801.
Boye, Ing. Rud. Die Verwendung von Dampfturbinen zur Gewinnung von Heiz- und Niederdruckdampf. 95, 118.

Czeija, Prof. Dr. Ing. K. Amerikas gegenwärtige Stellungnahme in der Frage Gleich- und Wechselstrom für die Zugförderung. 301, 324.
Czepek, Dr. Rud. Berechnung des Magnetisierungsstromes bei Wechselstrom. 649.
— Der gegenwärtige Stand der Elektrifizierung von Bahnen in Bayern. 354.

Dimmer, Dr. G. Die Relativitätstheorie. 76.
Dreyfus, Dr. Ing. L. Zusätzliche Kommutierungsverluste bei Gleichstrommaschinen. 281, 307.

Faure, Dipl. Ing. K. Über das Verhalten von Sicherungen bei Wechselstrom. 629.
Fischer-Hinnen J., Prof. Über die Vorausberechnung der Eisenverluste bei Transformatoren und Maschinen. 10, 30, 154, 280.
Fuchs Karl. Zur Berechnung elektrischer Leitungsnetze. 350.
Fuchs, Ober-Ing. W. Die hydroelektrische Anlage der Portlandzementfabrik in Brassó. 71.

Glaser Rud. Zum Elektrizitätswegerecht. 612.
Goldbacher, Ing. Ed. Elektrische Fernmeldeeinrichtungen in Heiz und Lüftungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Anlage in der Kaiser Jubiläumskrankenanstalt Wien-Lainz. 769, 786, 804.
Greinacher, Privatdoz. Dr. H. Das Vibrationselektrometer und dessen Verwendung bei Wechselstrommessungen. 415.
— Ein Gleichrichter zur Erzeugung konstanter Gleichspannung. 485.
Gumlich E. Zur magnetischen Untersuchung von Eisenblechen. 321, 338, 626, 627.

Hallo, Prof. Dr. Ing. H. S. Selbst-, gegenseitige und Streuinduktion. 1, 238, 240.
Hartmann, Ing. A. Der Entwurf des Gesetzes betreffend das Wegerecht und andere Bestimmungen für elektrische Anlagen in der kritischen Beleuchtung der Stromindustrie. 574.
Hermanns, Ing. Hubert. Über neuere Hüttenmaschinen mit elektrischem Betrieb. 653.
Herzog Jos. Die „Netzelimination" in mathematischer, elektrischer und zeichnerischer Behandlung. 250.
Hoeffleur A. Doppelrotormotor, System Oerlikon, mit Kurzschlußanker und 18 Geschwindigkeitsstufen zwischen 1000 und 3500 Touren, zum Antrieb eines Kompressors. 457.
Honigmann E. Die elektrotechnische Industrie im Jahre 1913. 501, 526, 558.
— Wirtschaftliche Rundschau. 857.
Hoock Th. Offene und halbgeschlossene Nuten in Drehstrommotoren. 133.

Jasse E. Über Elektromagnete II. 241, 268.

Kafka, Marine-Ing. H. Analytische Beziehungen für den mehrphasigen Asynchronmotor (allgemeiner Wechselstromtransformator). 65.
— Die Konstruktion der genauen Betriebskreise für den mehrphasigen Asynchronmotor aus dem gewöhnlichen Heylanddiagramm. 589, 615.
Karger, Ing. Kl. Stehende Kapselmaschinen mit Preßölschmierung. 554.
Klein, Ing. Dr. Leop. Formeln für die Größe von Gleichstromankern. 709.
Kozisek J. Berechnung der Amperewindungen und der Eisenverluste trapezförmiger Zähne. 717.
Krasny, Prof. Dr. A. Der Entwurf eines Elektrizitätsgesetzes für Mähren. 286.
Kruh, Dr. O. Der Quecksilberbogen-Gleichrichter. 845, 860, 874.

Liska, Dr. Ing. J. Über den Einfluß der Motorcharakteristik auf den Traktionswirkungsgrad elektrischer Gleichstrombahnen. 549, 579.
Loss Karl. Einzel- oder Gruppenantrieb. 829.
Ludewig, Dr. Paul. Der Einfluß meteorologischer Faktoren auf die drahtlose Telegraphie. 181, 209.
— Einige Praktikumsaufgaben über die Bestimmung des magnetischen Kraftflusses und des Koeffizienten der gegenseitigen Induktion. 741, 757.
Ludin, Dr. Ing. Ad. Nachtstrom als billige Betriebskraft für Wasserversorgungen. 689.

Mandl, Ing. A. Die experimentelle Bestimmung der wirklichen Induktion im Wendepolluftspalt an der Maschine im normalen Belastungszustand. 389, 648.
Metzler Karl. Die Dimensionierung von glockenförmigen Lasthebemagneten mit Rücksicht auf Erwärmung und geringste Materialkosten. 157.
Moser, Dr. techn. R. Das vereinfachte Kreisdiagramm des Repulsionsmotors. 669.
Müller, Prof. Ing. V. Die Lanzsche Heißdampf-Lokomobile und ihre Bedeutung als Kraftanlage für Lokomobil-Elektrische Zentralen. 400.

Neumann, Dipl. Ing. R. Graphische Untersuchung der Brückenschaltung Ohmscher Widerstände. 45.
Niethammer F. Elektrische Bahnen in den Vereinigten Staaten. 56.
— Elektrische Schnellbahn Wien—Brünn. 448.
— und Siegel E. Das Stromübersetzungsverhältnis im allgemeinen Transformator. 226.
Nowotny, Oberbaurat Rob. Untersuchungen über die Imprägnierung hölzerner Leitungsmaste durch Tränkung. 677, 692.

Ossanna. Karl Pichelmayer. 201.

Palme A. Wirkungsgrade von Transformatoren bei Teilbelastungen. 141, 412, 668.
— Elektrophotographie. 598.
Petritsch, Ing. E. F. Telephonie auf große Entfernungen. 393, 420.
Pfiffner E. Die Schirmwirkung des geerdeten Schutzdrahtes. 261.
Pichelmayer K. Zur Theorie des „allgemeinen Transformators. 203.
— Die Rolle des Ankerfeldes bei der Kommutierung. 206.
Pick, Ing. Ed. Die Elektrizitätswerke in Kriegszeiten. 848.
Poschenrieder, Ober-Ing. P. Die elektrische Straßenbahn in Konstantinopel. 247.

Reithoffer, Dr. M. Prof. A. v. Waltenhofen. 225.
Richter Karl. Zur analytischen und graphischen Bestimmung von Strom- und Teilspannungsörtern bei Reihenschaltungen. 89, 112.
Richter, Prof. Rud. Ankerwicklungen mit zwei Kommutatoren. 419.
Rieger, Bergdirektor S. Das Enteignungsrecht für elektrische Leitungen in neuer Gestalt. 576.
Rosenbaum L. Statistik der Elektrizitätswerke und elektrischen Bahnen in Österreich, Bosnien und Herzegowina. 187.
— 37. Hauptversammlung der National Electric Light Association. 695.
Rosenberg E. George Westinghouse. 289.
Rüdenberg Reinh. Entstehung und Verlauf elektrischer Sprungwellen. 729.
Ruppel, Prof. Dipl. Ing. S. Vereinfachung des Gebäudeblitzschutzes. 521.

Sahulka, Dr. Joh. Momentane Lichtstärke von Wechselstrom-Bogenlampen. 7.
— Ein Verfahren der stereoskopischen Kinematographie. 37.
Schenfer, Dipl. Ing. K. Experimentelle Untersuchung der Kommutierung bei dem Einphasenkollektormotor mit Wendepolen der Siemens-Schuckert-Werke. 25.

283433

Digitized by Google

Schreiber, Dr. H. Aus dem Wirtschaftsleben der elektrischen Industrie. 49.
— Die Ablösung von Elektrizitätswerken. 633.
— Textliche Anomalien des Elektrizitätsgesetzentwurfes. 753.
Schübbe H. Die magnetische Prüfung von Stahlguß und Gußeisen mit Einrichtungen für den praktischen Gebrauch. 163.
— H. Die magnetische Prüfung von Blechen mit Einrichtungen für den praktischen Gebrauch. 461, 709.
Schuhmann W. O. Beiträge zur Frage der Wellenformen und Deformationen bei Ausgleichsvorgängen längs gestreckter Leiter. 345, 370.
Schwaiger A. Über die Prüfung der elektrischen Eigenschaften von Isoliermaterialien. 481.
Schwarz, Ing. E. Zur Berechnung von elektromagnetischen Lüftungsbremsen. 177, 446.
Seefehlner, Dr. Ing. E. E. Die elektrische Bahn Wien—Preßburg. 813, 839.
Simon A. Über elektrische Überlandverteilnetze. 442.
Srnka, Dr. Oskar. Über Gegenstrom- und Nutzbremsung von Drehstrom-Serienkollektormotoren mit Zwischentransformator und doppeltem Bürstensatz. 365.
Sumec J. Das Stromübersetzungsverhältnis im allgemeinen Transformator. 413.
Suwald, Land.-Ober-Ing. Karl. Die Elektrifizierung Mährens. 569.
Spyri, Ing. E. Anregungen zur Verbesserung der Lage unserer Elektrizitätsindustrie. 885.
Thurn H. Die funkentelegraphischen Einrichtungen an Bord des „Imperator". 251.
Vidmar, Dr. techn. M. Streuungserscheinungen bei Transformatoren. 705, 718, 733.
Weltzl K. Richtlinien für den Bau großer Wasserkraftgeneratoren. 437, 464.
Winkler, Dr. A. Tourenregelung des asynchronen Drehstrommotors mit Schlupfwiderstand im Antrieb von Grubenventilatoren. 609.
Winkler, W. v. Über Dr. H. Schreibers Buch „Die Elektrizität in Recht und Wirtschaft". 109.
— Steuerfreie Betriebe im Elektrizitätswerk. 797, 821, 851.
— Drehstrombetrieb mit elektrischen Akkumulatoren im städtischen Elektrizitätswerk Klagenfurt. 869, 888.

Briefe an die Redaktion und Erwiderungen.

Bomborn Bernh. Die Steuerungen der Dampfmaschinen. — Erwiderung von Prof. Körner. 520.
Eichel E. Die Wahl des Stromsystems für elektrische Bahnen. — Erwiderung von O. C. Roedder. 542.
Emde Fritz. Zur Definition der Streuinduktivitäten. — Erwiderung von H. S. Hallo. 238, 240.
Gumlich E. Die Anwendbarkeit der Ziclerschen Formel auf die Bestimmung des Hysteresisverlustes von Eisenblechen. 626. — Erwiderung von Prof. Zickler. 627.
Gundel R. Wirkungsgrade bei Transformatoren bei Teilbelastung. — Erwiderung von A. Palme. 412.
Katzsch, Dr. Ing. Karl. Wirkungsgrad von Transformatoren bei Teilbelastung. — Erwiderung von A. Palme. 668.
Klinkhamer H. A. W. Über den Phasenkompensator, Bauart Brown, Boveri & Cie., A.-G. 132.
Lonkhuyzen J. F. v. Zur magnetischen Untersuchung von Eisenblechen. — Erwiderung von F. Goltze. 280.
— Die magnetische Prüfung von Blechen mit Einrichtung für den praktischen Gebrauch. — Erwiderung von H. Schübbe. 704.
Menges C. L. R. E. Die neutrale Kommutierungszone. 647. — Erwiderung von Latour. 648.
— Die experimentelle Bestimmung der wirklichen Induktion im Wendepolluftspalt an der Maschine im normalen Belastungszustand. 648. — Erwiderung von A. Mandl. 648.
Meyer G. W. Betrifft Stromtarife. — Erwiderung von Ing. Winkler. 749.
Müller A. Über die Vorausberechnung der Eisenverluste bei Transformatoren und Maschinen. 154, 280. — Erwiderung von J. Fischer-Hinnen. 154, 280.
Resig Friedr. Die Frage der vagabundierenden Ströme. 64. — Erwiderung von Ing. Rautenkrantz. 64.
Roedder O. C. Die Wahl des Stromsystems für elektrische Bahnen. 480.
Rogowski W. Zur Streuinduktion. — Erwiderung von H. S. Hallo. 239, 240.
Sumeč J., Prof. Das Übersetzungsverhältnis des allgemeinen Transformators mit beliebig verteilten Wicklungen. 43. — Erwiderung von Prof. Niethammer und Dr. Siegl. 44.
Wallot, Dr. J. Der Verlauf elektrischer Wellen auf Leitungen mit räumlich veränderlicher Charakteristik. 607.
Winkler, W. v. Betrifft Stromtarife. 608.
Zickler K. Zur magnetischen Untersuchung von Eisenblechen. 338.
— Der Hysteresisverlust als eine Funktion der magnetischen Dichte und der magnetischen Permeabilität. 779.

Bücherbesprechungen.

Andrée W. Ludwig. Die Statik des Kranbaues. Von Dr. A. Basch. 643.
Barr R. und Archibald R. D. The Design of Alternating Current Machinery. Von Dr. Niethammer. 21.
Bethmann, Ing. H. Die Pumpen. Von L. Russmann. 700.
Birrenbach, Dr. Ing. H. Die Stromversorgung der Großindustrie. Von Prof. Dr. Niethammer. 257.
Brand J. Technische Untersuchungsmethoden zur Betriebskontrolle, insbesondere zur Kontrolle des Dampfbetriebes. Von Ing. R. Pozděna. 751.
Braun Ernst v. Braunthal, siehe Wogrinz Dr. A. 317.
Breitfeld Dr. C. Berechnung von Wechselstromfernleitungen. Von J. Herzog. 150.
Brückmann H. W. L. Elektrizitätszähler für Gleich-, Wechsel- und Drehstrom, deren Theorie, Beschreibung und Eichung. Von J. Herzog. 793.
Buff Dr. Karl Th. Die Verwendbarkeit der Drehstromkommutatormotoren. Von Prof. Dr. Niethammer. 235.
Diesel Rudolf. Die Entstehung des Dieselmotors. Von Ing. L. Russmann. 475.
Dübbel H. Die Steuerungen der Dampfmaschinen. Von Prof. K. Körner. 128, 520.
Dyhr Dr. Ing. E. Die Einphasenmotoren nach den deutschen Patentschriften. Von Dr. Ing. R. Moser. 740.
Güldner Hugo. Das Entwerfen und Berechnen der Verbrennungskraftmaschinen und Kraftgasanlagen. Von L. Russmann. 692.
Hencky Dr. Ing. H. Der Spannungszustand in rechteckigen Platten. Von Dr. Ing. A. Basch. 826.
Herberg, Dr. Ing. H. Handbuch der Feuerungstechnik und des Dampfbetriebes. Von K. Rubricius. 809.
Jacobi S. Technische Chemie für Maschinenbauschulen. Von Dr. Vondraček. 362.
Jellinek, Ing. Stephan. Transmissionen. Von L. Bandiss. 150.
Ludin, Dr. Ing. A. Die Wasserkräfte, ihr Ausbau und ihre wirtschaftliche Ausnutzung. Von Prof. K. Körner. 699.
Matschoss Conrad. Die Maschinenfabrik R. Wolf, Magdeburg-Buckau 1862—1912. Von E. Honigmann. 643.
Mezger Christian. Die Chemie als mathematisches Problem. Von Dr. Vondraček. 565.
Miethe Dr. A. Die Technik im XX. Jahrhundert. Von Ing. R. Pozděna. 882.
Morelli, Ing. Ettore. Construzioni Elettromeccaniche. Von Prof. Dr. Niethammer. 277.
Pole, Dr. J. C. Die Quarzlampe. Von L. Rosenbaum. 565.
Röll, Dr. v. Enzyklopädie des Eisenbahnwesens. Von O. R. Dittes. 337.
Le Roy, C. Transport de force. Calculs techniques et économiques de transport et de distribution d'énergie électrique. Von J. Herzog. 219.
Schreber, Prof. Dr. K. Hervorragende Leistungen der Technik. Von Ing. R. F. Pozděna. 665.
Supino, Ing. G. Diesel-Motoren. Von L. Russmann. 665.
Vieth Ad. Wie lerne ich skizzieren. Von Prof. R. Edler. 692.
Van Dam, J. Les surtensions dans les distributions d'énergie électrique et les moyens d'en prévenir les inconvénients. Von Dr. C. Wessely. 475.
Wittenbauer F. Aufgaben aus der technischen Mechanik. Von Dr. Ing. A. Basch. 714.
Wogrinz, Dr. A. Das Wichtigste aus der Elektrotechnik. Von L. Rosenbaum. 317.
Jahrbuch der österreichischen Elektrizitätswerke und elektrotechnischen Industrie sowie der Straßenbahnen und elektrischen Kleinbahnen. 794.

Digitized by Google

Patentberichte.

Dampfkessel.
Kesselsysteme 21, 604
Dampfüberhitzer 22, 605
Kesselreiniger 23, 605
Dampfentwässerung u. Entölung 23, 605
Speisewasservorwärmer 23, 606

Dampfmaschinen.
Gleichstromdampfmaschinen 42, 606
Verbunddampfmaschinen .. 43
Einrichtungen zur Dampfentnahme 43, 606
Wärmespeicher 43, 607

Rotationskraftmaschinen 61, 323

Dampfturbinen.
Besondere bauliche Anordnungen 86, 644
Regelung 87, 644
Verschiedene Einrichtungen 88, 645

Kondensatoren.
Kondensatoren ... 107, 665

Gasmaschinen.
Arbeitsverfahren 129, 686
Zweitaktmaschinen 129, 687
Viertaktmaschinen 131, 700
Besondere bauliche Anordnungen 131, 701
Brennstoffeinspritzung (Dieselmaschinen) 151, 701
Anlasser 152, 714
Kühlung 152, 703
Zündung 153, 715

Gasturbinen 175, 716

Rotationspumpen.
Schleuderpumpen 196, 751, 763
Pumpen mit kreisendem Kolben..... 220, 764

Schleuderpumpen für Luft oder Gas.
Schleudergebläse, allgem. Anordnung 235, 727
Schaufeln und Schaufelräder 235, 727
Nebeneinander angeordnete Gebläse 236, 727
Regelungsvorrichtungen .. 236, 728
Schleudergebläse mit Hilfsflüssigkeit 237, 728

Wasserkraftmaschinen.
Explosionsturbinen 257
Konstruktionen 258, 666
Regelung 258, 666
Strahlturbinen 259, 667

Elektromaschinenbau.
Dynamogestell 277, 777
Kühlung 278, 778
Feldmagnete 278
Wicklungen 279
Bürsten und Bürstenträger 279, 778
Schleifringe 279
Wendepole 279, 794
Remanenzverhinderung 794
Kompensationswicklungen 298, 778
Funkenverhütungseinrichtung . 299
Gleichstrommaschinen ... 299, 794
Wechselstromgeneratoren . 300, 810
Magnetinduktoren..... 317
Rotierende Umformer 317
Ruhende Umformer 318
Transformatoren 318, 812
Potentialregler 318
Synchronmotoren 319
Asynchronmotoren 319, 827
Wechselstrom-Kommutatormotoren 320, 827, 843
Mehrphasen-Kommutatormotoren 320, 843

Schalter.
Elektromagnetschalter .. 337, 882
Ölschalter 363, 884
Quecksilberschalter 363, 884
Zeitschalter 364, 883
Hitzdrahtschalter 364, 883
Funkenlöschung 364, 884

Sicherungen.
Schmelzsicherungen..... 386, 895
Überspannungssicherungen 386, 896
Blitzschutzsicherungen..... 386
Selbsttätige Überwachungsvorrichtungen 388, 895

Elektrische Leitungen, Kabel 408, 855, 868

Isolatoren, Isolierungen 408, 856, 868

Elektrische Regulierung
Elektrische Widerstände 409
Regelung in Gleichstromanlagen 410
Spannungsregler 411, 430
Regelungseinrichtung für Batterien 430
Elektrische Fahrzeugbeleuchtung..... 430
Regelung von Gleichstrommotoren 431
Regelungseinrichtungen in Wechselstromanlagen 432
Regulierung von Wechselstrommotoren 433

Quecksilberdampf-Gleichrichter..... 453

Elektrische Beleuchtung 453
Bogenlampen: Konstruktionen 453
Elektroden ... 455
Glühlampen: Konstruktionen 455, 475
Metallglühkörper, Glühfäden 477

Elektrische Aufzüge, Hebezeuge 478

Elektrische Heizung. 479

Elektrische Bahnen.
Einrichtungen an der Fahrleitung..... 496
Stromabnehmer..... 497
Elektrische Lokomotiven 497
Regulierungseinrichtungen 498
Elektrische Kraftfahrzeuge.... 498

Elektrische Apparate.
Kondensatoren 499
Spulen..... 499
Elektromagnete 499
Elektromagnetische Relais 499
Röntgenapparate 499
Selbsttätige Unterbrecher 517

Elektrische Meßinstrumente.
Motorzähler 517
Tarifzähler..... 518
Meßgeräte..... 518

Telephonie.
Telephonapparate und Schaltungen..... 518
Telephonzentralen..... 518
Gesprächszähler 519

Drahtlose Telegraphie.
Einrichtung zur Erzeugung elektrischer Wellen..... 566
Sendereinrichtungen 566
Empfängerschaltungen..... 567
Verschiedene Einrichtungen... 567

Eisenbahnsignal- und Sicherungseinrichtungen.
Blockapparate und Zentralstellwerke 568
Zugdeckung 568
Stellvorrichtungen für Weichen und Signale 568

Galvanische Elemente und Akkumulatoren.
Galvanische Elemente 568
Akkumulatoren 586

Elektrochemie.
Salpetersäuredarstellung 586
Cyanverbindungen und Kalkstickstoff 587
Kochsalzelektrolyse 587
Elektroden und Diaphragmen. 587

Elektrometallurgie . 587

Vereinsnachrichten.

Chronik des Vereines.

S. 155. 7. Jänner. Vortrag von Ing. F. Wellner „Über elektrische Puffermaschinen". — 9. Jänner. Ausschußsitzung. — 10. und 13. Jänner. Komiteesitzung. — 21. Jänner. Vortrag von Dr. W. Conrad „Bau und Betrieb von Seilschwebebahnen für den Personenbetrieb". — 27. Jänner. Komiteesitzung. — 4. Februar. Vereinsversammlung. Trauerfeier nach Prof. Pichelmayer.

S. 340. XXXI. Generalversammlung am 18. März. Protokoll der Generalversammlung.

S. 434. 4. Februar. Vortrag von Dipl. Ing. R. Arbeiter über: „Tarifbildung beim Verkauf elektrischer Energie". — 13. Februar. Komiteesitzung. Ausschußsitzung. — 18. Februar. Trauerkundgebung für Hofrat v. Waltenhofen. Vortrag von Ing. K. Weltzl über: „Richtlinien für den Bau großer Wasserkraftgeneratoren".

S. 435. 20. Februar. Unfallkomitee. — 4. März. Vortrag von Direktor V. Engelhardt über: „Ziele und Grenzen der Elektrometallurgie des Eisens".

S. 456. 6. März, Regulativkomitee. — 9. März. Ausschußsitzung. — 11. März. Komiteesitzung. — 27. März. Ausschußsitzung. — 1. April. Vortrag von Direktor Sauer „Die städtischen Elektrizitätswerke der Gemeinde Wien. I. Teil. — 6. und 7. April. Komiteesitzung. — 8. April. Vortrag von Direktor Sauer, II. Teil. — 21. April. Vortrag von Direktor Sauer, III. Teil.

S. 542. Elektrizitätsgesetzentwurf.

S. 780. Kriegsfürsorgeaktion. — Errichtung eines Spitals an der Wiener Technik.

S. 796, 812, 828, 844. Aufruf zur Kriegsfürsorgeaktion und Liste der Spender.

S. 844, 856, 868, 896 Kriegsanleihe, Liste der Zeichnungen.

S. 896. 22. April. Ausschußsitzung. — 4. u. 18. Mai. Theaterkomitee. — 9., 18., 24. Juni, 2, 7. u. 14. Juli, Elektrizitätsgesetz-Komitee. — 25. Juni, Finanz- und Wirtschaftskomitee. — 7. Juli, 24. September, 18. Dezember, Ausschußsitzung. — 26. September-30. Oktober, Kriegsfürsorgekomitee.

Ankündigungen von Vereinsversammlungen und Vorträgen.

a) des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

S. 24. Vortrag von Ing. Wellner am 7. Jänner.

S. 44, 64. Vortrag v. Ing. W. Conrad am 21. Jänner.

S. 88, 108. Vortrag von Dipl. Ing. R. Arbeiter am 4. März.

S. 132, 156. Vortrag von Ober-Ingenieur K. Weltzl am 18. Februar.

S. 176, 200. Vortrag von Direktor V. Engelhardt am 4. März. XXXII. ordentliche Generalversammlung am 18. März.

S. 199, 220, 240. Einladung zur Generalversammlung am 18. März und Gebahrungsausweis.

S. 200, 220, 240. Vortrag von Prof. S. Ruppel am 18. März.

S. 260, 280, 300, 320, 344. Vortrag von Direktor H. Sauer am 1., 8. und 21. April.

b) der Fachgruppe für Elektrotechnik des Österr. Ingenieur- u. Architekten-Vereines.

S. 176, 200. Vortrag von K. A. Fieber „Dieselmotoren für Überland- und Blockzentralen" am 9. März.

c) des Österr. Verbandes des Vereines deutscher Ingenieure.

S. 176. Vortrag von Dr. F. O. Hertz über „Die österreichische Verwaltungsreform" am 24. Februar.

d) des Wasserwirtschafts-Verbandes der österreichischen Industrie.

S. 176. Vortrag von Oberbaurat E. Engelmann „Das Mississippikraftwerk Keokuk" am 23. Februar.

Liste neuer Mitglieder.

S. 24, 64, 200, 260, 320, 480, 648.

Elektrotechnischer Verein Brünn.

Ankündigung von Vorträgen.

S. 24, 44, 108, 156, 176, 200. Vorträge von Ing. St. Riedel am 13., 27. Jänner und 3. März 1914.

S. 108. Vortrag von Direktor J. Fürstenau am 10. Februar.

S. 156. Vortrag von Ing. K. Suwald am 17. Februar.

S. 320, 344. Einladung zur 1. Generalversammlung am 26. April.

S. 812. Vorträge von Ing. St. Riedel am 10. November, 1. und 15. Dezember.

Chronik des Vereines.

S. 23, 11. November 1913. Bericht über Ausschußberatungen.

S. 24, 11. und 25. November 1913. Vortrag von Prof. Ing. R. Dub „Über Aufzüge". — 12. Oktober. Exkursion nach Rossitz. — 28. Oktober und 18. November 1913. Vortrag von Direktor Weiner über die „Rossitzer Elektrizitätswerke".

S. 896. Kriegsfürsorge.

Digitized by Google

Sachverzeichnis.

A

Abdampfanlage des Oskar-Schacht ... 725
—druckregler ... 82
—speicher, Rateau-Morison ... 806
Ablösung d. El.-Werke ... 633
Abschalten großer Energien ... 893
Absolute Maße ... 226
Absorptionsmaschinen ... 102
Abwärmeverwertung ... 879
Adhäsionsbahnen, el. ... 379
A. E. F. Mitteilungen 189, 516, 540
Äthertheorie ... 80
Akkumulatoren f. Drehstromzentralen ... 869, 888
— im Theater ... 871
—batterien, Regulierung der ... 144
—-Verschiebelokomotive ... 563
Aktinodielektrische Wirkung ... 713
Albaniens wasserwirt. Wert ... 316
Aldradraht ... 18
Allgemeiner Wechselstromtransformator ... 65, 203
Aluminiumspulen ... 18
—ventilzellen ... 430
Amperestundenzähler ... 841
—windungen trapezförmiger Zähne ... 717
Angström-Einheiten ... 494
Anhalten v. Eisenbahnzügen a. Distanz ... 84
Anisotrope Flüssigkeiten, Elektrizitätsleitung in ... 842
Ankerfeld, Einfluß a. d. Kommutierung ... 206
—wicklungen m. zwei Kommutatoren ... 419
Anlagekosten v. Elektrizitätswerken ... 254, 565
Anlasser f. Gleich- u. Wechselstrom ... 357
Anodenschutz ... 862
Antennen für Freiballons ... 777
—, Messungen an ... 738
—, Strahlungsbestimmung der 641
—, Strahlungseffekt der ... 275
—, wagrechte ... 685
Antriebe f. Werkzeugmaschinen 404
Anzapfturbinen ... 119
Apparat f. starke Magnetfelder 405
Ascheförderanlagen ... 535
Astasierung f. Magnetometer ... 726
Asynchronmotoren, analytische Beziehungen ... 65
Atmosphärische Einflüsse i. d. Funkentelegraphie ... 209
Audion-Empfänger ... 41, 422
Ausbreitung d. Elektrizität i. Kabeln ... 40
— el. Wellen ... 643, 729
Ausfuhrverbot d. el. Energie ... 111
Ausgleichsvorgänge i. gestreckten Leitern ... 345, 370
Auslaufkurven b. Generatoren. 465
Ausnahmsbestimmungen, patentrechtliche ... 750
Ausschuß f. Einheiten u. Formelgrößen ... 189, 516, 540
Außendruck zylindrischer Rohre, kritischer ... 639
Außenhandel, österr. ... 502, 527
Ausstellung d. V. Ö. u. Ü. E. in Krakau ... 276
— Bern ... 539
— Frankfurt ... 604
Automobile m. el. Einrichtungen 126

B

Bagger, el., in Goldwäschereien 791
Bahnsysteme, el., i Amerika ... 146
Betriebsanlagen in Petroleumgebieten ... 622
—einrichtungen b. Übertragungsleitungen ... 105
—kraft, Wahl zweckmäßiger ... 699
—kreiskonstruktion f. d. mehrphasigen Asynchronmotor 589, 615
—maschinen i. El.-Werken ... 711
Big-Creek-Anlage ... 231, 866
Bildertelegraphie ... 495
Bleipreise ... 559
Blitzableiter ... 226, 449, 521
—schutz ... 521
—schutzapparate f. Bahnen u. Fahrzeuge ... 696
—schutzdraht ... 256
—schutzvorrichtungen, Widerstände für ... 16
—seile ... 144, 261
Blockeinstoßmaschinen, elektr. 660
Bobschlittenbahn, el. ... 83
Bodenbearbeitung, el. ... 406
Bogenlampe b. erhöhtem Druck 776
—lampen, Lichtstärke der ... 7
—lampen m. Reinkohlen ... 215
—spektrum ... 41
Boostermaschinen, synchrone ... 807
Braunsche Röhre ... 217
Bremsen ... 177
—lüftmotor ... 181
—ung, el., v. Anhängewagen ... 126
—vorrichtungen b. Generatoren ... 465
Brown-Boveri-System der Zugsbeleuchtung ... 385
Brückenschaltung ohmscher Widerstände ... 45
Büschelentladung ... 482
Büschelkreis ... 482
Baudotapparat, Erfolge m. d. 749
Befristung v. Wasserkräften, Aufhebung der ... 362
Beheizung v. Straßenbahnwagen ... 515
Belastungsfaktor, Erhöhung des 695
—kurven i. El.-Werken ... 490
Beleuchtung, diffuse ... 196
—, Fortschritte ... 695
—, günstigste Verteilung ... 273
—, hygienische Wirkung ... 537
Beleuchtungsquellen, Wirtschaftlichkeit ... 83, 171
—technische Gesellschaft, deutsche ... 382, 664, 751
—techn. Kommission, internationale ... 407
—technische Kommission, österr. ... 382, 837
Benzol- u. Benzinmaschinen, Versuche an ... 311
—elektrischer Zug ... 17
—elektrische Drehkranlokomotiven ... 360
Becquereleffekt, Theorie des ... 854
Bergwerksmotoren, Regelung d. 593
Berührungselektrizität zwischen Gasen u. Flüssigkeiten ... 601
Beteiligungs-Gesellschaften ... 52
Betriebe, steuerfreie ... 797, 821

C

Chemische Verbindungen im magnetischen Felde ... 19, 174

D

Dämpfung i. Fernsprechleitungen ... 396
Dampf, natürlicher, für Kraftwerke ... 789
— unreiner ... 333
—kessel i. El.-Werken ... 103, 493
— — m. Oberflächenverbrennung ... 427
—reibung a. Turbinenschaufeln 402
—reserveanlagen b. Wasserkraftwerken ... 15, 57
—strahl-Kältemaschinen ... 683
—turbinen, 35 000 *kW* ... 535
— —, Dampfverbrauch v. ... 122
— —, Grenzgröße der ... 143
— —, Gewinnung von Heizdampf von ... 95, 118
— —, Kontrolle d. Dampfverbrauches ... 469
— —bau, Entwicklung d. ... 254
— —betriebe, Erfahrungen ... 169
—wasserableiter ... 82
Debye-Effekt ... 275, 749
Definitionen der I. E. C. ... 330
Dekrementsbestimmungen ... 217
Dia-Lampen ... 273
Dichte, Definition für ... 189
Dielektrikum b. d. unipolaren Induktion ... 173
Dielektrische Festigkeit ... 106
— — d. Luft, Einfluß der Frequenz ... 663
— Nachwirkungen ... 19, 381
Dielektrizitätskonstante, Einfluß d. Temperatur ... 664
— Messung der ... 416
Dieselmaschinen ... 272, 790
— in El.-Werken ... 711, 838
—, Betriebsversuche mit ... 513
Diffusion d. Beleuchtung ... 196
Dimensionsänderungshypothese 79
Donaukraftausnutzung ... 562
Doppelleitungen f. d. Telephonie 776
—rotor-Motor, Oerlikon ... 457
—tarif ... 838
— — zähler ohne Zeitkontrolle 16
Drahtbruch, Schutzvorrichtung gegen ... 663
—lose Tel., siehe Funkentel...
—seilbahn, el. ... 83
Drehkran f. Greiferbetrieb ... 313
—lokomotive, benzol-elektrische 360
Drehmagnete ... 242, 270
—schaufelregulierungen ... 170
Drehstrombetrieb m. Akkumulatoren ... 869, 888
— -Gleichstrom-Bahnsystem ... 56
— -Gleichstromkaskade ... 594
—kabelnetze ... 312
—kollektorkaskade ... 594
—kollektormotoren f. Fördermaschinen ... 359
— —m. Nebenschlußregulierung 192
—motoren, regelbare ... 594
— -Reihenschlußkollektormotoren ... 840
—repulsionsmotor ... 170, 711
—transformator, Schaltung b. Kraftübertragungen ... 494
—zähler, Schaltungsfehler ... 125
Drosselspulen, Induktanz eisenloser ... 379
— — i. Kraftwerken ... 255, 428
— — i. Leitungen ... 346
Druckgefälle im Glimmstrom ... 642
—minderventile ... 82
Durchschlagsfestigkeit ... 481
—spannung ... 483

E

Eichvorschriften f. Zähler ... 837
Eiffelturm, Messung d. ausstrahlenden Feldes ... 697
Einankerumformer, Einfluß d. Spannungskurvenform ... 640
— oder Synchronmotorgenerator ... 879
Einfadenelektrometer ... 429
— f. d. Funkentelegraphie ... 790
Einheitsbezeichnungen ... 540
—- u. Formelzeichen d. I. E. C. 512
Einlösung d. El.-Werke ... 633
Einphasenkollektormotor von Richter ... 26
— -Mehrphasen-Bahnsystem ... 56
Einweisungsgesetz ... 636
Einzel- oder Gruppenantrieb? 829
Einzelwagenbeleuchtung ... 384
Eisenbeton, Einfluß elektrischer Ströme ... 233
—betonmaste, System Kakujay 761
—blechprüfung ... 321, 461
—erzeugung, el., in Hardanger 380
—industriestätten, Erhaltung alter ... 297
—prüfungen ... 163
—verluste in trapezförmigen Zähnen ... 717
—verluste, Trennung der, in Transformatoren ... 640
—verluste, Vorausberechnung ... 10
Elektrifizierung d. Eisenbahnen 296, 842
— — in Bayern ... 354
— — in Belgien ... 379
— — Chicago-Milwaukee ... 274
— der Gothardbahn ... 314
— Hollands ... 865
— — London-Northwestern ... 172
— — in Mähren ... 569
— — Stockholm—Saltsjöboden 404
— d. Vorortestrecken der Pennsylvania Railway in Philadelphia ... 584
Elektrisch-akustische Signale ... 361
Elektrische Anlagen d. Oberschl. Steinkohlengruben ... 38
— Bahnen, Beeinflussung von Schwachstromleitungen 360, 866
— —, Systemfrage bei Hauptbahnen ... 842
— — Arad—Hegyalja ... 761
— — Butte—Anaconda ... 471
— —, Hohenfurter Lokalbahn. 290
— —in Italien, Hochspannungsgleichstrom ... 360
— — Kiruna—Riksgraensen ... 14
— —, Mendelbahn ... 495
— — New York—Westchester u. N. J.—Boston ... 314
— — in Österreich ... 187, 558
— — in Philadelphia ... 584
— — Portland—Eastern ... 314
— — in Rußland ... 314
— —, Überetscherbahn ... 495
— — Usni—Toge ... 379
— — i. d. Ver. Staaten 56, 146, 172
— — Wien—Brünn ... 448
— — Wien—Preßburg ... 813, 830
— Betriebe i. Petroleumgebieten 622
— Einrichtungen an Schlachtschiffen ... 880
— Lokomotiven, Regulierein-richtungen ... 360
— Öfen ... 195
Elektrisierung, siehe Elektrifizierung.
Elektrizität auf Schiffen ... 604, 880
— im Kleingewerbe ... 276
— in Recht u. Wirtschaft ... 109
— u. Gas, Gegensätze ... 727
Elektrizitätsgesetzentwurf 110, 574, 612, 837
— Anomalien im ... 753
— der Installateur im ... 867
— für Mähren ... 286
Elektrizitätsgesetzgebung ... 637
—industrie, Gewerbeinspektion in der ... 744
— — Verbesserung d. Lage der ... 885
—-Industriellen, Verein österreichischer ... 586
—leitung in Metallen ... 406
— — im Vakuum ... 195
—monopol ... 109, 637
—übergang b. sehr kleinen Abständen ... 826
—versorgung v. großen Städten 124
—verwertung ... 642
— — in Amerika ... 623
—wegegesetz ... 110
—wegerecht ... 612
Elektrizitätswerke, Betriebsmaschinen der ... 711
—, Ergebnisse in England, 20, 191, 661
—, — in Deutschland ... 106
—, — in Österreich ... 187
—, — in Rußland ... 143, 314
—, — i. d. Ver. St. v. A. 214, 402
—, Zusammenschluß der ... 747
— in Kriegszeiten ... 848
— d. Comp. Produits Chimiques d'Alais ... 57
— St. Amand ... 400
— Big-Creek ... 231
— Calypso ... 57
— St. John ... 57
— Klagenfurt ... 869
— St. Pölten ... 745
— Pontamafrey ... 57
— Reichenberg ... 744
— am Saimasee i. Finnland ... 82
— Stockholm ... 404
— am Porjusfall ... 14
— d. United El. Light u. Power Co. New York ... 311

Digitized by Google

Elektrobanken 49
—dynamik 82
— — bewegter Körper..... 77
—dynamischer Frequenzmesser 232
—graphik d. Maschenströme, Knotenspannungen 250
—industrie in Deutschland.... 452
— — in Österreich 526, 858
— — in England..... 777
—kultur 148 640
Elektrolyse geschmolz ener Salzgemische 538
—lytische Metallniederschläge, Haftintensität d. 405
—lytzähler 663
Elektromagnete 241, 268
—magnetische Lüftungsbremse 177
— — Schwingungen 233
—meter für schwache Ströme. 403
— — f. Spannungsmessungen 144
Elektromobile 126, 695
—, Besteuerung der..... 474
—, Stromabsatz für..... 894
Elektronenablenker 59
—atmosphären der Metalle ... 826
—emission, thermische, 539, 739, 793
—, Theorie 77
—, Zusammenstöße mit Hg-Molekülen 698
Elektroofen v. Rennerfelt..... 315
—osmotische Reinigung 194
—photographie 598
—stahl 406, 604, 641
—stahlguß 195, 623
Elektrotechnische Industrie 501, 558
Elemente, Beeinflussung der EMK durch d. magn. Feld... 380
— — — durch ultraviolettes Licht 496
Empfangseinrichtung f. schwache Wellen..... 405
Energieeinheit der Wärme ... 190
—versorgung Deutschlands 149, 406
— — d. Ostprovinzen 254
Enteignungsrecht, Gesetzentwurf..... 576
Entladeströme induktiv gek. Stromkreise, Aufnahme der 493
Entladeverzug 732
Entladung, Ionisation i. d. ungeschichteten 496
Entladungsform, Charakteristik 483
Entropiediagramme v. Dampfturbinen 98
Epsteinapparat 652
Erdfeld 265
Erdströme 216
Erdübergangswiderstände, Messung der 640
Erdung d. Schutzdrahtes..... 264
— v. Sekundärleitungen..... 695
Erdungsbügel 224
Erfahrungen d. Gewerbe-Inspektoren i. d. Elektrizitätsindustrie 744
Erregbarkeit v. feuergefährlichen Flüssigkeiten 41
Erregerreaktanz 3
Ersatzstromkreise 71
Erwärmung el. Maschinen, 170, 403
— d. Verschalung v. Generatoren 470
Erzherzog Franz Ferdinand †. Heft 27.
Erzscheider, magnetischer 58
— verladebrücken 726
Excello-Bogenlampen 273
Explosionen in Kesselanlagen . 620
Export, österr. 534

F

Fachausdrücke der I. E. C..... 330
Fadenelektrometer 415
Fahrdrähte, Material für 470
Fahrdrahtspannung der N. Y.— New Havenbahn..... 495
Fahrtdiagramme v. Gleichstrombahnmotoren 579
Fangbügel 224
Feddersensche Methode..... 19
Feldkurven d. Wechselstrommotors..... 27
—magnetkonstruktionen b. Generatoren 441
—verzerrung i. Gleichstrommaschinen 15
Fernbremsung m. el. Wellen.. 686
—hygrometer..... 804
—leitungsstelle, neue, i. München 471
—manometeranlagen 786
—meldeeinrichtungen, 769, 786, 804
—sprechautomaten..... 216
—sprechstatistik 1912..... 394
—sprechverstärker 421
—telephonie 393, 421
—thermometeranlagen 770
— -Warmwasserheizung 879
—wirkung 77
Ferranti-Faktor 854
Ferrariszähler 449
Ferromagnetische Metalle 406
Feuerung, Syst. Gartner..... 807
Filmaufnahmen, künstl., Beleuchtung für 622
Finanzierungsunternehmungen 49
Fitzgerald-Lorentzsche Hypothese 79
Flammenlose Oberflächenverbrennung 427
Flammenspektren, Erzeugung d. 762
Flußeisengestänge 224
Fördermaschinen mit Drehstromkollektormotoren..... 359
Förderung, elektrische 514
Formeln f. Gleichstromanker.. 709
Formelzeichen d. A. E. F., 190, 541
— d. I. E. C. 512
Freileitungen, grundsätzliche Bestimmungen für 222
— Strombelastung von..... 536
Freileitungsnormalien..... 221, 837
Frequenzmesser, elektrodynamischer 232
— transformator, statischer.... 584
—umformer 104
—verdoppler, statischer 662
Funkdrossel 837
Funken, abgeschnittene..... 809
—entladungen, zur Erzeugung ultravioletter Strahlen..... 664
—frequenz u. Telephonempfindlichkeit 808
—potential b. höherem Gasdruck..... 895
—spektrum 41
—stationen d. brit. Postverwaltung..... 194
—strecken, Einfluß d. Materials 83
— — ionisierte 60
— — als Überspannungsschutz 853
—telephonie 194
— —, System Marzi 564
—telegraphenstationen, Messungen an 738
Funkentelegraphie..... 194, 209
— v. Eiffelturm 697
—, Empfängerschaltung für .. 538
—, gerichtete 842
— m. geschlossenen Strombahnen 761
—, günstigste Wellenlänge für. 825
— am „Imperator" 251
—, lange Wellen für..... 19
— m. Lichtbogen u. Funkenstrecke 173
—, meteoroligische Beeinflussung der 181, 209
— bei Sonnenfinsternis..... 277
—, Störungsverhinderung in der 842
—, Messung des Stromes 880
Funkenverzögerung 732

G

Galilei-Transformation 78
Galvanische Elemente 472
— Ketten 226
— Niederschläge..... 600
Galvanometer, ball., Eichung d. 742
—plastik 663
Garbekessel 293
Garbeplatte, Widerstandsfähigkeit der 293
Gartner-Feuerung 807
Gas- und Elektrizitätsverbrauch i. Manchester..... 336
—beleuchtung, Schäden der... 537
—elemente 60
—ionen, Wiedervereinigung von 452
—kraftzentralen 293
—maschinen i. El.-Werken.... 711
Gasolinmaschinen, Betrieb mit Kerosen 334
—turbine, wirtsch. Aussichten 747, 823
Gatunschleusen 725
Gebäudeblitzableiter 449
Gebäudeblitzschutz 521
Gebührentarif 491, 509
— f. Wohnungen 234
Gegendruckturbine 97
— -EMK-Zellen 144
—sätze zw. El. u. Gas 727
—schaltung i. Transformator.. 229
—strombremsung b. Drehstromserienkollektormotoren..... 365
Geißler-Röhren, Okkludierung i. 42
Gemischtwirtschaftliche Unternehmungen 51
Generatoren der Almissaer Anlage 441
—, Vergleichende Tabelle..... 467
Generatorgasanlage in South Staffordshire 231
Geschwindigkeitsregler für Wasserturbinen 852
Gesetzgebung, Einfluß auf die Industrie..... 560
Gewerbeinspektion i. d. Elektrizitätsindustrie 744
Gewicht, Definition für..... 189
Gewichtsdichte 190
—räumigkeit 190
Gießkrane..... 657
Gleichrichter 146, 215, 305, 485, 845, 860, 874, 880
Gleichspannungsformer 485
Gleichstromanker, Formeln für 709
—blockfelder 809
—dampfmaschine 356, 661, 696
—glimmbogen, Aktivierung v. Stickstoff u. Sauerstoff im 515
—hochspannungsbahnen, Fahrleitung für 378
—unterbrechung, Löschung des Lichtbogens 39
—zugförderung 193
Gleitfunkenentladungen..... 482
Glimmentladung 482, 826
— bei Atmosphärendruck..... 85
—, Einfluß auf den Voltaeffekt 218
— des Wasserstoffs 174
Glimmkreis 482
Glimmstrom, Druckgefälle im 642
Glühkatode 602
Glühlampen aus Spiraldraht.. 761
—, Vergleich verschiedener .. 384
—beleuchtung, 35. Jahrestag 855
Gothenburger System 727
Grammmagneton 406
Grenzgeschwindigkeit in der Relativitätstheorie 80
—größen von Dampfturbinen 143
—spannung d. Büschelentladung 482
— — d. Glimmentladung 482
Grubenbetriebe, Kreiselpumpen 143
—lampen 145
—ventilatoren 609
Grundsätzliche Bestimmungen f. Freileitungen 222
Gruppenantrieb 829

H

Hängeisolatoren 256
Härte- u. Widerstand von Fe C-Legierungen 699
Häuslersche Legierungen 642, 697
Halbwattlampen, Anwendungsgebiet der 359
—, Messungen an 584
—, Lebensdauer 803
—, Osram 17
— für Straßenbeleuchtung 781, 801
Hall-Effekt in Quecksilber..... 257
Hammer, elektromagnetischer 599
Harmonische Oberwellen in Netzen 599
—, Vermeidung der 621
—, Bestimmung mittels Resonanzverfahrens 739
Hauswasserversorgungsanlagen mit elektrischem Antrieb .. 661
Hauteffekt, magnetischer 127
Heißdampflokomobile, Lanzsche 400
Heizdampfgewinnung v. Dampfturbinen 95
Heizen mit Elektrizität 745
— auf Schiffen 600, 749
— von Eisenbahnwagen . 826, 842
Helium-Verflüssigung 101
Hertzsche Wellen, stehende . 867
Heylanddiagramm..... 589, 615
Hilfszündung für tönende Löschfunkensender 232
Hitzdraht-Amperemeter f. Hochfrequenzströme 335
—relais 838
Hochfrequenzerzeuger 217
—generatoren 725, 738
—ströme, Meßinstrumente für 429
—widerstand von Volldrahtspulen 712
Hochspannungsanlagen, Verteilung in 791
—, Big Creek 866
—Gleichstrombahnen in Italien 360
—isolatoren 256
—kabelleitungen 695
—kraftübertragung 494
—leitungen 171, 256
— = Spannunserhöhung in ... 853
Hörnerblitzableiter 274
Hohenfurter Lokalbahn 290
Holzgestänge 223
Holtzmaschine 877
Hulett-Entlader 429
Hüttenmaschinen, el. betriebene 653
—rauch, Bekämpfung mittels elektrischen Stromes 585
—werksmotoren, Regelung der 593
Hyperbelanker bei Elektromag. 269
Hysteresismessung 255
—schleifen, Aufnahme von.... 429
—verluste, Bestimmung der... 765
— — in Übertragungsmasten. 105

I

I. E. C. Fachausdrücke..... 330
— Liste der Symbole..... 512
— Normalien für den Kupferwiderstand 377
Ilgnerantriebe 359
Imprägnierung von Holzmasten 677, 692
Induktanz eisenloser Drosselspulen 379
—, Messung der 599
Induktion, gegenseitige, Bestimmung der 741, 757
— im Joch, Messung der..... 711
Induktionserder..... 267
—Koeffizient 2
—motor bei veränd. Spannung und Periodenzahl 824
—ofen für Stahlerzeugung.... 472
—regler 37
Induktionsröhrenverkettungszahl 3
Industrie, elektrot. ...49, 526, 558
—förderung 111
Ingenieur-Kongreß, Internat., San Francisco 1915 .....85, 882
Interferenz d. Röntgenstrahlen 218
Internat. Elektrotechn. Kommission (I. E. C.) 330, 377, 512
Invariante Bewegungsgleich. .. 78
Ionisierung der Atmosphäre... 19
— im Lichtbogen 496
— durch Eigenstrahlung der Gefäßwand 826
— durch positive Ionen 195
Ionometer 685
Isolationsmesser für Wechselstrom 493, 563
—widerstand, Untersuchungen über den 84
— — von Telegraphenleitungen 295
Isolatorendurchschläge 256
— für 55 000 *V* 824
Isolierung v. Aluminiumdrähten, elektrolytische 895
Isolierstoffe, künstliche, für elektrische Apparate 315
— Prüfung der 481

K

Kabel, Spannungsmessungen .. 726
—leitungen..... 695
—prüfung m. hochgesp. Gleichstrom..... 853
—telephonie 398

Digitized by Google

Kaiser-Jubiläumskrankenanstalt Wien-Lainz 769
Kaligewinnung, el. 809
Kältekongreß, III. i. Washington-Chicago 100
—lieferung v. El.-Werken 100
—maschine als Heizmaschine . 102
Kanalstrahlen, Sekundärstrahlen von 867
Kapazität, Messung der 416
Kapitalsanlagegesellschaft 53
Kapselmaschinen, stehende ... 554
Karbidöfen, Leistungsfaktor v. 84
Kaskadeninduktionsmotoren .. 334
— für Walzenstraßen 712
Kathodenglühlampe 404
—strahlen aus Kalziumoxyd .. 421
—stahl-Oszillograph 16
—strahlung, sekundäre 854
—zersetzung 699
Kerosenbetrieb bei Gasolinmaschinen 334
Kesselfeuerung, selbsttätige ... 639
—hausanlagen, moderne 711
—korrosionen 493
—speisepumpe m. Turboantrieb 448
—speisevorrichtungen, moderne 104
Ketten, galvanische 226
—isolatoren, Spannungsverteilung an 536
Kinematograph-Stereoskopie .. 37
Knotenkranz 351
—spannungen 250
Knüppeleinstoßmaschine, el.... 660
Kochen, el., auf Kriegsschiffen 600
Kohleverladebrücken 726
Kollektormotoren 840
Kommissionsarbeiten d. V. D. E. 603
Kommutatormotor, Berechnung 413
Kommutierung b. Einphasenkollektormotor 25
—, Mauduitsches Kriterium der 231
—, Rolle des Ankerfeldes 206
—, Verluste der, b. Gleichstrommaschinen 281, 307
Kondensationsanlagen 604
— f. Dampfturbinen 775
—, hochwertige 683
Kondensationsturbinen 96
Kondensatoren für Funkentelegraphie, regulierbare 274
— in Leitungen 345
— als Überspannungsschutz... 493
Kondensatormaschinen 172
—rohre, Korrosion der 58
Kongresse:
XVIII. Int. Straßen- u. Kleinbahnkongreß 1914 604
Int. Verband f. Materialprüfung 604
Kältekongreß in Washington.. 100
San Francisco 1915 85, 276, 317 362, 474, 882
— der weißen Kohle 664
Kontaktdetektoren, Prüfapparat für 232
—differenzen i. Vakuum..... 776
Kontroll-Gesellschaften 53
—methode d. Wattmeterverbindungen 357
Konzessionierung el. Gewerbe. 837
Koordinatentransformation.... 78
Koronaentladungen, Theorie .. 473
Korrosion v. Kondensatorrohren 58
Kraftanlagen m. Lokomobilbetrieb 15
—betriebe i. engl. Postämtern 125
—erzeugung in Deutschland, Zersplitterung der 469
—flußbestimmung..... 741, 757
—flußetalon 742
—gaserzeugung m. Nebenproduktgewinnung 775
—stellwerk 825
—übertragungsanlage mit 150.000 V..... 231
—übertragung auf Dieselmotorschiffen 494
—wasseraufspeicherung 272
—werke, Anlagekosten d..... 254
—werke f. Bahnen, staatliche oder private..... 473
—werk am Porjusfall..... 14
Krarupkabel 312
Kreiselpumpen 639
—pumpen f. Grubenbetriebe.. 143
— — Sulzersche, 4000 PS.... 272
Kreisdiagramm des Repulsionsmotors..... 669
Kreuzungsmasten 224
Kristalldetektoren..... 405
Kropfspulenwicklung 468
Kugelfunkenstrecke b. hohen Frequenzen 697
— zur Messung hoher Spannungen 726
Kupferpreise 559
Kurzschluß i. Transformator.. 3
—spannung i. Transformator.. 230

L

Labyrinthdichtungen 823
Ladeströme i. Leitungen, Messung der 448
Langmuirsche Theorie 793
Lasthebemagnete, Isolierung d. 157
Legierungen, Häuslersche, im magn. Feld 642
Leistungsfaktor in El.-Werken. 61
— von Karbidöfen 84
—, Verbesserung des..... 105
Leistungsmessung durch Pendelmaschinen 171
Leitfähigkeit anisotroper Flüssigkeiten 842
— ionisierter Gase 234
— der Luft 565
— des Kupfers 564
Leitungen, Festigkeitsberechnung 222
—, Kreuzungen mit Straßen . 224
—, Regeln f. d. Errichtung... 171
Leitungsgestänge..... 223
Leitungsnetze, Berechnung.... 359
Leuchtfeuer 382
Lichtbogengenerator m. Wechselstrombetrieb 585
—bogenschweißung 471
—elektrischer Effekt 234
—el. Zellen f. Funkentelegr.... 825
—elektrizität der Metalle, Einfluß d. Gase 234, 275
— — in verdünnten Gasen... 226
—emission d. Metalldämpfe .. 826
—filter 383
—meßkommission 407
—messungen an Moore-Lampen 193
—quellen, Bewertung der..... 383
— — farbige, graph. Darstellung 145
— — Wirkungsgrad mod..... 359
—reklame 359
—stärke, momentane, von Wechselstrombogenlampen . 7
—stärke-Hysteresis..... 8
—tarife f. Kleinwohnungen... 474
Liebenröhre, Untersuchungen . 866
Lieferungsgesellschaften..... 53
Löschfunkensender, Hilfszünder f. tönende 232
—system f. drahtl. Telephonie 194
—wirkung in gekupp. Schwingungskreisen 146
Löschkondensatoren 315
Lokomobilen, Lanzsche 400
Lokomotiven, el. 56
— f. Adhäsions- u. Zahnradbahnen 379
— Triebwerksbeanspruchung b. 537
Lorentz-Transformationen..... 79
Luftpumpen 293, 807
Lüftungsbremsen 177, 446
—anordnungen b. Generatoren 439
Luftzug b. Dampfanlagen 14

M

Mähren, Elektrifizierung von.. 569
Magnete, Weissche 405
Magnetische Prüfung v. Stahlguß und Gußeisen 163
Magnetisierbarkeit v. Mangan und Chrom 684
Magnetisierung, Sichtbarmachung schwacher 586
Magnetisierungskurven. Bestimmung d. 164
—trom b. Wechselstrom 649
Magnetismus d. ferromagn. Metalle 406
Magnetit, Permeabilität von.. 621
Magnetitlampen 359
Magnetkrane 654
Magnetochem. Untersuchungen 60
Magnetometer, Astasierung für 726
Magneton 406
Marmorlicht 313
Maschenströme 250
Maschinenbetrieb d. Oberschl. Steinkohlengruben 38
—fabrikation in Amerika 684
—industrie 1913 858
Masse, absolute 226
Massenänderung 81
—dichte 190
—räumigkeit 190
Masselschlagwerk, elektrisches. 654
Mastentfernungen 224
Masttransformatoren 852
Maßeinheiten des A. E. F..... 541
Mauduitsches Kriterium f. gute Kommutierung 231
Mazdalampen..... 359
—automaten 838
Mehrlichtbegrenzer 334
Mehrphaseninduktionsmotor für Bahnzwecke 306
—KollektorReihenschlußmasch. 58
— — — mit Doppelbürsten .. 696
Mendelbahn 495
Messingkartel 858
Meßinstrumente f. Hochfrequenzströme 429
Meßtransformatoren 125
— f. geringe Stromstärken... 448
—, Prüfung von 39
Messungen von brennbaren Gasen i. d. Luft..... 314
— hoher Spannungen, mit Kugelfunkenstrecke 726
— an Funkenstationen 738
Metallabscheidung in Ventilzellen 808
—drahtlampen, hochkerzige .. 781
—niederschläge, galvanische .. 600
— —, Haftintensität der 405
Michelsonscher Versuch..... 78
Minenprüfvorrichtung 275
Mischeranlage 656
Mississippi-Kraftwerk..... 562
Möhnetalsperre 357
Mondgasanlage i. South Staffordshire 231
Moore-Lampen 193, 359, 838
Motorische Betriebe i. d. V. St. 191
Münzzähler..... 824
Muldenchargiervorrichtung ... 657

N

Nachtstrom f. Wasserversorgungen 689
Nachwirkungsvorgänge, dielektrische 19, 381
Nadelfunkenstrecke 726
National E. L. A., 37. Jahresversammlung 695
Natürliche Dämpfe f. Kraftgew. 789
Nebenschlußmotor f. Bahnzwecke 58
Nekrologe:
Erzherzog Franz Ferdinand, Heft 27
L. Baudiss 764
V. Karmin 412
F. König 844
A. Mechwart 148
C. Pichelmayer 108, 201
A. v. Waltenhofen..... 156, 225
G. Westinghouse 289
Neon i. d. Beleuchtungstechnik 101
—licht 359
Netze f. Überlandverteilung... 442
Netzelimination 250
—stufen 351
—transformatoren, Betriebsergebnisse an 598
Neutralleiter, geerdete 599
Newton-Transformation..... 78
Niederdruckdampfgewinnung v. Dampfturbinen 95, 118
Niederschläge, elektrolytische . 600
Nietmaschinen, el. gesteuerte . 146
Nitralampen..... 273, 782, 801
Nivellierverfahren 351
Nomenklatur der I. E. C..... 330
Nordlicht, Einfluß auf d. Funkentelegraphie 184
Normalien f. Freileitungen. 222, 837
— in China 713
Normaltemperatur d. A. E. F. 516
— bei Drehstrommotoren 133
Nutenformen bei Gleichstromankern 710
Nutzbremsung von Kollektormotoren 365

O

Oberflächenverbrennung, flammenlose 427
Oberwellen, Vermeidung der.. 621
Öl für Transformatoren 381
—kraftmaschinen von Junkers 272
—schalter 838
— — Bemessung der 58
Okkludierung in Geißler-Röhren 42
Okklusion u. selektiver Photoeffekt 699
Oszillator von Vreeland..... 894
Oszillograph, kathodischer 16, 791
Oxydkathode 422
Ozon, Sterilisation von Wasser mit 404
Ozonbildung 60

P

Pacific Light & Power-Anlage 231
Paketbeförderung in Leipzig .. 17
Panamakanal, Anlagen am... 725
— Betriebseinrichtungen am.. 171
Parallelbetrieb von Generatoren 662
— von Transformatoren 312
—ohmmethode 880
Passivität von Metallen..... 106
— und Ventilwirkung 127
Patenteingriff, Zivilrechtliche Folgen 128
—rechtliche Ausnahmsbestimmungen 750
Pauschaltarif 491, 508, 838
Peltierwärme 601
Pendelmaschinen 171
Permeabilität von Eisen..... 621
Personalnachrichten: K. Czeija 132
P. Dittes 44
J. Fischer-Hinnen 132
L. Gebhard 648
J. Liska 456
G. W. Meyer..... 628
E. Rosenberg 388
Phasenkompensatoren 535
—spalter 56
—umformer 56
Photoeffekt 699
—metrie, objektive 383
—strom 383
Piatsche Nietmaschinen 146
Pintsch-Grob-System für Zugsbeleuchtung 385
Polarisation des Eisens im Beton 127 233
— konstanter Ketten 226
Polarlicht, Einfluß auf die Telegraphie 186
Polhülsen nach Blathy..... 442
Polsucher von Rosenberg 790
Polymorphe Umwandlung 233
Popularisierung der Elektrizität 642
Portaldrehkran 655
Potentialberechnung 336
—gefälle, magnetisches 19
Präzisionspendel, elektrisches.. 105
Praktikumsaufgaben 741, 757
Preßwassernietmaschinen 146
Profildraht 249
Prüfapparat f. Kontaktdetektoren 232
Prüfnormalien f. Isoliermaterial 106
Pupinisierung v. Freileitungen i. England 358
Pupinkabel 748
— englisch-irisches 335

Q

Quecksilberdampfgleichrichter 56 83, 146, 215, 271, 305, 845, 860 874
—dampflampen 359
— —, Lichtabsorption in 494
— — für Wechselstrom 514
—motorzähler 838
—schalter f. Funkentelephonie 563

Digitized by Google

R

Radiotelephonie 792
Radiumähnliche X-Strahlung.. 793
—emanation, Einfluß el. Entladungen auf 406
—strahlung, Messung der 685
Radnabenantrieb 126
Rauchindikator 622
Reaktanz in Leitungsnetzen... 215
— von Generatoren..... 536
Reaktionsturbinen, amer. 761
Rechtspflege..... 297, 407
Reflexion von Wanderwellen . 312
— von Wellen an Drähten .. 808
Regelsystem Brown, Boveri-Scherbius 658
Registriervorrichtungen i. El.-Werken 403
Reihen-Repulsionsmotor 305
Reinkohlen f. Bogenlampen... 215
Relais für Fernsprecher 18
—, Liebensches 423
— für undulierende Ströme .. 422
—zähler 470
Relativitätsprinzip d. Newtonschen Mechanik 77
—theorie..... 76
Repulsionsmotor f. Drehstrom. 170
—, Kreisdiagramm..... 669
— Oerlikon 15
Resonanz d. 3. Harmonischen . 513
— — b. Transformatoren 470
—strahlung 494
Ringentladung, elektrodenlose. 60
—methode b. Eisenprüfungen. 163
Röntgenröhren m. reiner Elektronenentladung 691
—spektroskop 763
—strahlen, Absorption und Wellenlänge 809
— —, Intensitätsverteilung .. 777
— —, Interferenz 218, 843
— —, Messung 685
— —, photographische Spektralphotometrie der 881
Roheisentransportwagen, el. betriebene..... 654
Rohrbruchventile 82
—meldeanlagen 788
Rollgangsantrieb, elektrischer. 659
Rosenberg-Maschine 385
Rotationsluftpumpen 293
Rotorkonstruktionen b. Generatoren 441
Rückstromdampfturbine Terry 125
Rückzündung bei Überspannungen 711
Rundschau, wirtschaftliche ... 857

S

Saitengalvanometer, Theorie d. 294
Saugstrahlturbinen 683
Schadensrecht 111
Schallgeschwindigkeit in Gasen, Einfluß versch. Strahlen... 473
—intensität d. tönenden Lichtbogens 127
Schaltung f. kl. Drehstromzentralen..... 514
Schaltvorgänge b. Maschinen u. Transformatoren 748
Scheinwerfer, System Beck ... 776
—widerstände von Doppelleitungen..... 459
Scherbius-Umformer 596
Schichtung i. d. pos. Glimmentladung 174
Schienenkontaktschließer mit Prüfstift 173
—verbindungen, Widerstand d. 378
Schiffsanlagen 880
—antrieb, elektrischer..... 274
—beleuchtungsmaschinen 556
—einrichtungen, elektrische ... 359
—kreisel 712
—steuerung 585
Schirmwirkung d. Schutzdrahtes 261
Schleifbügel 40
Schlepperantrieb, elektrischer.. 659
Schmelzen von Zinnerzen..... 361
Schnalstalwerke 466
Schnellbahn Wien—Brünn 448
— Wien—Preßburg 813, 830
Schrittverkürzung i. Drehstrommotoren 138
Schutzdrahtanordnungen 262
—drosselspulen 255, 428
—schaltung f. Schwachstromapparate 217
—vorrichtung gegen Drahtbruch 663
—wert von Blitzseilen 144
—widerstände 192
Schwachstromleitungen, Störung durch Wechselstrom .. 360, 866
Schweissen von Drähten 889
Schwerpunktverfahren 352
Schwingungen, elektromagnetische 233
— gedämpfte und ungedämpfte 808
— —, gekuppelter Systeme .. 19
— —, Erzeugung kontinuierlicher 495
— von Turbinenlaufrädern ... 582
Schwingungskreis, Vorgänge im 275
Sekundärstrahlung v. Kanalstrahlen..... 867
Selbstanlasser f. Gleich- und Wechselstrom 357
—anschlußsysteme 712
—erregung v. Kollektormasch. 58
Senderenergie, Messung der .. 18
Senkbremsung b. Hebezeugen 295
Serienentladungsrohre 274
Sicherheitsventile 82
—schaltung f. feuchte Räume 215
—vorschriften, Abänderung betreffend Freileitungen 221
—vorrichtungen i. Dampfbetriebe..... 82
Sicherungen, Verhalten der, bei Wechselstrom 629
Signaleinrichtungen in Bergwerksbetrieben 361
Sonnenfinsternis 1912 184
Spannungserhöhung i. unbelast. Hochspannungsleitungen .. 853
—gefälle der Luft 565
—messungen m. Elektrometern unter Druck 144
— — an Kabeln 726
— — an Oberleitungen 563
—übersetzungsverhältnis im Transformator 228
—verteilung an Kettenisolatoren 536
Speicherwasserkraftanlagen ... 15
Spiegelfelder 792
Spiralanker b. Elektromagneten 268
Spitzenbelastung, Verringerung der 695
—zähler 470
Sprungwellen, Entstehung und Verlauf 729
Spulenfluß 516
—, hitzebeständige..... 17
— mit einer Lage 452
Staatsbahn, Schwedische 14
Stahlformguß a. Elektrostahl 496
—gießwagen, elektrisch-hydraulischer 656
Starkstromindustrie Deutschlands 1913 452
—unfälle in Österreich 1913 .. 218
Statistik der El.-Werke in England 191
— in Österreich 187
— in Rußland 143
— in den V. St. N.-A. 402
— d. Vereinig. d. El.-Werke 293, 682
Statistik motorischer Betriebe i. d. V. S. N.-A. 191
— der Unfälle in Deutschland 1913..... 235
— — Österreich 1913 218
Statorwicklung, Versteifung der 468
—b. Generatoren 440
Steilrohrkessel 838, 839
Sterilisation v. Wasser d. Ozon 404
Steuerfreie Betriebe, 797, 821, 851
Stickstoff, aktiver 473
— in Wolframlampen 256
—verbindungen aus Torf 84
Stone-System 385
Stoßdämpffähigkeit versch. Materialien 663
—erregung 41, 217
— — el. Schwingungen 315
Strahlungseffekt d. Antenne... 275
—energie der Hefnerlampe ... 191
Straßburger-System 727
Straßenbahnbeleuchtung mit Wolframlampen..... 739
—wagen, Beheizung von 315
Straßenbahnen i. Konstantinopel 247
—in Wien 86
Straßenbeleuchtung mit Halbwattlampen 781, 891
Streckenförderung, elektrische. 336
Streufluß 517
—induktion 1
—koeffizienten..... 230
—reaktanzen 230
Streuung, doppelt verkettete.. 294
— in Drehstrommotoren 137
— im Transformator 2, 705, 718, 733
— verkettete 1
Stromabnehmer b. el. Bahnen. 40
—abnehmerrollen 40
—belastung b. Freileitungen.. 536
—erzeugung i. elektrochemischen Anlagen 168
—kosten, Berechnung der 275
—preisbestimmung i. El.-Werken 316
—rückgewinnung b. Bahnen... 193, 296
—tarife 61, 234, 642, 838
—übersetzungsverhältnis i. Transformator 226, 413
—versorgung v. Groß-London. 513
—verteilung i. Drehstromkabelnetzen 312
— — i. Überlandzentralen 235
—wandler, Untersuchung d.... 294
Stufenrelais f. Bildertelegraphie 495
—verfahren 351
Superposition der Ströme und Spannungen 250
Synchron-Motorgenerator oder Einankerumformer 879
—umformer für 60 Perioden... 378

T

Tarifapparate, neuere 470
—bildung für elektrische Energie 487
..... 507, 511
Tarife f. Kleinwohnungen 474
— in E.-Werken 695, 727
Tastensperren, elektr. 809
Technisches Museum 837
Teilspaltungsörter bei Reihenschaltungen 89, 112
Telephonempfindlichkeit in der Funkentelegraphie 808
—freileitungen in England, Pupinisierung der 358
Telephonie auf große Entfernungen 393, 420
—, drahtlose 194
—, —, System Marci 564
— in London 727
—, Literatur über 397
Telephonieren auf Telegraphenleitungen 378
Telephonkabel durch d. Goldene Horn 494
—leitungen, Kosten der 397
—luftkabel 791
—-Pupinkabel, Ausgleich im ... 748
— — London-Liverpool 841
—relais 18, 421
—unterseekabel 398
—verkehr mit Selbstanschlußsystemen..... 712
Telefunken am „Imperator"... 251
Telegraphenbetrieb, unterirdischer, in Deutschland..... 379
—sender, Wheatstonescher ... 59
Telegraphie, drahtlose 181, 209
— —, Fortschritte der 694
— und Telephonie, gleichzeitige 792
— — im Eisenbahnbetriebe .. 762
Telegraphon 41
Temperaturerhöhung in Apparaten 695
Thermionenströme 793
Thermoelektrische Bestimmung von Platinverunreinigungen 799
—elektrisches Verhalten der Metalle bei tiefen Temperaturen 389
—emission 699
—kräfte 275
Thomson-Kreis 452
—Wärme..... 601
Titanbogenlampen 359
Tönende Lichtbogen 127
Torfkraftwerke 254
Tourenregulierung von Drehstrommotoren 609
Trägheitsmasse 81
Tränkung von Holzmasten 677, 692
Traktion mit Elektrizität oder Dampf..... 450
Traktionswirkungsgrad von Gleichstrombahnen ... 549, 579
Transformatoren, Eisenverluste 10
— mit künstlicher Luftkühlung 562
—, Parallelbetrieb von 312
—, Prüfung von 775
—, Streuungserscheinungen ... 705, 718, 733
—öl 381
—, Übersetzungsverhältnis 2, 226, 413
— für Vierer-Telephonleitungen 792
Transformatorschaltungen, Vor- und Nachteile der 598
Transmissions-, oder elektrischer Antrieb 893
Trapez-Dreiecktransformator .. 2
Trauerkundgebung f. Erzh. Franz Ferdinand, Heft 27
Trennschalter für 110 000 V ... 840
Trennung der Verluste in elektr. Maschinen 493
Treuhandbanken 49
Triebwagen amerik. Eisenbahn. 172
Triebwerksbeanspruchung el. Lokomotiven 537, 854
Trockenelemente 173
Trustgesellschaften 49
Turbinen für sehr schwankende Gefälle 892
—diagramme 129
—schaltung für schwankende Gefälle 357
Turbo-Kesselspeisepumpe 448
—kompressoren d. A. E. G.... 125
—pumpen für Wasserwerke... 104

U

Überdruck-Bogenlampe 776
Überetscherbahn 495
Überhitzer 493
Überlagerung der Ströme, Spannungen 250
Überlandverteilnetze 442
Überlandzentralen in Deutschland 682
— in Holland 865
— in Siersza 838
— in Trautenau 745
— mit Staubfeuerung 582
—, Stromverteilung in 295
Übernahmsgesellschaften 53
Überschreitungszähler 470
Überspannungen, Rückzündung bei 711
Überspannungsschutz 266, 273, 312, 428, 493, 684, 897, 853
— mit Funkdrosseln 837
— bei Stromwandlern..... 449
Übersetzungsverhältnis i. Transformator 2, 226
Überstromventile 82
Überschlagsweite, zulässige.... 145
Umformer f. hochfrequenten Wechselstrom 233
—kaskade..... 594
Underfeed-Stocker-Feuerung .. 124
Unfälle in el. Betrieben... 695, 746
— in Deutschland 1913 235
— a. deutsch. Straßenbahnen. 42
— in England..... 777
— in engl. Bergwerken..... 174
— in Österreich 1913 218
Unipolare Induktion 173
Unitarische Kapazität..... 147
Unternehmungen, gemischtwirtschaftliche 51
Unterschubfeuerungen 124
Unterseekabel, Lebensdauer der 739
Unterstationen, Einrichtung v. 271
— in Kohlengruben..... 426
Unterwasserfeuerung, System Brünler 191
Unterwasser-Schallsignal von Fessenden 894

Digitized by Google

V

Vagabundierende Ströme 839
Vakuumheizung..... 879
—röhren, Wärmewirkungen in. 20
—röhrenlampen..... 838
V.D.E. 22. Jahresversamml. 337. 693
V.D.J. 25. Jahresversammlung 337
Vektordiagramm des Repulsionsmotors 670
—feld u. Vektorpotential..... 296
Ventilationsöffnungen im Feldmagneten 441
Ventile, elektrolytische 430
Ventilierung el. Maschinen.... 170
Ventilwirkung d. Aluminiums. 600
—zellen, Metallabscheidung in 808
Verbrennungskraftmasch. mit Naphthalin..... 427
Verein d. Gas- u. Wasserfachmänner, 33. Jahresvers.... 430
Vereinigung ö. u. u. E.-Werke 276
— XI. Jahresversammlung ... 837
Vericolampe 384
Verschiebelokomotive m. Akkumulatoren 563
Verschiebungsströme, Messung 448
Verstärkung el. Ströme ... 18. 423
Versuchsanstalt f. Wasserbau in Wien 336
Verzögerungserscheinungen i. d. Elektrolyse 126
Vibrationselektrometer 415
Vierer-Telephonleitungen..... 792
Voltaeffekt b. Glimmentladung 218
Vorderradantrieb 126
Vorentladungen 482

W

Wärmeabfuhr b. Generatoren. 468
—aufspeicherung..... 191
—diagramme b. Dampfturb. 96. 122
— oder Wasserkraftanlage ? 214, 402
—speicher, elektrischer 315
—strömung b. d. Gleichstromdampfmaschine 696
—tönung 233
—transport 191
—übertragung v. Dampf a. Kühlwasser 377
—wirkungen i. Vakuumröhren 20
Wagenhebekran für Bahnwerkstätten 825
Waggonbeleuchtung 128
Walzenstraßen, el. Antrieb v.. 599
Walzwehr, neuartiges 469
Wanderwellen 312. 729
—, Best. d. Frequenz u. d. Fortpflanzungsgeschw..... 881
Ward Leonard-Ilgner-Antriebe . 359
Wassererder 267
Wasserhaltungsanlagen 214
Wasserkraftanlagen 214
— Almissa 745
— Big-Creek 231, 866
— in Brassó 71
— Murgwerk b. Forbach..... 839
— der Ostseeprovinzen 145
— am Panamakanal..... 725
— a. d. Tallulahfällen 168, 806, 840
— am Tennesseeflusse..... 103
— f. d. Schwed. Staatsbahnen 14
Wasserkräfte i. d. Alpenländern u. d. Schweiz 29
—, Ausfuhr a. d. Schweiz ... 147
—, Befristung der 362
— d. Gürk 873
— Mährens 571
— Norwegens 620
Wasserkraftbetrieb in Eis und Schnee 838
—generatoren, Richtlinien f. d. Bau großer 437, 464
—, u. Dampfkraftanlage, kombinierte 382. 623
—werke mit Dampfreserven.. 57
—werke m. Speicheranlagen .. 15
Wasserrohrkessel 168
—speicherung 870
—stoffperoxydsynthese durch stille Entladungen 472
—stoß u. Überspannung..... 562
—strahlluftpumpen 807
—turbinen, vertikale 294
—turbinenanlagen mit sehr variablem Gefälle 892
—unmischbare Substanzen.... 600
—versorgungsanlagen..... 689
—wirtschaftlicher Wert Albaniens 316
Wattmeterverbindungen, Kontrollmethode der 357
Wechselgrößen gekoppelter Kreise 564
Wechselstrom-Bogenlampen ... 7
—entladung zwischen Metallelektroden 451
—messungen m. Gleichstromgalvanometer 105
—transformator, allgemeiner.. 615
—überlagerung i. d. Elektrolyse 515
Wegerechtsgesetz 574
Wehnelt-Elektrode..... 257
—-Unterbrecher 865
Weiße Kohle, Kongreß der... 664
Weissche Magnete 405
Wellen, elektrische, Messung d. Energie 18
— bei Sonnenfinsternis 277
—, Reflexion an Drähten..... 808
—ausbreitung 182, 643
— — i. d. drahtlos. Telegraphie 514
—deformationen i. gestreckten Leitern 345, 370
—detektor v. Majorana 59
—längenberechnung 147, 217
—verstärker 41
Welligkeit d. Stromes 83
Weltlinie 81
—punkt 81
—telephonie 393
Wendepole b. Einphasenkollektormotoren 25
—, Induktion im Luftspalt der 389
Werkzeugmaschinen m. el. Antrieb 494
Wheatstonesche Brücke 45
Widerstand b. tiefen Temperat. 824
— von reinem Gold 473
— und Härte der Fe C-Legierungen..... 699
Widerstandsänderung im magn. Felde 686
—loses Anlassen 193
—thermometer 770
Winddruckmesser 584
Windungsfluß 516
Wirbelstromkonstante 37
—tachograph f. Dampfturbinen 866
—verluste 33
— in Eisenblechen..... 12
— in Stahlblechen 538
— in Übertragungsmasten ... 105
Wirkungsgrade von Transformatoren 141
Wirtschaftliche Rundschau.... 857
Wirthsche Fernbremsung 686
Wirtschaftsleben d. el. Industrie 49
Witkowitzer Eisenwerk 745
Wolframkarbide 257
—kohlenstofflegierungen 257
—lampen f. Straßenbahnwagen 739
—stickstoffverbindungen 256
—vakuumofen 296
Worthington Rotationsluftpumpen..... 293
Wotanlampe 384
Wulfscher Strahler 127

Z

Zähler 470
—, Eichvorschriften für 837
—, selbstkassierende 881
—tarife 491
—typen, Wahl der..... 335
Zählwecker 564
Zahninduktion, graph. Ermittlung der 427
Zahnradbahnen, elektrische ... 379
Zeitsignale, radiotelegraphische 698
—signalempfänger, drahtloser . 256
Zentralkühlanlagen m. el. Betr. 101
Zentrifugalpumpen f. Kesselspeisung 104
Zink- u. Zinnpreise 559
Zündvorrichtungen 275
Zugsbeleuchtung, elektrische .. 384
— — i. England..... 40
—beleuchtungssysteme 273
Zugfernbremsung m. el. Wellen 686
—förderung m. Gleichstrom .. 193
—förderung m. Gleich- u. Wechselstrom in Amerika....301. 324
—förderung m. hochgesp. Gleichstrom..... 563
—magnete 242, 269
— — für Gleichstrom 451
—sicherungseinrichtungen 147
Zwischenhöreinrichtung 252
Zwischenverkehr mit Ungarn.. 531

Namenverzeichnis.

A

Agthe C. 509.
Alberti E. 294.
Alertz H. 42.
Alexanderson E. F. W. 56, 305.
Altenkirch E. 102.
Amsler P. 563.
Andrée W. Ludwig. 643.
Arbeiter A. 88, 108, 434.
Arbeiter R. 487, 507, 511.
Archibald R. D. 21.
Arkadiew W. 808.
Armstrong A. H. 146.
Arendt O. 379.
Arthur W. 495.
d'Aste M. 450.
Arnold E. 1, 25.
Auerbach Fr. 516.
Austin L. W. 19, 173, 232, 712, 842.

B

Baerwald H. 867.
Baldwin A. T. 215.
v. Bahr E. 185.
Ball J. D. 538, 765.
Barkhausen H. 514.
Barr R. 21.
Bartel 254.
Barth F. 14, 214, 402, 699, 893.
Basch A. 643, 714, 827.
Baudisch H 683.
Baudiss L. 150 764.
Bauer B. 192.
Baur 393.
Beck P. 511, 639.
Becker H. 83, 171, 173, 564, 792, 809.
Beckmann H. 894.
Behn-Eschenburg 536.
Behnken H. 825.
Bekier E. 406.
La Belle E. P. 312.
de Bellescize H. 641.
Bennet E. 448.
Béraud L. 104.
Berg F. 866.
Berger P. 356, 695.
Bergve E. 538.
Bernauer J. 430.
Beron 837.
Bethenod J. 738.
Bethmann H. 709.
Beutner R. 690.
Biermanns J. 273, 428, 893.
Binder 58.
Binswanger 852.
Birrenbach H. 257.
Blake R. F. 359, 894.
Blathy O. T. 442.
Blatterman A. S. 825.
Blau E. 143, 593.
Bloch L. 196, 781, 801.
de Blois L. A. 449.
Blondel A. 494.
Bode 382.
Böttinger 686.
Bomborn B. 520.
Bonazzi O. 642.
Book W. J. 217.
Booker H. 426.
Booth A. C. 749.
Borchers R. 429.
Borghaus 313.
Bouthillon 725.
Boye R. 95, 118.
Brackett O. A. 696.
Bragg W. 763.
Brand H. 685.
Brand J. 751.
Brauen W. 381.
Braun E. v. Braunthal. 317.
Braun F. 697, 761.
Brauns O. 360.
Brecht G. 314.
Breisig F. 397.
Breitfeld C. 150.
Brion G. 761.
Brock F. 791.
Brodsky J. 854.
Brooks H. B. 39.
Broughton H. 16.
Brückmann H. W. L. 793.
Brünler O. 191.
Bruman O. F. 448.
Bruner L. 496.
Buchleitner A. 561.
Büchli J. 854.
Büggeln H. 699.
Buff K. Th. 235.
Buisson J. 823.
Bujes J. 193.
Burgess G. K. 790.
Burstin W. 39. 359.
Büttner M. 385

C

Campbell W. Lee. 712.
Carlier J. 379
Carlsen J. 101.
Cegielskij K. 174
Cercelius L. P. 378.
de Chazournes X. N. 357.
Child C. D. 496.
Chittenden J. P. 143.
Chopin M. 16.
Chubb L. W. 895.
Clarck E. B. 623.
Clark J. C. 697.
Claude G. 101.
Christiani W. 603.
Clapp M. H. 762.
Clayton A. E. 536, 775.
Clinker R. C. 599.
Coehn A. 601.
Conrad W. 44, 64, 155.
Coolidge W. D. 691.
Courtoy F. 747.
Crawford M. T. 824.
Czeija K. 132, 301, 324, 468.
Czepek R. 649.

D

van Dam J. 475.
Danielson E. 56, 306.
Darmois. 514.
Davis B. 473.
Darno C. 127.
Dary G. 84.
Dawes Ch. L. 726.
Debye P. 218.
Dellinger J. H., 335.
Demmler O. 880.
Deslandres M. 405.
Dessauer F. 793.
Dettmar G. 516, 693.
Diesel R. 475.
Diesselhorst H. 19, 604.
Dimmer G. 77, 82.
Ditcham W. T. 194.
Dittes P. 44, 337.
Doane S. E. 642.
Dobbelstein 275, 427.
Doggelt L. A. 379.
Döhne F. 333.
Dolivo-Dobrowolsky M. 244.
Dorsey H. G. 148.
Mc Dowell 749.
Dreisbach 295.
Dreyfus L. 281, 307, 662.
Dropier P. 60.
Dub R. 24.
Dubbel H. 128.
Duddel W. 274.
Dufour A. 791.
Durtnall 274.
Duschnitz B. 17.
Dushman S. 793.
Dyhr E. 58, 740.

E

Eardley-Wilmott G. H. 535.
Ebeling A. 397.
Eccles 212, 429.
Eden T. S. 599.
Edler R. 602.
Egger E. 55.
Eichel E. 542.
Eichhorn G. 232.
Einstein A. 80.
Eisenmenger H. 275.
Elöd E. 515.
Emde F. 238.

Digitized by Google

Emmet W. L. R. 271, 274.
Engel H. W. 313.
Engelhardt V. 176, 200, 435.
Engelmann E. 176, 562.
Engelmeyer P. K. 89.
Epstein J. 83.
Everling E. 565.
Evershed S. 84.

F

Farmer F. M. 106.
Faßbender H. 127, 697, 881.
Faure K. 629.
Faury R. 57.
Faye-Hansen 428.
Fedden S. E. 711.
Feddersen 19.
Fehrle K. 173.
Fennel W. 474.
Fenninger W. N. 257.
Ferguson T. 58, 273.
Ferraris 306.
Fieber K. A. 176, 200.
Findeisen 524.
Fischer-Hinnen 10, 132, 154, 281.
Fleming J. A. 19.
Ford H. C. 712.
de Forest, Lee 41, 59, 423.
Förster F. 604.
Förster R. 294, 336.
Forssblad N. 536.
Fortescu Ch. 598.
Frank J. 195, 698.
Frank K. G. 623.
Fredenhagen K. 234, 257, 539.
Freytag Fr. 661.
Friedrich W. 843, 881.
Fritze O. 513.
Fröhlich F. 807.
Fuchs K. 350.
Fuchs W. 71.
Fullerton H. L. 271.
Fürstenau J. 108.

G

Gáti B. 378.
Gebhard L. 648.
Gewecke H. 449.
Gibbs 584.
Gießen 584.
Gill 380.
Glaser R. 612.
Goldbacher E. 769, 786, 804.
Goldmann A. 854.
Goldschmidt R. 233, 643.
Goldstein F. 469.
Goltze 321.
de la Gorce P. 739.
Gorton W. S. 663.
Gottstein G. 601.
Grassi 13.
Greinacher H. 274, 404, 415, 485, 685.
Grempe P. M. 620.
Groot C. J. 738.
Grube G. 126.
Gruber K. 232, 824.
Gründel R. 412.
Güldner H. 602.
Guéry M. 231.
Güttinger 385.
Guggenheim S. 604.
Gumlich E. 321, 626, 711, 726, 765.
Gunton H. C. 125.
Guye C. E. 144.
Gwosdz 231.
Gyáros W. 495.

H.

de Haas W. J. 60.
Härden J. 380.
Härry A. 148.
Häßler Ch. 315.
Hagood L. 105, 807.
Hallinger J. 82, 892.
Hallo H. S. 1, 240.
Hallwachs W. 275.
Hambuechen C. 173.
Hammond W. S. 826.
Hammond W. P. 840.
Harnak A. 762.
Hartmann A. 837.
Hatfield St. 663.
Hansen A. 623.
Hartmann A. 574.
Hawkens 359.
Hay A. 15.
Hayashi F. 895.
Heimrod G. W. 19.
Heinisch O. 215.
Herberg H. 809.
Hermanns H. 653.
Hertz F. O. 176.
Hertz G. 698.
Hertz H. 77.
Herzog J. 150, 219, 250, 794.
Hefter S. 143.
Hencky H. 826.
Hewitt 878.
Hewlett E. M. 171.
Heyck 171.
Heyland A. 170, 711.
Hibbard H. L. 585.
Hiecke R. 837.
Hilger W. J. 841.
Hill J. G. 358, 776.
Hillfeld 725.
Hiorth A. 472.
Hirschmann. 837.
Hodgson B. 20.
Hoefer K. 169, 377.
Hoeffleur A. 457.
Hoen W. M. 426.
Höpfner C. 421.
Hollis E. P. 215.
Holmgreen F. T. 378, 404.
Holub K. 698.
Holweck F. 563.
Honigmann E. 501, 526, 643, 857.
Hoock Th. 133.
Hornor H. A. 880.
Hughes H. G. 699.
Humbert E. 641.
Hunt L. J. 334.
Hunziker F. 83.
Hupka E. 127, 866.
Hutchinson C. F. 382.
Huth E. F. 257.

I

Isambert L. 403, 427.

J

Jackson J. W. 104.
Jackson S. W. 493.
Jacobi S. 362.
Jäger 191.
Jaffé G. 234.
Jakob 384.
Jasse E. 145, 241, 268.
Janicki L. 826.
Jauß S. 19.
Jellinek St. 150.
Jenkins W. A. 686.
Jonas J. 696.
Jones G. H. 695.
Jones W. M. 686.
Josse E. 377, 604, 683, 775.

K

Kafka H. 65, 589, 615.
Kallir L. 837.
Kaltenbach P. 60.
Kamerling-Onnes, 380, 824.
Kaneko K. 233.
Karger K. 554.
Karmin V. 412.
Kasten. 168.
Katzsch K. 668.
Kelway G. M. 470.
Kennelly A. E. 853.
Kenyon O. A. 471.
Kerr W. 402.
Kerschbaum F. P. 494.
Kiebitz 212.
Klages A. 880.
Klebert 382.
Klein L. 709.
v. Kleist F. 840.
Klingenberg G. 124, 316, 469, 699.
Klinghammer 58.
Klinkhamer H. A. W. 132.
Kliver. 361.
Koch P. 839, 881.
Koenig A. 515.
Koeniger W. 775.
Körner K. 128, 520, 700.
Kohlfürst L. 147.
Konrad W. 570.
Kozisek J. 717.
Korn A. 495.
de Kowalski J. 664.
Krarup 395.
Krasny A. 51, 286.
Krell O. 604.
Kruh O. 845, 860, 862, 874.
Kühn L. 792.
Kummer W. 854.
Küpper W. 473.
Küstner H. 234.
Kummer W. 537, 562.

L

Mc. Lain R. H. 726.
Langmuir J. 256, 793.
Latour M. 648, 738.
Laudien K. 470.
v. Laue M. 275.
Lawson K. W. 42.
Lebaupin M. 378.
Leblanc M. 514, 622.
Legouez M. 193.
Mc. Lellan 513.
Lenard 664.
Lenz W. 452.
Lepke W. 684.
Lichte H. 127.
Lichtenstein L. 853.
v. Lieben R. 18, 422.
Liebenthal A. 383.
Liebreich E. 586, 739.
Lignana G. 255.
Lilienfeld J. E. 195.
Lindemann R. 430, 866.
van Lingen J. H. 275.
Linke W. 640 748.
Liska J. 456, 549, 579.
List 570.
Lloyd E. W. 695.
Loch F. 293.
Lodge O. 275.
Löb W. 640.
Loebe W. W. 777.
Lof E. A. 806.
Lohmann 359.
Lombardi 84.
van Lonkhuyzen J. F. 280, 704.
Lopez R. 59.
Lorentz H. A. 77.
Loß K. 829.
Lubowski K. 127, 233.
Ludewig P. 41, 181, 209, 741, 757, 777.
Ludin A. 15, 572 ,623. 689, 699.
Lummer 776.
Lüschen F. 450.
Lux H. 584.
Lydall F. 360.
Lyman J. 255.
Lyon W. V. 312.

M

Maclaren O. F. 361.
Macomber A. 271.
Magg J. 747, 823.
Mahood D. M. 749.
Mainstone P. A. 20.
Mair L. 60.
Malam J. E. 686.
Malmborg J. 663.
Mandl A. 389, 648.
Mauger H. J. 600.
Marconi G. 211, 495.
Martens F. F. 217, 275, 564.
Matschoss C. 643.
Maxwell 77, 381.
Mayer F. 854.
Meuth 272.
Mechwart A. 148.
Meissner W. 564.
Menges C. L. 647, 648.
Merkel E. 451.
Merz 513.
Metzler K. 157.
Meyer E. 516.
Meyer F. W. 215, 628, 740.
Meyer M. A. 194.
Mezger Ch. 565.
Michelson 78.
Middleton W. J. 726.
Miethe A. 882.
Milch R. 761.
Minkowski H. 81.
von Mises R. 639.
von Moellendorf 40.
Moock F. W. 126.
Morelli E. 277.
Moser R. 669, 740, 824.
Moultrop 695.
Muirhead C. W. 727.
Müller A. 154, 280, 406.
Müller V. 400.
Münzinger Fr. 790.

N

Nagel R. 61.
Neesen F. 540.
Neubert P. 174.
Neumann B. 538.
Neumann R. 45.
Newbigging J. G. 336.
Newbury F. D. 168, 695.
Niethammer F. 2, 21, 44, 57, 226, 235, 257, 277, 448, 539, 558.
Nims F. D. 791.
Nodon A. 84.
Noorden 196.
Norberg-Schulz. 143, 620.
Norden K. 146.
Northrup E. F. 195, 473.
Novotny K. 677, 692.

O

Oboukhoff 684.
Occhialini A. 809.
Öchslin C. 11.
Oesterheld G. 296.
Ohliger 312.
Oschmann W. 712.
Oseen C. W. 233.
Ossanna 203.
Otto. 404.

P

Paech G. 234.
Bailliard F. 82.
Palme A. 141, 412, 598, 668.
Passavant H. 315.
v. Passinski. 807.
Peck. J. S. 428.
Peek F. W. 726.
Pender H. 853.
Perot M. A. 405.
Perry H. 16.
Perry L. 255.
Petersen W. 144, 261, 711.
Petritsch E. F. 393.
Pfannhauser 663.
Pfiffner E. 261, 345.
Pfleiderer C. 807.
Pfleiderer G. 105.
Philippi W. 514.
Pichelmayer K. 108, 201, 203, 206, 225, 414, 419.
Pick E. 838, 848.
Picot J. B. 427.
Pierce B. L. 334.
Pietsch 295.
Pitman P. H. 852.
Plank 81.
Podmoze A. 404.
Pohl R. 699.
Pole J. C. 565.
Pollak O. 404.
Pollock S. A. 748.
Pontecorvo G. 684.
Poschenrieder P. 247.
Pougnet E. 496.
Pozděna R. F. 665, 751, 882.
Pradel 535.
Prehm W. 493.
Primavesi O. 468.
Prim L. P. 312.
Pringsheim P. 699.
Pradel 124.
Punga F. 662.
Pupin M. J. 397.

R

Rassmussen A. 494.
Rateau 806.
Rautenkrantz J. 64.
Rebora G. 145.
Recktenwald J. 293.
Rein H. 808.
Reich M. 18.
Reiß E. 18, 423.
Reithoffer M. 226.
Reitlinger O. 515.
Renger K. 621.
Rennerfelt 315.
Resig F. 64.
Richter G. A. 334
Richter K. 89, 112.
Richter R. 25, 419.
Riedel S. 24, 44, 108, 156, 176, 200, 812.
Riedl J. 837.
Rieger S. 297, 576.
Riep F. 336.
Ring H. 879.
Roedder O. C. 480, 542.
v. Röll 337.
Rogowski W. 1, 2, 239, 294, 296.
Rohmann H. 763.
Ronzani E. 537.
Roper D. W. 598.
Rosenbaum L. 107, 188, 317, 468, 511, 565, 695.
Rosenberg E. 290, 385, 388, 790.
Rosenblatt G. B. 791.
Rosenfeld B. 104.
Rosenthal J. 19.
Rossinsky C. 126.
Rossmann A. M. 255.
Rother F. 826.
Rothera L. 599.
Rothert W. 380.
Le Roy C. 219.
Rubricius K. 810.
Rüdenberg R. 536, 729.
Ruder W. E. 538, 767.
Rümelin G. 452.
Ruer R. 233.
Ruff O. 257.
Ruhoff O. E. 173.
Rukop H. 41, 585.
Ruppel S. 200, 220, 240, 521.
Russmann L. 475, 602, 665, 700.
Ryan H. J. 697.
Rysselberghe 393.

S

Sahlin A. 315.
Sahulka J. 7, 38.
Salpeter J. 761.
Sauer H. 260, 280, 300, 320, 344, 456, 838.
Scarpa 84.
Schaffers V. 85.
Scheber K. 665.
Scheel K. 516.
Scheidt 564.
Schenfer K. 25.
Schenkel Th. 316.
Schenkel M. 89.
Scherbius 58, 596.
Schiff E. 565.
Schiffner C. 585.
Schildhauer E. 171.
Schlötter M. 405.
Schmeusser H. 563.
Schmidt Ferd. 664, 713.
Schmidt F. W. 357.
Schmidt G. C. 106.
Schmidt J. 661.
Schmidt K. 643.
Schmiedel K. 449.
Schnabel R. 639.
Schnackenburg L. 125.
Schorrig E. 145.
Schottky W. 775, 793.
Schrage N. K. 192.
Schreiber H. 49, 109, 633, 753, 867.
Schreiber W. 471.
Schrödinger E. 749.
Schübbe H. 163, 461, 704.
Schüler L. 599, 824.
Schulze-Dresden 879.
Schulze G. 127, 430, 600, 808.
Schultze K. 38.
Schumann W. O. 345, 370.
Schwaiger A. 481.
Schwarz E. 177, 295, 446.
Schwarzweber O. 254.
v. Schweidler E. 826.
Schwerin, Graf 8. 194.
Scott H. 695.
Seefehler E. E. 813, 830.
Seeliger R. 826.
Segol J. 496.
Seyffert M. 541.
Seobrook A. H. 234.
Shepard E. R. 640.
Shreeve 426.
Siegbahn M. 40, 809.
Siegl K. 2, 44, 60, 105, 226, 406.
Simon A. 442.
Simon G. 360, 825.
Simons K. 1.
Sirk H. 642.
Sjöström M. 217, 867.
Skaupy F. 406.
Skinner C. E. 880, 895.
Smith R. T. 296.
Snyder F. T. 195.
Somary 54.
Sothman P. W. 256.
Soulier A. 84.
Sparrow J. P. 58.
Spyri E. 885.
Srnka O. 365.
Stafford H. H. 334.
Stauf Ph. 311.
Stearus R. 843.
Stegemann O. 515.
Steiner L. 622.
Steinmetz Ch. P. 359, 403, 695.
Steinmüller L. 103.
Stevens C. H. 100.
Stodola A. 583.
Strelow W. 841.
Strong W. W. 622.
Sumec J. 43, 413.
Supino H. 665.
Suwald K. 569.
Svedberg Th. 842.
Swyngedauw R. 470, 513, 853.
Szilard B. 403, 563,

Digitized by Google

T

Taege E. 83.
Taylor A. M. 584.
Taylor H. B. 294, 761.
Teago F. J. 562.
Teuckhof B. 102.
Teuffert 216.
Thieme B. 357.
Thierbach 469.
Thieß F. 314.
Thomas Ad. 640, 663.
Thompson P. 397.
Thurn H. 251.
Tissot C. 147.
Torchio Ph. 695.
Treiber E. 839.
Trenkler H. K. 775.
Tscherniawsky A. 144.
Tyndall A. M. 699.
Tynes T. E. 695.

U

Ulmer F. 170.
Ulrich 58.
Underhill Ch. K. 451.

V

Vallauri Q. 493.
Vallauri R. 842.
Verhagen B. H. 865.
Vidmar M. 705, 718, 733.
Vieth A. 602.
Vieweg V. 294.
Villard P. 485.
Voege W. 313, 383.
Vondrácek K. 367, 565, 699.
Vos M. 315, 898.

W

Wachsmuth E. 60.
Wagenknecht 172.
Wagner K. W. 19, 312, 381, 881.
Wallot J. 607.
v. Waltenhofen A. 156, 225, 434.
Waltz E. 90.
Warburg. 383.
Warfvinge H. 146.
v. Wartenberg H. 60.
Warth N. G. 426.
Wedding W. 776.
Wehnelt A. 422, 739.
Weicker W. 484.
Weiland Ch. T. 514.
Weiner A. 24.
Weintraub 878.
Weiss P. 406, 621.
Weißenberger 275.
Welbourn B. 171.
Wellner F. 24, 155.
Weltzl K. 132, 149, 434, 437, 464, 469.
Wertheimer F. 218.
Wessely C. 475.
Westinghouse G. 289.
Whitehead J. B. 663.
Wiedmann S. 275.
Wietzel G. 380.
Wigand A. 565.
Wikander E. 510, 727.
Wilson W. M. H. 599.
Winawer B. 60.
Winkelmann H. 15.
Winkler A. 609.
v. Winkler W. 109, 362, 608, 740, 797, 821, 837, 838, 851, 869, 888.
Wirth Ch. 686.
Wittenbauer F. 714.
Wogrinz A. 317.
Wolf P. M. 472.
Wammelsdorf H. 172.
Woodbury E. 866.
Wulf Th. 429, 790.
Würth V. 744.

Y

Ytterberg A. 429.

Z

Zenneck J. 104, 212, 585, 842.
Zickler K. 321, 338, 627, 765, 769, 779.
Ziegenberg R. 335.
Zoller J. 474.

Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 13. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Selbst-, gegenseitige und Streuinduktion.
Von Prof. Dr.-Ing. H. S. Hallo 1
Momentane Lichtstärke von Wechselstrom-Bogenlampen.
Von Dr. Johann Sahulka 7
Über die Vorausberechnung der Eisenverluste bei Transformatoren und Maschinen. Von J. Fischer-Hinnen, Ober-Ingenieur, Oerlikon 10
Elektrizitätswerke, Anlagen 14
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 14
Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 15
Dynamomaschinen, Transformatoren 15
Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 16
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 16
Elektrische Beleuchtung 17
Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 17
Elektrische Apparate 17
Telegraphie und Telephonie 18
Funkentelegraphie und -Telephonie 18
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 19
Strahlungslehre 20
Wirtschaftliches 20
Chronik 20
Literatur-Bericht 21
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Dampfkessel 21
Elektrotechnischer Verein Brünn 23
Vereinsnachrichten 24
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *1—12*

Selbst-, gegenseitige und Streuinduktion.

Von Prof. Dr.-Ing. **H. S. Hallo.**

Einleitung.

In der E. T. Z. 1908, Heft 22, haben Dr.-Ing. W. Rogowski und Dr. K. Simons eine vorzügliche Arbeit über „Die Streuung bei Wechselstromtransformatoren und Kommutatormotoren" veröffentlicht. Zunächst werden durch eine einfache Rechnung mit Induktionsröhrenverkettungszahlen und Spulenfaktoren die Ausdrücke „einfach verkettete Streuung" und „doppelt verkettete Streuung" erläutert.

Diese Spulenfaktoren sind identisch mit dem, was in diesem Aufsatze als Wicklungsfaktoren bezeichnet wird. Die allgemeine Definitionsgleichung für einen Wicklungsfaktor ist

$$f = \frac{\Sigma\,(w_x\,\Phi_x)_{max}}{w\,\Phi_{max}}.$$

Die Rechnung ergibt dann das auf den ersten Blick allerdings merkwürdige Resultat, daß es negative Streuinduktionskoeffizienten gibt. Ich möchte nun gleich vorausschicken, daß ich seinerzeit dieser negativen Streuung etwas skeptisch gegenüberstand, weil ich sie mit meinem physikalischen Empfinden nicht ohne weiteres in Einklang bringen konnte. Die genauere Betrachtung zeigte mir nun damals, daß es lediglich von der Definition der Streuung abhängt, ob die Koeffizienten negativ werden können oder nicht.

Definieren wir die Streuung als den Grund der Abweichung zwischen E_1 und $\frac{w_1}{w_2}E_2$ beim verlustlosen Transformator oder, was ja dasselbe ist, aus den Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} L_1 &= \frac{w_1}{w_2}M + S_1 \\ L_2 &= \frac{w_2}{w_1}M + S_2 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots 1),$$

so ergibt sich das Rogowskische Resultat der negativen Streuung von selbst. Wenn also die Verfasser der oben genannten Arbeit sagen: „Arnold leugnet die Möglichkeit negativer Streuung", so trifft das insofern zu, als Arnold gewiß niemals die negative Streuung erwähnt. Zwar wird auch (W.-T. II, Seite 26) gesagt, daß $\sigma = \frac{L}{L-S}$ stets größer als 1 ist (also S stets positiv), aber aus dem ganzen Zusammenhang wäre das dadurch zu erklären, daß es sich dort um einen normalen Einphasentransformator mit gleicher Anordnung der primären und sekundären Wicklung handelt, bei dem tatsächlich keine negative Streuung vorkommt. Dagegen geben die auf der gleichen Seite von Arnold angegebenen Formeln

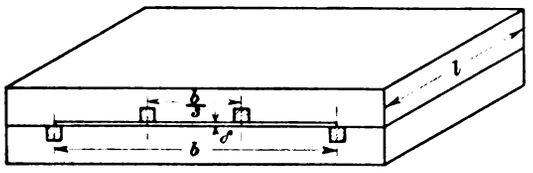
$$S_1 = \Sigma\,\frac{w_{1x}\left(w_{1x} - w_{2x}\frac{w_1}{w_2}\right)}{R_x\,10^8}$$

$$S_2 = \Sigma\,\frac{w_{2x}\left(w_{2x} - w_{1x}\frac{w_2}{w_1}\right)}{R_x\,10^8},$$

Digitized by Google

angewendet auf den Rogowskischen Versuchstransformator (Fig. 1), ohne weiteres die Möglichkeit einer negativen Streuung an, denn wir bekommen:

Fig. 1.



$$L_1 = \Sigma \frac{w_{1x}^2}{R_x} 10^{-8} = \frac{2}{10^8} \int_0^{\frac{b}{2}} \frac{w^2}{0{\cdot}8\,\delta} l\,dx = \frac{w^2\,b\,l}{0{\cdot}8\,\delta\,10^8} \text{ Henry}^*)$$

$$L_2 = \frac{1}{2} L_1, \qquad M = \frac{2}{3} L_1$$

$$S_1 = \frac{2}{10^8} \left\{ \int_0^{\frac{b}{3}} \frac{w\left(w - \frac{w}{2}\right)}{0{\cdot}8\,\delta} l\,dx + \int_{\frac{b}{3}}^{\frac{b}{2}} \frac{w\,(w-w)}{0{\cdot}8\,\delta} l\,dx \right\} =$$

$$= \frac{w^2\,b\,l}{0{\cdot}8\,\delta\,10^8} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{3} L_1,$$

$$S_2 = \frac{2}{10^8} \left\{ \int_0^{\frac{b}{3}} \frac{\frac{w}{2}\left(\frac{w}{2} - w\right)}{0{\cdot}8\,\delta} l\,dx + \int_{\frac{b}{3}}^{\frac{b}{2}} \frac{w\,(w-w)}{0{\cdot}8\,\delta} l\,dx \right\} =$$

$$= -\frac{w^2\,b\,l}{0{\cdot}8\,\delta\,10^8} \cdot \frac{1}{6} = -\frac{1}{6} L_1.$$

Es ist aber — wie sich nachher zeigen wird — auch möglich, auf Grund einer anderen, rechnerisch zwar nicht immer einfacheren, vom physikalischen Standpunkte betrachtet meines Erachtens jedoch wesentlich besseren und natürlicheren Definition der Streuung zu dem Ergebnis zu gelangen, daß negative Streuinduktionskoeffizienten **nicht** vorkommen können. Diese Betrachtungsart habe ich schon 1910 in meinen Vorlesungen gebracht.

Angeregt zu der jetzigen Veröffentlichung dieser Tatsache wurde ich durch die Diskussion der Herren Dr.-Ing. **Rogowski** und Prof. Dr. **Niethammer** in dieser Zeitschrift (1913, Heft 32, Seite 692). Die vorliegende Arbeit wird nämlich deutlich zeigen, daß man mit **verschiedenen** Werten für die Streuinduktionskoeffizienten rechnen und doch jeweils richtige Resultate erlangen kann, und dementsprechend auch die **Gegenschaltung** mit verschiedenen Verhältnissen der Ströme vorgenommen werden muß.

Der Rogowskische Lehrsatz:

„Die Streufelder sind allein vorhanden, wenn $\frac{J_1}{J_2} = \frac{w_2}{w_1}$ und eine Phasenverschiebung von 180° zwischen den beiden Strömen vorhanden ist", ist vollkommen richtig, wenn S_1 und S_2 in der bisher üblichen Weise definiert werden. Natürlich muß das Verhältnis $\frac{J_1}{J_2}$ ein anderes werden, wenn wir S_1 und S_2 in anderer Weise definieren.

*) Der gleiche Wert wie E. T. Z. 1908, Seite 536, mit Ausnahme des Faktors $\sqrt{2}$, der wohl als Druckfehler anzusehen ist.

Im übrigen ist die Rechnungsweise der Herren Prof. Dr. **Niethammer** und Dr. **Siegel** in ihrem vorzüglichen Aufsatz: „Das Übersetzungsverhältnis des allgemeinen Transformators mit beliebig verteilten Wicklungen (Trapez-Dreiecktransformator)" in dieser Zeitschrift (1913, Heft 13, Seite 265) vollständig richtig.

Daß die Rechnungsweise mit EMK-Ziffern zur Bestimmung des Übersetzungsverhältnisses der Ströme ebensowenig neu ist als die zur Bestimmung des Übersetzungsverhältnisses der Spannungen, verringert ja nicht den Wert ihrer speziellen Anwendung auf den Trapez-Dreiecktransformator und der Versuchsresultate. Ich selbst habe diese Rechnungsweise in meinen Vorlesungen über asynchrone Maschinen seit mehreren Jahren gebracht, habe allerdings das Resultat

$$u_i = \frac{f_{21}\,w_1}{f_{22}\,w_2} \left(\text{bezw. } \frac{k_{21}\,w_1}{k_{22}\,w_2}\right)^*)$$

in etwas anderer, und zwar wesentlich einfacherer Weise abgeleitet. Auch in der Literatur finden sich viele Stellen, zum Beispiel in „Wechselstromtechnik" von E. **Arnold**, Band V, 1 und 2, wo auf die Abhängigkeit des Verhältnisses der Ströme von der Wicklungsverteilung der primären und sekundären Wicklung Rücksicht genommen wird.

Transformations- und Streuungsverhältnisse des allgemeinen Transformators mit beliebiger Wicklungsverteilung.

I. Rechnung mit Induktionskoeffizienten.

Um die Willkür der in der Einleitung erwähnten Definition für S_1 und S_2 deutlich zu zeigen, und um zu einer physikalisch logischen Definition zu kommen, wird es notwendig sein, die Ableitung der Beziehungen zwischen L_1, L_2, M, S_1 und S_2 zu prüfen.

Denken wir uns zwei **beliebige** Wicklungen eines Luft- oder Eisentransformators (im letzteren Falle wird allerdings konstante Permeabilität vorausgesetzt), mit den Windungszahlen w_1 und w_2 und durchflossen von Strömen mit den Momentanwerten i_1 und i_2.

Wir können dann immer eine dünne Induktionsröhre betrachten, die mit w_{1x} primären und w_{2x} sekundären Windungen verkettet ist. Ist der Induktionsfluß durch diese Röhre Φ_x und ihr magnetischer Widerstand R_x, so ist

$$\Phi_x = \frac{i_1\,w_{1x} + i_2\,w_{2x}}{R_x}^{**})$$

und die Summe der primären Induktionsröhrenverkettungen:

$$\Sigma(w_{1x}\,\Phi_x) = i_1 \Sigma \frac{w_{1x}^2}{R_x} + i_2 \Sigma \frac{w_{1x}\,w_{2x}}{R_x} = i_1 L_1 + i_2 M,$$

woraus sich die bekannten Definitionen für L_1 und M:

$$L_1 = \Sigma \frac{w_{1x}^2}{R_x} \text{ und } M = \Sigma \frac{w_{1x}\,w_{2x}}{R_x}$$

ergeben.

Ebenso ist die Summe der sekundären Induktionsröhrenverkettungen:

$$\Sigma(w_{2x}\,\Phi_x) = i_2 \Sigma \frac{w_{2x}^2}{R_x} + i_1 \Sigma \frac{w_{1x}\,w_{2x}}{R_x} = i_2 L_2 + i_1 M,$$

woraus:

$$L_2 = \Sigma \frac{w_{2x}^2}{R_x}.$$

*) In der Schreibweise der Herren Professor **Niethammer** und Dr. **Siegel**

$$k_1 = \frac{c_{11}}{c_{12}} = \frac{z}{z_2}.$$

**) Bei dieser Ableitung sind der Einfachheit halber absolute Einheiten verwendet; erst die wichtigeren Endresultate sind im praktischen Maßsystem ausgedrückt.

Digitized by Google

Man kann nun zwei verschiedene, zu dem gleichen Resultate führende Wege einschlagen:

a) Durch den primären Strom i_1 entsteht primär die Induktionsröhrenverkettungszahl $i_1 L_1$ und sekundär $i_1 M$. Reduzieren wir die sekundäre Verkettungszahl auf primär im Verhältnis der Windungszahlen, so ergibt sich $i_1 \frac{w_1}{w_2} M$.

Die Induktionsröhrenverkettungszahl der Streuung ist nun:

$$i_1 L_1 - i_1 \frac{w_1}{w_2} M = i_1 S_1.$$

also:

$$S_1 = L_1 - \frac{w_1}{w_2} M.$$

b) Durch den von dem primären Strom i_1 erzeugten fiktiven Induktionsfluß wird induziert:

primär:
$$e_1 = - L_1 \frac{d i_1}{d t},$$

sekundär:
$$e_2 = - M \frac{d i_1}{d t}.$$

Die primäre Streuspannung ist somit:

$$e_1 - \frac{w_1}{w_2} e_2 = - \left(L_1 - \frac{w_1}{w_2} M \right) \frac{d i_1}{d t} = - S_1 \frac{d i_1}{d t},$$

also:

$$S_1 = L_1 - \frac{w_1}{w_2} M.$$

Ebenso ergibt sich:

$$S_2 = L_2 - \frac{w_2}{w_1} M.$$

Es war nötig, diese bekannte Ableitung vorauszuschicken, um deutlich hervortreten zu lassen, daß wir zu den beiden Definitionsgleichungen für S_1 und S_2 nur kommen können, indem wir eine Reduktion von sekundär auf primär (oder umgekehrt) vornehmen.

Ist nun aber die Reduktion in dem Verhältnis der Windungszahlen $\frac{w_1}{w_2}$ die sich physikalisch von selbst ergebende? Darauf ist meines Erachtens die Antwort entschieden verneinend.

Die Reduktion sollte nicht im Verhältnis der wirklichen, sondern in dem der effektiven Windungszahlen vorgenommen werden. Die sogenannte Erregerreaktanz, das heißt das Verhältnis von induzierter EMK und Magnetisierungsstrom wird durch eine solche Reduktion für beide Wicklungen gleich.

Die Einheit der Stromstärke, fließend durch die primäre Wicklung, erzeugt dann die Induktionsröhrenverkettungszahl

$$\Sigma \frac{w_{1x}^2}{R_x} = \frac{w_{1\,\mathrm{eff}}^2}{R},$$

und, fließend durch die sekundäre Wicklung, die Induktionsröhrenverkettungszahl

$$\Sigma \frac{w_{2x}^2}{R_x} = \frac{w_{2\,\mathrm{eff}}^2}{R},$$

also:

$$\frac{w_{1\,\mathrm{eff}}^2}{w_{2\,\mathrm{eff}}^2} = \frac{L_1}{L_2},$$

was übrigens auch ohne weiteres aus der Gleichheit der Erregerreaktanzen — nach der Reduktion — hervorgeht.

Aus dem vorhergehenden folgt nun unmittelbar:

$$\left.\begin{aligned} S_1 &= L_1 - \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} M = \\ &= \Sigma \frac{w_{1x} \left(w_{1x} - \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} w_{2x} \right)}{R_x 10^8} \text{ Henry} \\ S_2 &= L_2 - \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} M = \\ &= \Sigma \frac{w_{2x} \left(w_{2x} - \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} w_{1x} \right)}{R_x 10^8} \text{ „} \end{aligned}\right\} \quad 2).$$

Das sind von den üblichen abweichende Beziehungen zwischen den Induktionskoeffizienten. Wir werden nachher sehen, daß nun auch der Begriff der „negativen" Streuung eliminiert ist, weil obige Definitionsgleichungen dem physikalischen Verhalten der Anordnung besser entsprechen. Es sei aber ausdrücklich betont, daß die älteren Definitionen und die daraus von Herrn Dr.-Ing. Rogowski abgeleiteten Lehrsätze ihren vollen Wert behalten, ja wegen der einfacheren Rechnung bisweilen vorzuziehen sind.

Wie werden nun die Formeln für das Übersetzungsverhältnis der Kurzschlußströme ($J_{1k} : J_{2k}$) und für die Kurzschlußspannung (E_{1k}), wenn wir die neuen Gleichungen anwenden?

Wir betrachten zunächst den Transformator mit Streuung und ohne Verluste.

Kurzschluß:

Die Bedingung für Spannungsgleichgewicht in der primären Spule lautet:

$$e_{1k} = L_1 \frac{d i_{1k}}{d t} + M \frac{d i_{2k}}{d t}.$$

Die gleiche Bedingung für die sekundäre Spule ergibt:

$$0 = M \frac{d i_{1k}}{d t} + L_2 \frac{d i_{2k}}{d t}.$$

Setzen wir:

$i_{1k} = J_{1k} \sqrt{2} \sin 2 \pi c t$ und $i_{2k} = J_{2k} \sqrt{2} \sin (2 \pi c t - \varphi)$,

so wird:

$$M J_{1k} \sqrt{2}\, 2 \pi c \cos 2 \pi c t + L_2 J_{2k} \sqrt{2}\, 2 \pi c \cos (2 \pi c t - \varphi) = 0.$$

woraus sich ergibt:

1. $\varphi = \pm \pi$;
2. $M J_{1k} = L_2 J_{2k}$, also:

$$\frac{J_{1k}}{J_{2k}} = \frac{L_2}{M} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 3).$$

Schreiben wir diesen Ausdruck in der Form:

$$\frac{J_{1k}}{J_{2k}} = \frac{\sqrt{\frac{L_2}{L_1}} M + S_2}{M} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} + \frac{S_2}{M} = \frac{w_{2\,\mathrm{eff}}}{w_{1\,\mathrm{eff}}} + \frac{S_2}{M},$$

so sehen wir, daß S_2 niemals negativ sein kann, da $J_1 w_{1\,\mathrm{eff}} = J_2 w_{2\,\mathrm{eff}}$ die Bedingung dafür ist, daß beide Wicklungen sich magnetisch das Gleichgewicht halten (siehe Gleichung 10).

Aus

$$e_{1k} = L_1 \frac{d i_{1k}}{d t} + M \frac{d i_{2k}}{d t},$$

folgt nun

$$E_{1k} = 2 \pi c (L_1 J_{1k} - M J_{2k}) = 2 \pi c \left\{ S_1 J_{1k} + \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} S_2 J_{2k} \right\} \quad 4).$$

Digitized by Google

Wenden wir die gefundenen Formeln auf den Rogowskischen Versuchstransformator an, so erhalten wir:

$$\left.\begin{aligned} L_1 &= \Sigma \frac{w_{1x}^2}{R_x 10^8} = \frac{0{\cdot}4\,\pi w^2 bl}{\delta\, 10^8} \text{ Henry} \\ L_2 &= \Sigma \frac{w_{2x}^2}{R_x 10^8} = \frac{1}{2} L_1 \\ M &= \Sigma \frac{w_{1x} w_{2x}}{R_x 10^8} = \frac{2}{3} L_1 \end{aligned}\right\} \text{wie früher,}$$

aber:

$$S_1 = L_1 - M\sqrt{\frac{L_1}{L_2}} = L_1\left(1 - \frac{2}{3}\sqrt{2}\right) = 0{\cdot}057$$

$$S_2 = L_2 - M\sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = L_1\left(\frac{1}{2} - \frac{2}{3}\sqrt{\frac{1}{2}}\right) = 0{\cdot}029$$

$$\frac{J_{1k}}{J_{2k}} = \frac{L_2}{M} = \frac{1}{2} : \frac{2}{3} = \frac{3}{4} = 0{\cdot}75$$

$$E_{1k} = 2\pi c\left\{S_1 J_{1k} + \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}\, S_2 J_{2k}\right\} =$$

$$= 2\pi c J_{1k} L_1 \left\{0{\cdot}057 + \sqrt{2}\,.\,0{\cdot}029\,.\,\frac{4}{3}\right\} = 2\pi c J_{1k} \frac{L_1}{9}.$$

Die Resultate stimmen natürlich vollständig mit den von Herrn Rogowski veröffentlichten überein.

Berücksichtigen wir die Kupferverluste, so ergibt sich:

$$\frac{J_{1k}}{J_{2k}} = \sqrt{\left(\frac{r_2}{2\pi c M}\right)^2 + \left(\frac{L_2}{M}\right)^2}.$$

Ferner finden wir, daß die Beziehung

$$E_{1k} = J_{1k}\sqrt{\left(r_1 + \frac{L_1}{L_2} r_2\right)^2 + 4\pi^2 c^2 \left(S_1 + \frac{L_1}{L_2} S_2\right)^2}$$

nur dann Gültigkeit hat, wenn $\frac{r_2}{2\pi c}$ und S_2 gegen L_2 zu vernachlässigen sind. Es bedeuten r_1 und r_2 die Widerstände der beiden Wicklungen.

Die Berechnung ist ähnlich der in der E. T. Z. 1908, Seite 536, gegebenen und somit auch das Resultat, daß nur unter obigen einschränkenden Annahmen der Kurzschlußversuch durch Beobachtung der primären Werte uns über die Summe der primären und der reduzierten sekundären Streuung Aufschluß gibt.

Die einzelnen Streuinduktionskoeffizienten können nun gefunden werden (durch die sogenannte Gegenschaltung), wenn

$$J_1 w_{1\,\mathrm{eff}} = J_2 w_{2\,\mathrm{eff}} \text{ (bezw. } J_1 : J_2 = \sqrt{L_2} : \sqrt{L_1})$$

und wenn eine Phasenverschiebung von 180° zwischen den beiden Strömen vorhanden ist. Diese Streuinduktionskoeffizienten haben andere Werte als die des Herrn Dr.-Ing. Rogowski; sie sind immer positiv. Sie werden aber aus den gleichen Formeln:

$$E_{1g} = J_1\sqrt{r_1^2 + 4\pi^2 c^2 S_1^2}$$

$$E_{2g} = J_2\sqrt{r_2^2 + 4\pi^2 c^2 S_2^2}$$

gefunden.

II. Rechnung mit Induktionsflüssen und Wicklungsfaktoren.

Zur vollständigen Klärung der vorliegenden Fragen wollen wir jetzt noch das Übersetzungsverhältnis der EMKe und Ströme mit Hilfe der Induktionsflüsse und Wicklungsfaktoren bestimmen. Dabei betrachte ich immer den „normalen“ und den „umgekehrten“ Leerlauf, wodurch die Ableitung wesentlich einfacher wird als die von den Herren Prof. Dr. Niethammer und Dr. Siegel in dieser Zeitschrift (1913, Seite 265) gebrachte. Ich werde sie hier deswegen — mit den in den Arnoldschen Büchern gebräuchlichen Bezeichnungen kurz angeben.

Leerlauf:

$$E_{10} = \omega L_1 J_{10} = 4 f_B f_{11} w_1 c \Phi_0 10^{-8} \quad . \; . \quad 5)$$

$$E_{20} = \omega M J_{10} = 4 f_B f_{12} w_2 c \Phi_0 10^{-8} \quad . \; . \quad 5a),$$

also:

$$u_e = \frac{E_{10}}{E_{20}} = \frac{L_1}{M} = \frac{f_{11} w_1}{f_{12} w_2}.$$

Umgekehrter Leerlauf:

$$E'_{20} = \omega L_2 J_{20} = 4 f_B f_{22} w_2 c \Phi'_0 10^{-8} \quad . \; . \quad 6),$$

$$E'_{10} = \omega M J_{20} = 4 f_B f_{21} w_1 c \Phi'_0 10^{-8} \quad . \; . \quad 6a),$$

also:

$$u'_e = \frac{E'_{20}}{E'_{10}} = \frac{L_2}{M} = \frac{f_{22} w_2}{f_{21} w_1}.$$

Kurzschluß (ohne Verluste!):

$$\omega M J_{1k} = \omega L_2 J_{2k},$$

also:

$$u_i = \frac{J_{2k}}{J_{1k}} = \frac{M}{L_2} = \frac{f_{21} w_1}{f_{22} w_2} \quad . \; . \; . \; . \quad 7).$$

Wenden wir diese Formel auf den Rogowskischen Versuchstransformator an, so erhalten wir selbstverständlich das gleiche Resultat wie er, und auch wie mit Hilfe der in dieser Arbeit neu angegebenen Formeln.

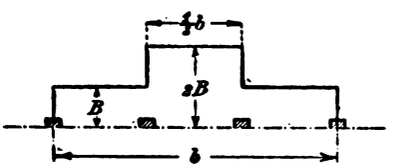


Fig. 2.

Es ist nämlich $f_{21} = 1$, weil alle primären Windungen mit dem ganzen Induktionsfluß verkettet sind, während $f_{22} = \frac{3}{4}$, wie sich aus folgender Rechnung (siehe Fig. 2) ergibt:

$$f_{22} = \frac{\Sigma(w_{2x}\Phi_{2x})}{w_2 \Phi_2} = \frac{2B\frac{b}{3} w_2 + B\frac{2}{3} b \frac{w_2}{2}}{w_2\left(Bb + B\frac{b}{3}\right)} = \frac{3}{4}.$$

Also:

$$\frac{J_{1k}}{J_{2k}} = \frac{1}{u_i} = \frac{3}{4},$$

wie früher gefunden.

Wir finden nun ferner:

$$\frac{L_1}{M} \cdot \frac{M}{L_2} = \frac{f_{11} w_1}{f_{12} w_2} \cdot \frac{f_{21} w_1}{f_{22} w_2}$$

oder

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{w_{1\,\mathrm{eff}}^2}{w_{2\,\mathrm{eff}}^2} = \frac{f_{11} f_{21}}{f_{12} f_{22}} \frac{w_1^2}{w_2^2} \quad . \; . \; . \; . \quad 8).$$

Wir sehen also nun, wie es sich mit der Gegenschaltung, die uns die Streuinduktionskoeffizienten einzeln geben soll, entsprechend den Gleichungen:

$E_{1g} = J_1\sqrt{r_1^2 + 4\pi^2 c^2 S_1^2}$ und $E_{2g} = J_2\sqrt{r_2^2 + 4\pi^2 c^2 S_2^2}$,

verhält. Wir wollen drei Fälle betrachten:

Digitized by Google

1. $w_1 J_1 = w_2 J_2$, angegeben von Dr.-Ing. Rogowski, gibt richtige Werte für die Streuinduktionskoeffizienten, wenn diese definiert sind durch:

$$\left.\begin{aligned} L_1 &= \frac{w_1}{w_2} M + S_1 \\ L_2 &= \frac{w_2}{w_1} M + S_2 \end{aligned}\right\} A.$$

2. $w_{1\,\mathrm{eff}} J_1 = w_{2\,\mathrm{eff}} J_2 \left(\text{oder } \frac{J_1}{J_2} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = \frac{w_2}{w_1}\sqrt{\frac{f_{12} f_{22}}{f_{11} f_{21}}}\right)$, angegeben vom Verfasser, gibt richtige Werte wenn:

$$\left.\begin{aligned} L_1 &= \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} M + S_1 = \frac{w_{1\,\mathrm{eff}}}{w_{2\,\mathrm{eff}}} M + S_1 \\ L_2 &= \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} M + S_2 = \frac{w_{2\,\mathrm{eff}}}{w_{1\,\mathrm{eff}}} M + S_2 \end{aligned}\right\} B.$$

3. $f_{21} w_1 J_1 = f_{22} w_2 J_2$, angegeben von Herrn Professor Dr. Niethammer*), gibt richtige Resultate für:

$$\left.\begin{aligned} L_1 &= \frac{f_{21} w_1}{f_{22} w_2} M + S_1 = u_i M + S_1 \\ L_2 &= \frac{f_{22} w_2}{f_{21} w_1} M + S_2 = \frac{M}{u_i} + S_2 \end{aligned}\right\} C.$$

Die Gleichungen *A* haben den Vorteil der Einfachheit, die Gleichungen *B* den der Anpassung an die physikalischen Verhältnisse, die Gleichungen *C* sind ganz willkürlich.

Da Herr Prof. Dr. Niethammer wohl an das Gleichungssystem *A* gedacht hat (*B* und *C* waren ja meines Wissens bisher nicht bekannt), würde die von ihm vorgeschlagene Gegenschaltung nicht zu richtigen Resultaten führen. Auch sind die Einwände gegen die Rogowskische Gegenschaltung hiemit widerlegt.

Wie aus den nachstehenden Betrachtungen deutlich hervorgeht, weichen die beiden Gleichungssysteme *B* und *C* darin voneinander ab, daß in *B* das Verhältnis $\frac{w_{1\,\mathrm{eff}}}{w_{2\,\mathrm{eff}}} = \frac{J_2}{J_1}$ vorkommt, das heißt das Verhältnis der Ströme für den Fall, daß beide Wicklungen sich magnetisch das Gleichgewicht halten sollen, und in *C* das Verhältnis $u_i = \frac{J_{2k}}{J_{1k}}$, das heißt das Verhältnis der Kurzschlußströme.

Anschließende Betrachtungen.

Zunächst sei darauf hingewiesen, daß ein Unterschied zwischen dem Verhältnis der Kurzschlußströme und dem Verhältnis der Ströme für den Fall, daß beide Wicklungen sich magnetisch das Gleichgewicht halten sollen (das heißt je für sich gleiche scheinbare Leistung aufnehmen würden) besteht.

Wir fanden bereits (Gleichung 7):

$$\frac{J_{1k}}{J_{2k}} = \frac{L_2}{M} = \frac{f_{22} w_2}{f_{21} w_1}.$$

Ein Strom J_{2m} erzeugt denselben Induktionsfluß (zum Beispiel beim umgekehrten Leerlauf) als ein Strom J_{1m}, wenn (nach Gleichung 5 und 6):

$$\frac{\omega L_1 J_{1m}}{f_{11} w_1} = \frac{\omega L_2 J_{2m}}{f_{22} w_2},$$

also wenn

$$\frac{J_{1m}}{J_{2m}} = \frac{f_{12} w_2}{f_{21} w_1} \quad \ldots\ldots 9).$$

Bemerkenswert ist, daß es hiebei gleichgültig ist, ob jeweils der totale Induktionsfluß (entsprechend *L*) oder nur der gemeinschaftlich verkettete Induktionsfluß (entsprechend *M*) berücksichtigt wird. Das rührt daher, daß:

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{S_1}{S_2},$$

eine Beziehung, die unmittelbar aus den Gleichungen 2) hervorgeht. Dies ist ein wesentlicher Vorteil der Reduktion im Verhältnis der effektiven Windungszahlen, die die Rechnung unter Umständen sehr erleichtert und übersichtlicher gestaltet.

Die Beziehung $\frac{L_1}{L_2} = \frac{S_1}{S_2}$ hat keine Gültigkeit bei beliebig verteilten Wicklungen, wenn geschrieben wird:

$$S_1 = L_1 - \frac{w_1}{w_2} M \text{ und } S_2 = L_2 - \frac{w_2}{w_1} M.$$

Beiläufig sei hier bemerkt, daß die für unseren Ansatz gültige Beziehung $\frac{L_1}{L_2} = \frac{S_1}{S_2}$ auch die Erklärung in sich schließt für einen in Arnold W.-T. V., 2, Seite 310, vorkommenden Satz:

„Nehmen wir an, daß die von den Oberfeldern herrührenden Streureaktanzen x_{01} und x_{02} sich wie die Erregerreaktanzen des Hauptfeldes verhalten, was ja der Fall sein muß, wenn die beiden Wicklungen sich magnetisch das Gleichgewicht halten sollen, so erhalten wir:

$$\frac{x_{01}}{x_{02}} = \frac{x_{m1}}{x_{m2}} = \frac{x_{m1} + x_{01}}{x_{m2} + x_{02}} = \frac{x_{a1}}{x_{a2}}.$$"

Wir sehen aber zu gleicher Zeit, daß dieser Satz nur Gültigkeit hat, wenn mit effektiven Windungszahlen gerechnet wird. Wir kommen nachher auf dieses Beispiel zurück und werden sehen, daß diese Bedingung allerdings erfüllt ist.

Es würde nun aber unrichtig sein zu behaupten, daß zwei Wicklungen sich — in dem oben gemeinten Sinne — magnetisch das Gleichgewicht halten, wenn (entsprechend Gleichung 9):

$$f_{21} w_1 J_{1m} = f_{12} w_2 J_{2m}.$$

Zwar sind dann die Induktionsflüsse gleich, aber trotzdem würden E_{10} und E'_{20} sich nicht wie $\frac{f_{21} w_1}{f_{12} w_2}$, sondern wie $\frac{f_{11} w_1}{f_{22} w_2}$ (siehe Gleichungen 5 und 6) verhalten.

Setzen wir dagegen:

$$E'_{10} = \frac{w_{1\,\mathrm{eff}}}{w_{2\,\mathrm{eff}}} E_{20},$$

so ergibt sich aus den Gleichungen 5*a*) und 6*a*):

$$\omega M J_2 = \frac{w_{1\,\mathrm{eff}}}{w_{2\,\mathrm{eff}}} \omega M J_1,$$

also:

$$w_{1\,\mathrm{eff}} J_1 = w_{2\,\mathrm{eff}} J_2 \quad \ldots\ldots 10),$$

so daß jetzt die gestellte Bedingung erfüllt ist. Es ist dann:

$$\frac{J_2}{J_1} = \frac{w_{1\,\mathrm{eff}}}{w_{2\,\mathrm{eff}}} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} = \frac{w_1}{w_2}\sqrt{\frac{f_{11} f_{21}}{f_{12} f_{22}}}.$$

Das oben erwähnte Beispiel aus Arnold fängt an mit der Gleichung (Seite 309)

$$f_1 w_1 J_1 = f_2 w_2 J_2.$$

*) In dieser Zeitschrift 1913, Seite 270, wird angegeben, daß die Gegenschaltung nur stimmt, wenn der Faktor $N = -\frac{c_{21}}{c_{22}}$ $\left(\text{in meiner Bezeichnungsweise } \frac{f_{21}}{f_{22}}\right)$ zu dem Rogowskischen Ansatz hinzugefügt wird.

Digitized by Google

Es muß also, damit beide Rechnungen übereinstimmen,

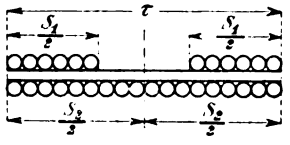
$$w_{1\,\mathrm{eff}} = f_1 w_1 \text{ und } w_{2\,\mathrm{eff}} = f_2 w_2$$

und

$$\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{f_{11} f_{21}}{f_{12} f_{22}}} = \frac{w_2}{w_1}\sqrt{\frac{L_1}{L_2}} = \sqrt{\frac{w_2^2 x_{a1}}{w_1^2 x_{a2}}},$$

was tatsächlich der Fall ist.

Fig. 3.



Rechnen wir für die Wicklung Fig. 3, mit

$$\frac{S_2}{\tau} = 1 \text{ und } \frac{S_1}{\tau} = \frac{2}{3}$$

(τ = Polteilung, S = Spulenbreite), die einzelnen Wicklungsfaktoren, so bekommen wir:

$$f_{11} = \frac{5}{6};\quad f_{21} = \frac{23}{27},\quad f_{12} = \frac{23}{36} \text{ und } f_{22} = \frac{2}{3}.$$

Also:

$$\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{\frac{5}{6}\cdot\frac{23}{27}}{\frac{23}{36}\cdot\frac{2}{3}}} = \sqrt{\frac{5}{3}} = \frac{1}{0{\cdot}775},$$

das gleiche Resultat, wie bei Arnold.

Auf derselben Seite 311 wird noch angegeben, daß das Verhältnis der Kurzschlußströme nicht $\frac{f_2 w_2}{f_1 w_1}$, sondern $\frac{C_2 f_2 w_2}{f_1 w_1}$ ist.

Hiemit ist also zu gleicher Zeit ausführlicher hingewiesen auf eines der Beispiele, in denen das Stromverhältnis für beliebig verteilte Wicklungen auf die Wicklungsfaktoren zurückgeführt wird.

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß die Größe von C_2 sich bestimmen läßt, aus:

$$\frac{J_{1k}}{J_{2k}} = \frac{C_2 f_2 w_2}{f_1 w_1} = \frac{f_{22} w_2}{f_{21} w_1},$$

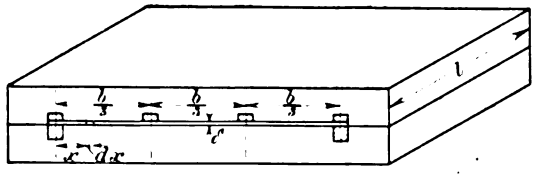
also

$$C_2 = \frac{f_{22}}{f_{21}}\frac{f_1}{f_2} = \frac{f_{22}}{f_{21}}\sqrt{\frac{f_{11} f_{21}}{f_{12} f_{22}}} = \sqrt{\frac{f_{11} f_{22}}{f_{21} f_{12}}}.$$

Beispiel.

Betrachten wir die durch Fig. 4 charakterisierte Abänderung des Rogowskischen Versuchstransformators, die dadurch gekennzeichnet ist, daß zwar sowohl die

Fig. 4



primäre als die sekundäre Wicklung konzentrierte Wicklungen, daß aber die Spulenweiten verschieden sind. Die wirklichen Windungszahlen der beiden Wicklungen seien gleich, also $w_1 = w_2 = w$.

Nach den bisher üblichen Definitionen für die Streuinduktionskoeffizienten (entsprechend Gleichungssystem *A*) ergibt sich:

$$L_1 = \frac{0{\cdot}4\,\pi\, w^2\, b\, l}{\delta}\, 10^{-8} \text{ Henry}$$

$$L_2 = \frac{1}{3} L_1$$

$$M = \frac{1}{3} L_1$$

$$S_1 = \frac{2}{3} L_1$$

$$S_2 = 0$$

$$\frac{J_{1k}}{J_{2k}} = \frac{L_2}{M} = 1$$

$$E_{1k} = 2\pi c\left\{S_1 J_{1k} + \frac{w_1}{w_2} S_2 J_{2k}\right\} = 2\pi c J_{1k}\frac{2}{3} L_1.$$

Nach den vom Verfasser vorgeschlagenen Definitionen (entsprechend Gleichungssystem *B*), rechnen wir mit effektiven Windungszahlen. Aus der Tatsache, daß der magnetische Widerstand für den sekundären Fluß dreimal größer ist als der magnetische Widerstand für den primären Fluß, folgt schon, daß die effektive sekundäre Windungszahl $\sqrt{3}$ mal kleiner ist als die effektive primäre Windungszahl.

Das gleiche Resultat ergibt sich aus:

$$\frac{w_{1\,\mathrm{eff}}}{w_{2\,\mathrm{eff}}} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} = \sqrt{3}.$$

Dieses Beispiel wurde deshalb gewählt, weil hieraus deutlich hervorgeht, daß sogar die effektive Windungszahl einer „konzentrierten" Wicklung nicht mit der wirklichen Windungszahl übereinzustimmen braucht.

Die weitere Rechnung ergibt dann:

$$S_1 = L_1\left\{1 - \frac{1}{3}\sqrt{3}\right\},$$

$$S_2 = L_1\left\{\frac{1}{3} - \frac{1}{9}\sqrt{3}\right\}.$$

$$J_{1k} = J_{2k},$$

$$E_{1k} = 2\pi c\left\{S_1 J_{1k} + \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} S_2 J_{2k}\right\} = 2\pi c J_{1k}\frac{2}{3} L_1.$$

Damit die beiden Wicklungen je für sich gleiche scheinbare Leistung aufnehmen, müssen die aufgenommenen Ströme sich verhalten, wie:

$$J_2 : J_1 = w_{1\,\mathrm{eff}} : w_{2\,\mathrm{eff}} = \sqrt{3}.$$

Es sind dann die jeweils erforderlichen Spannungen:

$$E_1 = 2\pi c J_1 L_1,$$

$$E_2 = 2\pi c J_2 L_2 = 2\pi c J_1\sqrt{3}\cdot\frac{1}{3} L_1 = 2\pi c J_1 L_1\frac{1}{\sqrt{3}},$$

also:

$$E_2 J_2 = 2\pi c J_1 L_1\frac{1}{\sqrt{3}} J_1\sqrt{3} = E_1 J_1,$$

wie vorausgesetzt.

Digitized by Google

Momentane Lichtstärke von Wechselstrom-Bogenlampen.

Von Dr. **Johann Sahulka.**

Im Jahrgang 1907, Heft 11, dieser Zeitschrift habe ich eine Methode der Bestimmung der momentanen Lichtstärke von Glühlampen beschrieben. Die Methode bestand darin, daß die Glühlampe in einen Zweig einer Wheatstoneschen Brücke geschaltet war, wobei als Stromquelle Wechselstrom verwendet wurde, und dem Galvanometer eine Joubertsche Kontaktscheibe vorgeschaltet war; die Spannung der Stromquelle war so gewählt, daß die Lampe mit normaler Spannung brannte. In dieser Art konnte der Widerstand der Lampe in einem bestimmten Zeitmomente einer Periode gemessen werden; gleichzeitig wurde auch der zugehörige Stromwert gemessen. Der Spannungswert ergibt sich durch Multiplikation der beiden Werte. Durch Verstellung der Bürsten an der Kontaktscheibe konnte erreicht werden, daß die Widerstandswerte und ebenso die Strom- und Spannungswerte im ganzen Verlauf einer Periode gefunden wurden. Die den Widerständen entsprechenden Lichtstärken wurden bei Verwendung einer Gleichstromquelle bestimmt. Aus den erhaltenen Werten ergab sich die der dynamischen Lichtbogencharakteristik analoge Kurve für die Glühlampe und die Lichtstärkenhysteresis, das ist die Kurve, welche anzeigt, wie die Lichtstärke der Lampe in bezug auf die Stromstärke in der Phase nachhinkt.

Diese Methode ist für die Bestimmung der momentanen Lichtstärke von Bogenlampen nicht anwendbar, weil einem bestimmten Widerstande der Lampe nicht die gleiche Lichtstärke entspricht, welche die Lampe bei Verwendung von Gleichstrom hat. Im zitierten Artikel habe ich auch Methoden der Bestimmung der momentanen Lichtstärke von Bogenlampen beschrieben; eine der Methoden bestand darin, daß in den einzelnen Zeitmomenten einer Periode der Photometerkopf abgeblendet wurde. Diese Methode habe ich später in der Weise abgeändert, daß ich die Abblendung des Okulars anstatt des Photometerkopfes anwendete. Dadurch ist es möglich geworden, den Apparat sehr klein gestalten und die momentanen Lichtstärken und Stromstärken bequem messen zu können. Ein für die Ausführung der Messung dienender Apparat wurde im Jahre 1909 im Elektrotechnischen Institute der Technischen Hochschule in Wien geschaffen und damals Messungen ausgeführt, über welche ich nachfolgend berichte. Herr Dr. Karl Haubner besorgte die Detailausführung des Apparates und unterstützte mich bei den Messungen, wofür ich ihm an dieser Stelle danke.

In den Fig. 1 und 2 sieht man den Apparat und die Art, wie er auf einer Photometerbank B mit Lummer-Brodhunschem Photometerkopf angeordnet war. An der Stelle, wo sich der Photometerkopf befindet, ist auf der Bank ein hölzernes Gestell G, welches ein in der Figur nicht sichtbares Grundbrett hat, gestellt; das Grundbrett war mittels Holzzwingen auf der Bank festgeschraubt. Auf dem Holzgestell ist ein kleiner Synchronmotor M befestigt, der dem Frankeschen Apparat zur Aufnahme der Kurvenform von Wechselströmen entnommen war. Der Motor ist mit einer Welle K gekuppelt, welche senkrecht zur Photometerbank gerichtet ist. Die Lager der Welle sind mit L_1 und L_2 bezeichnet. Die Welle K trägt eine Kontaktscheibe C, welche sowohl einen Joubertschen Kontakt, als auch den von mir eingeführten Halbperiodenkontakt enthält, und eine Scheibe S_1, welche ein Loch hat, das einmal während jeder Umdrehung der Scheibe das Gesichtsfeld des Okulars O freigibt. Die Bürsten, welche auf der Kontaktscheibe schleifen, werden von einem Bürstenhalter getragen, der in verstellbarer Weise am Lager L_1 befestigt ist. Zum Schutze des Auges befindet sich vor der Scheibe S_1 noch eine feste Scheibe S_2, welche ebenfalls ein Loch hat, das sich vor dem Okulare O befindet. Die Scheibe S_1 hat einen Radius von 11 *cm*, das Loch ist 10 *mm* weit in radialer Richtung, 6 *mm* weit in der darauf senkrechten Richtung; der

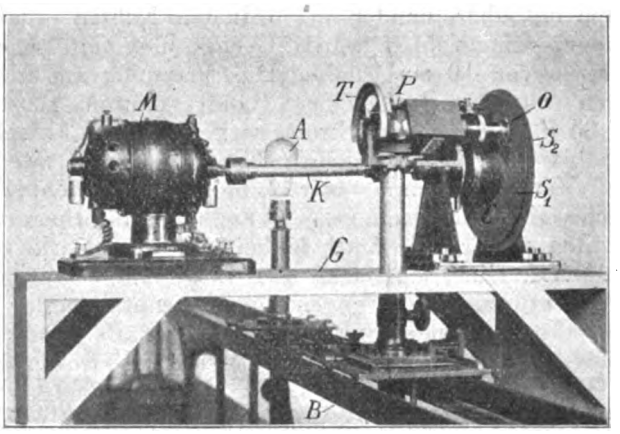


Fig. 1.

Mittelpunkt des Loches befindet sich in 7 *cm* Entfernung von der Dreiachse. Die Welle K ist seitlich von der Stütze des Photometerkopfes so angeordnet, daß dieser in beliebiger Weise verstellbar ist. In den Figuren sieht man noch die Gipsplatte P und den Teilkreis T des Photometerkopfes, sowie die Vergleichslampe A.

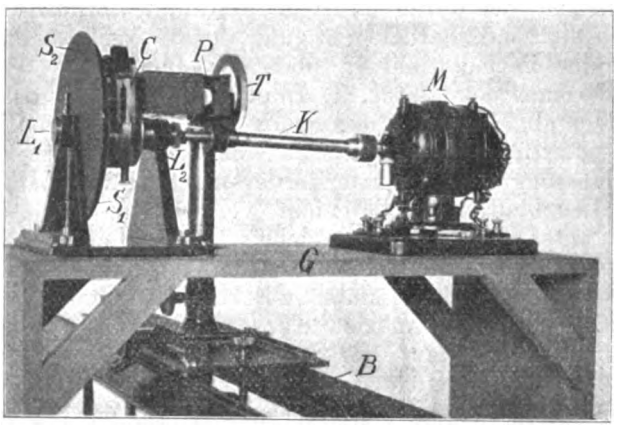


Fig. 2.

Um zu vermeiden, daß zwecks Bestimmung der Momentanwerte der Lichtstärke und Stromstärke irgendeine Verstellung am Apparate notwendig ist, wurde als Stromquelle eine Eichmaschine für Wechselstrom benutzt, welche zwei Statoren hatte, von denen der eine Starkstrom von niederer Spannung, der andere einen Schwachstrom abgibt und gegenüber dem ersten Stator verstellbar ist. Der Strom des ersten Stators wurde auf etwa 120 *V* transformiert und zur Speisung des Lichtbogens benutzt; der Strom des zweiten Stators diente für den Betrieb des Motors M. Die Bürsten, welche auf dem Halbperiodenkontakt C des Apparates (Fig. 1 und 2) schleifen, wurden so eingestellt, daß der Kontaktschluß in demselben Augenblicke eintrat, wenn das

Digitized by Google

Loch in der Scheibe S_1 das Gesichtsfeld des Okulars O freigab. Man beobachtete in dieser Art, wenn der Motor M in Gang war, die zu einer bestimmten Lichtphase zugehörige Stromphase. Nun brauchte man nur den Stator der zweiten Maschine gradweise zu verstellen und erhielt dadurch, ohne den Motor abzustellen oder die Bürsten der Kontaktvorrichtung zu verstellen, durch gewöhnliche Photometrierung die aufeinander folgenden Lichtsphasen und gleichzeitig die zugehörigen Stromphasen.

Im nachfolgenden sind die Ergebnisse mitgeteilt, welche bei Untersuchung einer Wechselstrom-Bogenlampe mit übereinander angeordneten Kohlen erhalten werden. Die Kohlen waren Dochtkohlen mit Leuchtzusätzen von 10 *mm* Dicke. Die Spannung am Lichtbogen wurde mittels eines Handregulators konstant auf 35 *V* gehalten, der Strom variierte hiebei zwischen 12·8 bis 13 *A*. Die Periodenzahl des Stromes war 42. Die Vergleichslampe war eine Kohlenfadenlampe, welche mit Gleichstrom gespeist und auf 105 *V* Spannung gehalten wurde; sie hatte hiebei eine Lichtstärke von 46·24 *NK*. Die Lichtstärke der Bogenlampe wurde in der Richtung, welche gegen die Horizontale unter 45° nach abwärts geneigt war und in horizontaler Richtung gemessen. Im ersteren Falle betrug die Entfernung des Lichtbogens von der Gipsplatte des Photometerkopfes 2 *m*, im letzteren Falle 1·5 *m*. In den Stromkreis der Bogenlampe war ein Regulierwiderstand und ferner, zwecks Aufnahme der Momentanwerte des Stromes, die primäre Spule einer eisenfreien Induktionsspule geschaltet. Die sekundäre Spule war unter Zwischenschaltung des Halbperiodenkontaktes über einen Ohmschen Widerstand von 30 Ω und ein Gleichstrom-Milliamperemeter von 1 Ω Widerstand geschlossen; der Gesamtwiderstand des sekundären Kreises war 35·3 Ω. Aus dem Koeffizienten der gegenseitigen Induktion, der durch Messung bestimmt worden war, ergab sich mit Berücksichtigung dieses Widerstandes und der Periodenzahl 42, daß der momentane Wert des Stromes der Lampe, in Ampere ausgedrückt, gleich war den abgelesenen Milliamperes dividiert durch 5·032. Der punktförmige Joubertsche Kontakt hatte sich für die Messung der Stromstärke der untersuchten Lampe mit Leuchtzusätzen als nicht verwendbar erwiesen. Eine untersuchte Lampe, welche selbstregulierend war, zeigte sehr starke Schwankungen der Lichtstärke; deshalb wurde eine Lampe mit Handregulator untersucht. Die aufgenommenen Kurven zeigten stets einen regelmäßigen Verlauf der Stromstärke, jedoch traten in der Lichtstärke Unregelmäßigkeiten auf; dieselben sind offenbar auf eine ungleiche Verteilung der Leuchtzusätze zurückzuführen. Trotzdem konnte man in jedem Falle den Verlauf der Lichtstärkenkurve gut erkennen. In den Figuren sind alle beobachteten Werte eingetragen, auch wenn sich aus dem angegebenen Grunde Unregelmäßigkeiten ergaben. Die Zahlenwerte, welche den einzelnen Ablesungen entsprachen, führe ich nicht an, weil sich aus den Figuren ohnehin die Werte ersehen lassen.

Die Fig. 3 stellt die Lichtstärken-Hysteresiskurven dar. Als Abszissen sind die Momentanwerte der Stromstärke in Amperes, als Ordinaten die zugehörigen Lichtstärken in Hefnerkerzen aufgetragen. Die nach rechts aufgetragenen Stromstärken bedeuten, daß die obere Kohle positiv war; im Falle die untere Kohle positiv ist, wurde die Stromstärke nach links aufgetragen. Die obere Kurve stellt den Verlauf der in der Richtung unter 45° nach abwärts gemessenen Lichtstärke dar; die untere Kurve gibt den Verlauf der Lichtstärke derselben Lampe in horizontaler Richtung

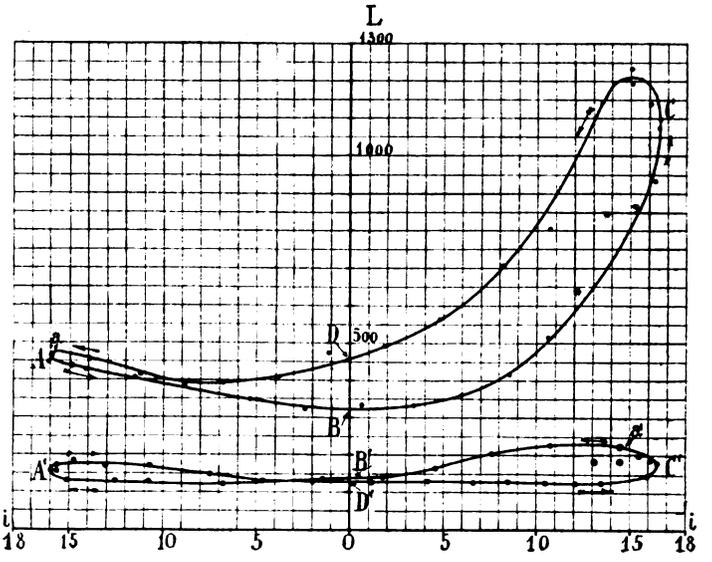


Fig. 3.

an. Während jeder Periode werden diese Kurven im Sinne der gezeichneten Pfeile durchlaufen.

In der Fig. 4 sind dieselben Stromstärken, auf welche sich die Fig. 3 bezieht, als Ordinaten und als Abszissen die Zeiten bezw. die Phasen, welche einer

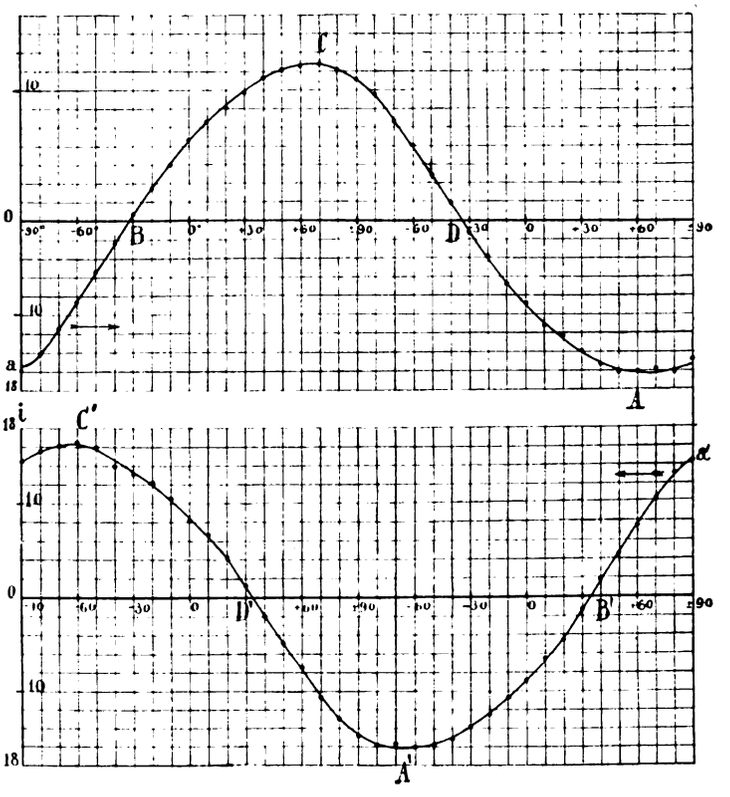


Fig. 4.

Periode entsprechen, aufgetragen. Die obere Kurve entspricht der oberen Kurve in der Fig. 3; ebenso entsprechen einander die beiden unteren Kurven. Während der Messung können die Kurven in beliebiger Richtung durchlaufen werden; dies hängt nur davon ab, in welcher

Digitized by Google

Richtung der zweite Stator der Wechselstrommaschine verstellt wird. Während der Aufnahme der Lichtstärke unter 45° nach abwärts wurde der Stator stufenweise immer nach derselben Seite verstellt; während der Aufnahme der Lichtstärke in der horizontalen Richtung wurde er im entgegengesetzten Sinne verstellt. Daher haben in der Fig. 4 die Pfeile bei den Kurven entgegengesetzte Richtung. In jedem Falle konnte der Stator nur im Bereiche von 180° Phasenverschiebung verstellt werden; es mußte dann der Strom der Bogenlampe kommutiert und der verstellbare Stator nochmals in die früheren Stellungen gebracht werden, um den Verlauf der zu messenden Größen in der zweiten Halbperiode zu erhalten. Die Buchstaben, welche den Kurven beigesetzt sind, entsprechen, wenn sie gleich sind, übereinstimmenden Zeitmomenten.

Aus der oberen Kurve in der Fig. 3, welche sich auf die Lichtaussendung in der Richtung unter 45° nach abwärts bezieht, ersieht man folgendes. Wenn der Strom den Nullwert hatte und die Halbperiode folgte, in welcher die obere Kohle positiv war, betrug die Lichtstärke 330 *NK* (Punkt *B* der Kurve). Wenn der Strom den Höchstwert 16·6 *A* hatte (Punkt *C*), betrug die Lichtstärke 1100 *NK*. Während der Strom abnahm, stieg die Lichtstärke anfänglich noch bis 1230 *NK* und sank dann, während der Strom bis zum Nullwert abnahm (Punkt *D*) bis 460 *NK*. Während der Strom negativ und also auch die obere Kohle negativ war, sank die Lichtstärke noch allmählich bis 390 *NK* und stieg dann bis 470 *NK*, das Maximum koinzidierte in diesem Falle fast mit dem Maximum der Stromstärke (Punkte *a*, *A*). Während der Strom bis zum Nullwerte abnahm, sank die Lichtstärke wieder bis zu dem anfänglich angegebenen Werte. Das Maximum der Lichtstärke ist, wenn die obere Kohle positiv ist, natürlich viel größer als wenn sie negativ ist. Die größte und die kleinste Lichtstärke stehen etwa im Verhältnis wie 4 : 1. Das Maximum der Lichtstärke tritt, wenn die obere Kohle positiv ist, nur mit geringer Verspätung ein, was auf die gute Leitfähigkeit der Luft zurückzuführen ist. Im Falle die obere Kohle negativ ist, trat im untersuchten Falle keine Verspätung des Maximums ein; dies ist wahrscheinlich auf die stark leuchtende untere Kohle und die von der oberen Kohle bewirkte Reflektorwirkung zurückzuführen. Bei anderen Versuchen kreuzten sich die beiden Kurvenäste auf der linken Seite, wie bei der unteren Figur, so daß auch hier eine kleine Verspätung des Maximums eintrat.

Aus der unteren Kurve in der Fig. 3, welche sich auf die Lichtaussendung in horizontaler Richtung bezieht, ersieht man, daß der Verlauf der Lichtstärke in den beiden Halbperioden ungleich ist. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, weil zwischen den beiden Kohlen, wie ich bereits im Jahre 1894 in meinen Arbeiten über den Wechselstromlichtbogen nachwies*), auch bei gleicher Beschaffenheit der Kohlen eine gleichgerichtete Spannungsdifferenz von etwa 2 bis 4 *V* besteht. Möglicherweise ist die Verschiedenheit auch auf eine ungleiche Beschaffenheit der Kohlen zurückzuführen.

Es dürfte von Interesse sein, mit der Kurve der Lichtstärken-Hysteresis der Bogenlampe noch die Kurve der Lichtstärken-Hysteresis einer Glühlampe mit Wolframfaden zu vergleichen, welche ich in meinem zitierten Artikel, E. u. M. 1907, Heft 11, erhielt. Die Lampe hatte bei 110 *V* eine Lichtstärke von 58·9 *NK*, der Wechselstrom hatte die Periodenzahl 50. Diese Kurve ist in der Fig. 5 dargestellt; die Abszissen stellen wieder die momentane Stromstärke in Ampere, die Ordinaten die Lichtstärke in Normalkerzen dar. Die lemniskatentörmige Kurve wird während einer Periode in der Richtung der beigefügten Pfeile durchlaufen. Betrachtet man die rechtsseitige Hälfte und beginnt man mit dem Momente, wo der Strom den Nullwert hat, so ersieht man, daß in diesem Falle die Lichtstärke 75 *NK* betrug. Während die Stromstärke zunahm, sank zunächst die Lichtstärke, da die erzeugte Joulesche Wärme den Wärmeverlust nicht deckte, bis 65 *NK*; dieses Minimum trat erst bei einer Stromstärke ein, welche etwa gleich war Dreivierteln des Höchstwertes. Erst von nun an überstieg die Joulesche Wärme den Wärmeverlust, so daß die Lichtstärke steigt. Sobald der Höchstwert des Stromes erreicht war, hatte die Lichtstärke etwa den gleichen Wert, wie im Momente, wo die Stromstärke den Nullwert hatte. Während der Abnahme des Stromes tritt zunächst eine Steigerung der Lichtstärke ein; dies wird noch dadurch gefördert, weil der stark erhitzte Glühfaden nun einen größeren Widerstand hat und daher bei gleicher Stromstärke nun mehr Wärme erzeugt wird als während der Zunahme des Stromes. Das Maximum der Lichtstärke, welches 84 *NK* betrug, liegt daher links von dem beobachteten Minimum. Im weiteren Verlaufe ist wieder die Joulesche Wärme kleiner als der Wärmeverlust und sinkt daher die Lichtstärke wieder auf den anfänglich angegebenen Wert. Bei der untersuchten Lampe verhielten sich die größte und kleinste Lichtstärke etwa wie 5:4.

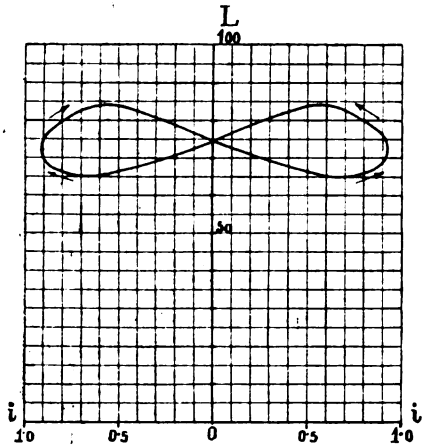


Fig. 5.

Zusammenfassung.

Es wird ein Verfahren und ein Apparat beschrieben zur Messung der momentanen Lichtstärke und Stromstärke von Wechselstrombogenlampen und die Ergebnisse der im Jahre 1909 ausgeführten Versuche mitgeteilt. Die Methode der Messung beruht auf der Abblendung des Okulars des Photometerkopfes. Die Ergebnisse an einer Bogenlampe werden mit den im Jahre 1907 an einer Metallfadenglühlampe erhaltenen verglichen.

*) Z. f. El. 1894, Seite 572.

Digitized by Google

Über die Vorausberechnung der Eisenverluste bei Transformatoren und Maschinen.

Von **J. Fischer-Hinnen**, Ober-Ingenieur, Oerlikon.

Die Arbeitsweise des in der Praxis stehenden Ingenieurs unterscheidet sich insofern von derjenigen des Theoretikers, als ihm nicht nur die Lösung bestimmter Aufgaben zugewiesen wird, sondern man erwartet gleichzeitig, daß er diese Arbeit in einer möglichst kurzen Zeit erledige. Das Prinzip der Sparsamkeit, welches gegenwärtig die gesamte Technik beherrscht und mehr und mehr auch auf geistige Erzeugnisse übergreift, zwingt ihn naturgemäß, dasselbe auch auf seine eigene Tätigkeit anzuwenden, wodurch dieselbe das ihr eigene Gepräge erhält.

Wollte er an die ihm übertragenen Arbeiten mit dem umständlichen Rüstzeuge der Wissenschaft herantreten, so würde seine Leistungsfähigkeit bald auf dem Gefrierpunkt angelangt sein; seine Hauptaufgabe wird vielmehr darin bestehen, die Gesamtzahl der oft verwickelten Erscheinungen nach ihrer Größenordnung abzuschätzen, die hauptsächlichsten davon zu berechnen und die übrigen durch Erfahrungskoeffizienten in Rechnung zu bringen. Dabei liegt ihm viel weniger daran, ob nun der hiezu benutzte Rechnungsgang in jeder Beziehung den wirklichen Vorgängen entspreche, als vielmehr, daß das Endresultat möglichst gut mit dem Versuche übereinstimme und auf einfache Weise erreichbar sei. Auch die wissenschaftlich einwandfreieste Formel verliert für ihn jeglichen Wert, wenn ihre Anwendung mit einem verhältnismäßig großen Zeitaufwande verknüpft ist.

Daraus erklärt sich seine Vorliebe für kurze, prägnante Formeln, an denen er oft auch dann noch mit Zähigkeit festhält, wenn sich ihr Gültigkeitsbereich als mehr oder weniger beschränkt erwiesen hat, hat er es doch in der Hand, das Resultat jederzeit durch sogenannte Erfahrungskoeffizienten, an denen wir bekanntlich sehr reich sind, in dem gewünschten Sinne zu korrigieren.

Zwei derartige Formeln, welche uns durch Jahre hindurch wertvolle Dienste geleistet haben, sind die sogenannte Steinmetzsche Formel zur Bestimmung der Hysteresisverluste und die Flemingsche Formel zur Berechnung der Wirbelstromverluste.

Die erstere lautet bekanntlich

$$w_h = \alpha \,.\, c \,.\, B^{1\cdot6} \,.\, V \,.\, 10^{-7} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1),$$

die letztere: $w_f = \beta \,.\, c^2 \,.\, a^2 \,.\, B^2 \,.\, V \,.\, 10^{-12} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2).$

Dabei bedeuten α und β Koeffizienten, a die Blechdicke in cm, c die Periodenzahl, V das Eisenvolumen in cm^3 und B die Liniendichte.

Obwohl gegen die Richtigkeit der Steinmetzschen Formel wiederholt Bedenken geäußert wurden — ich erinnere nur an die verschiedenen Aufsätze von Professor Dr. Niethammer — und auch die Flemingsche Formel nur unter gewissen Voraussetzungen zulässig ist, wird damit auch heute noch immer gerechnet. Nun ist freilich zu bemerken, daß die dadurch entstehenden Fehler im allgemeinen nicht allzusehr ins Gewicht fallen, so lange die Formeln bloß auf Transformatoren angewendet werden, was auch begreiflich ist, da wir es hier durchschnittlich mit Liniendichten in der Nähe von 10.000 zu tun haben, also in jenem Sättigungsbereiche, für welchen die Koeffizienten aus den Wattverlusten abgeleitet werden. Außerdem machen die Wirbelstromverluste bei Transformatoren einen verhältnismäßig geringen Prozentsatz der Gesamtverluste aus, so daß selbst größere Fehler das Endresultat nur verhältnismäßig wenig beeinflussen.

Ganz anders stellt sich jedoch die Sache, wenn wir zu geringeren oder größeren Sättigungen übergehen oder es versuchen, die gleichen Formeln auf Maschinen anzuwenden. Ja, man ist es nachgerade gewohnt, Fehler von 100 bis 150% als durchaus normal zu betrachten. Aber selbst bei Transformatoren läßt die Übereinstimmung oft stark zu wünschen übrig und zeigt es sich, daß die von den Werken garantierten Verlustziffern (Verlust pro *kg* bei 10.000 Linien und 50 Perioden) nur einen höchst unzuverläßlichen Maßstab für die Beurteilung der Verluste im fertigen Transformator bieten.

Es dürfte deshalb nicht uninteressant sein, die Frage der Eisenverluste einmal etwas mehr vom praktischen Standpunkte aus zu betrachten.

Nach der bisherigen Anschauung nimmt der Hysteresisverlust mit der 1·6ten Potenz der Liniendichte, der Wirbelstromverlust mit der zweiten Potenz zu. Faßt man die beiden zusammen, so kann der Gesamtverlust proportional dem Ausdrucke B^x gesetzt werden, wobei der Exponent x zwischen 1·6 und 2, auf alle Fälle aber näher an 1·6 liegen müßte, weil ja die Hysteresisverluste bei Transformatoren die Wirbelstromverluste ziemlich überwiegen.

Im großen ganzen trifft dies auch zu, sofern die Versuche in der üblichen Weise an unbearbeiteten Blechen vorgenommen werden, obwohl auch bei diesen Messungen von einer eigentlichen Konstanz des Exponenten kaum mehr gesprochen werden kann. So zum Beispiel sind in der nachstehenden Tabelle I die Versuchsdaten von fünf Blechsorten zusammengestellt, bei welchen der Exponent zwischen 1·46 bis 2 variierte.

Diese Zahlen sind jeweils aus zwei verschiedenen Liniendichten, welche im Verhältnisse von 1 : 2 stehen berechnet worden und beziehen sich auf die in Fig. 1 dargestellten Verlustkurven.

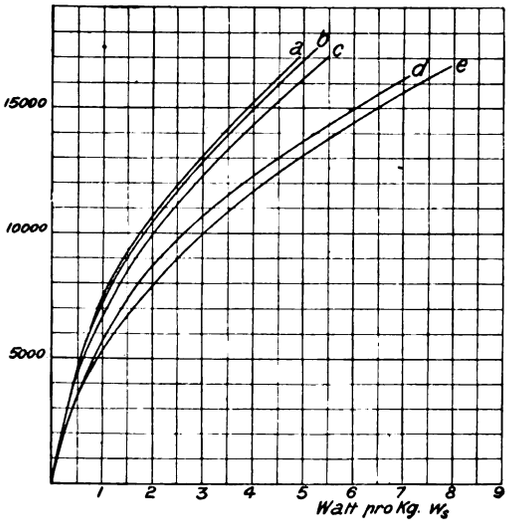


Fig. 1. Eisenverluste verschiedener Blechsorten (mit dem Epsteinschen Apparate gemessen).

Tabelle I. Werte des Exponenten x bei unbearbeiteten Blechen.

Blechsorte	Verlustziffer	Sättigungsbereich					
		10.000 bis 15.000	8000 bis 16.000	7000 bis 14.000	6000 bis 12.000	5000 bis 10.000	4000 bis 8000
Bismark, legiert .	1·75	1·94	1·83	1·76	1·66	1·54	1·47
Thale *F* . .	1·85	1·97	1·87	1·72	1·83	1·70	1·64
„ *E* . .	2·0	1·92	1·83	1·79	1·73	1·59	1·49
„ *C* . .	2·6	2·06	2·00	1·89	1·82	1·66	1·46
„ *B* . .	3·0	1·90	1·86	1·82	1·77	1·63	1·49

Digitized by Google

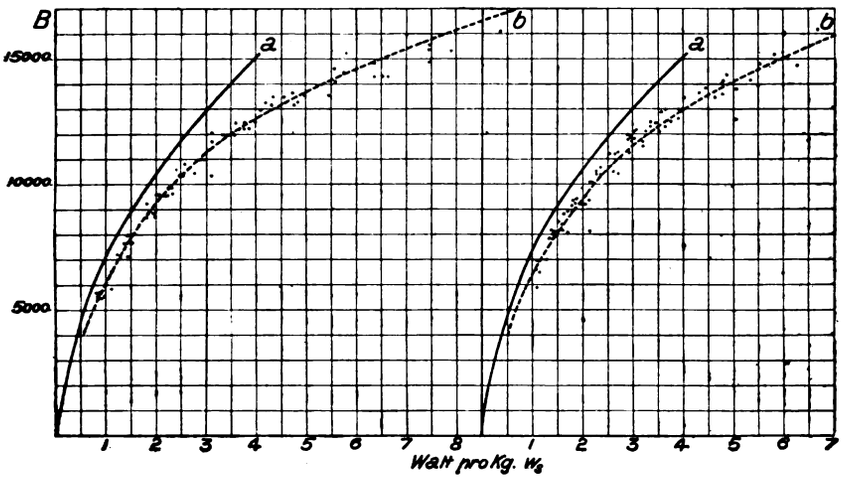


Fig. 2 u. 3. Eisenverluste bei fertigen Transformatoren gemessen.

Ein ziemlich verschiedenes Bild zeigen die Kurven Fig. 2 und 3, welche sich auf rund 150 Wattmessungen an 28 fertigen Transformatoren von 1 bis 5000 *kW* beziehen*). Dabei handelt es sich durchwegs um Bleche mit Verlustziffern von 1·9 bis 2 *W* pro *kg*.

Berechnet man wiederum in der oben angedeuteten Weise den Exponenten x, so ergeben sich die in der Tabelle II zusammengestellten Zahlen. Wir ersehen daraus, daß nicht nur die gesamten Verluste bei der Linienzahl 10.000 durchschnittlich 15 bis 20% höher liegen, sondern daß auch die Exponenten mit zunehmender Liniendichte größere Werte annehmen. Besonders auffallend ist diese Zunahme für Liniendichten zwischen 10.000 bis 15.000 Linien, das heißt in jenem Bereiche, der in der Praxis am meisten vorkommt. Während wir zum Beispiel bei den unbearbeiteten Blechen Werte von 1·9 bis 2·06 antreffen, steigen dieselben bei den fertigen Transformatoren bis auf 2·55 bezw. 2·47.

Tabelle II. Werte von x bei fertigen Transformatoren.

Blechsorte	Verlustziffer	Sättigungsbereich					
		10.000 bis 15.000	8000 bis 16.000	7000 bis 14.000	6000 bis 12.000	5000 bis 10.000	4000 bis 8000
Verschieden (s. Kurve 3)	1·9—2	2·55	2·32	2·09	1·87	1·61	1·5
Verschieden (s. Kurve 4)	1·9—2	2·47	2·24	2·07	1·85	1·65	1·55

Ähnliche Verhältnisse fand ich bei früheren Messungen an elf verschiedenen Blechsorten, welche mittels des Köpselschen Apparates untersucht wurden.

Wir müssen daraus den Schluß ziehen, daß durch die Bearbeitung der Bleche die Qualität ungünstig beeinflußt wird, und zwar dürfte der Grund hiefür weniger in einer Zunahme der Hysteresisverluste als vielmehr in zusätzlichen Wirbelstromverlusten zu suchen sein, welche an den Trennungsflächen infolge ungenügender Isolation auftreten. Daß diese Annahme wohl zutrifft, geht unter anderem auch sehr deutlich aus den Versuchskurven Fig. 4 hervor, welche an einem 10 *kW*-Transformator unter verschiedenen Verhältnissen aufgenommen wurden.

Auf alle Fälle muß der Konstrukteur mit dieser unvermeidlichen Tatsache rechnen und wird er deshalb

*) Diese Kurven sowie diejenigen Fig. 4 sind mir in liebenswürdiger Weise von Herrn Ing. C. Öchslin zur Verfügung gestellt worden.

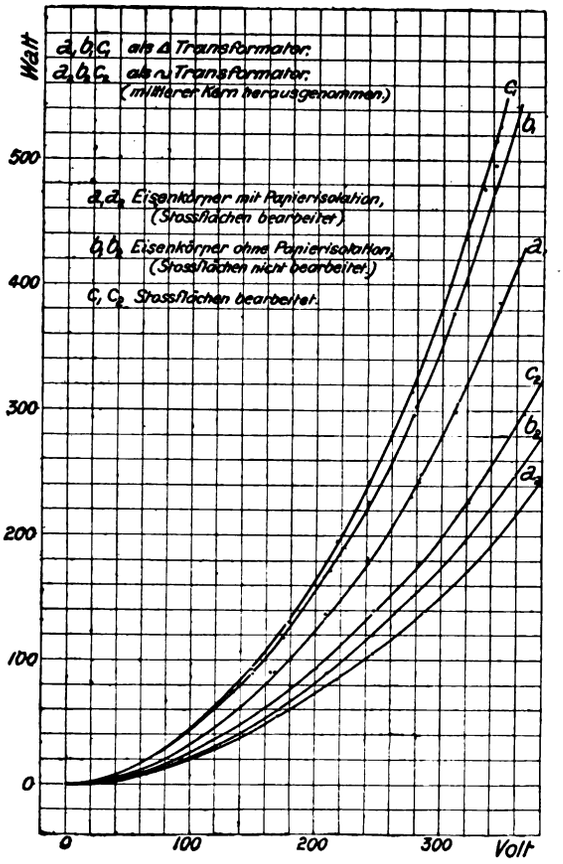


Fig. 4. Eisenverluste bei Einphasen- und Drehstrom und verschiedener Blechisolation.

gut tun, seinen Berechnungen zum vorneherein eine zirka 20% höhere Verlustziffer zu grunde zu legen. Ferner hat es aber auch keinen Sinn mehr, hartnäckig an dem althergebrachten Exponenten 1·6 festzuhalten, indem man der Wirklichkeit bedeutend näher kommt, wenn man denselben durch 2 ersetzt, ganz abgesehen davon, daß sich dadurch die Rechnung wesentlich vereinfacht.

Dadurch nimmt die Formel 1) nachstehende Form an: Hysteresisverlust

$$w_h = \alpha . c . B^2 . V . 10^{-12} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3).$$

Setzen wir noch den Wirbelstromverlust

$$w_f = \beta a^2 . c^2 . B^2 . V . 10^{-12} . \quad . \quad . \quad . \quad 4),$$

so ergibt sich ein Gesamtverlust

$$w = w_h + w_f = (\alpha + \beta a^2 c) c . B^2 . 10^{-12} . \quad . \quad 5).$$

Für $B = 10000$ und $c = 50$ wäre dann der Verlust pro *kg*

$$w_s = (\alpha + \beta a^2 . 50) . 50 . 10000^2 . V_0 . 10^{-12} \quad . \quad 6),$$

wenn V_0 das Eisenvolumen in cm^3 pro *kg* bedeutet.

Dividiert man noch Gleichung 5) durch 6), wobei der Quotient $\frac{V}{V_0} = G$, das heißt gleich dem Eisengewicht gesetzt werden kann, so erhalten wir

$$w = \left(\frac{\alpha + \beta a^2 c}{\alpha + \beta a^2 50}\right) . w_s \left(\frac{c}{50}\right) \left(\frac{B}{10000}\right)^2 . G \quad . \quad 7).$$

Nun ist aber der erste Klammerausdruck für Periodenzahlen zwischen 40 und 60 nur wenig von der Einheit verschieden, so daß man innerhalb dieses Bereiches mit genügender Annäherung

$$w = w_s . \left(\frac{c}{50}\right) \left(\frac{B}{10000}\right)^2 . G \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8)$$

setzen kann.

Digitized by Google

Für größere oder kleinere Periodenzahlen dagegen müßte die rechte Seite allerdings noch mit einer Konstanten k multipliziert werden, welche der Tabelle III entnommen werden kann.

Tabelle III. Werte von k.

Watt pro *kg*		2		3		4	
Blechdicke *mm*		0·5	0·35	0·5	0·35	0·5	0·35
Periodenzahl	100	1·13	1·16	1·15	1·11	1·18	1·09
	60	1·03	1·03	1·03	1·02	1·04	1·02
	50	1	1	1	1	1	1
	40	0·97	0·97	0·97	0·98	0·96	0·98
	25	0·93	0·92	0·92	0·94	0·96	0·95
	15	0·91	0·89	0·92	0·92	0·96	0·94

Dieser Tabelle liegen folgende prozentuale Wirbelstromverluste zugrunde.

Tabelle IV. Prozentuale Wirbelstromverluste.

Watt pro *kg*		2		3		3	
Blechdicke *mm*		0·5	0·35	0·5	0·35	0·5	0·35
Periodenzahl	100	23	28	28·2	20·3	32·7	16·1
	60	15·2	18·9	17·7	13·1	22·4	10·4
	50	13	16·2	15·2	11·3	19·3	8·8
	40	10·7	13·4	12·5	9·3	16·1	7·1
	25	7	8·8	8·2	5·7	10·7	4·6
	15	4·3	5·5	5·1	3·5	6·5	2·8

Die letztere Tabelle bedarf noch einer näheren Erklärung. Vor allem dürfte es auffallen, daß der prozentuale Wirbelstromverlust der 0·5 *mm*-Bleche mit der Verlustziffer zunimmt, während man bisher gewohnt war, diesen Verlust, gleiche Sättigung und Periodenzahl vorausgesetzt, als eine konstante Größe zu betrachten, so daß also der prozentuale Verlust eigentlich mit der wachsenden Verlustziffer abnehmen müßte, wie dies zum Beispiel für die 0·35 *mm*-Bleche tatsächlich zutrifft.

Diese Annahme beruht indessen auf einem Irrtum. Wie wir nämlich später sehen werden, variiert der spezifische Widerstand der Bleche außerordentlich mit der Blechdicke, woraus sich eben diese auffallenden Verhältnisse ergeben.

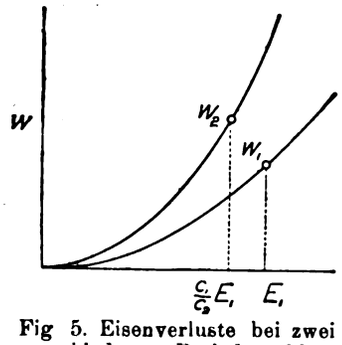


Fig. 5. Eisenverluste bei zwei verschiedenen Periodenzahlen.

Nun sollten eigentlich über diesen Punkt keine Zweifel mehr bestehen, da sich die Wirbelstromverluste bekanntlich von den Hysteresisverlusten durch direkte Messung trennen lassen. Man braucht zu diesem Zwecke nur die Gesamtverluste w_1 und w_2 bei zwei verschiedenen Periodenzahlen c_1 und c_2 und gleichbleibender Sättigung zu ermitteln (siehe Fig. 5), indem man die Spannung proportional der Periodenzahl ändert, so erhält man zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten

$$c_1 a + c_1^2 b = w_1 \quad \ldots \ldots \quad a)$$

$$c_2 a + c_2^2 b = w_2 \quad \ldots \ldots \quad b),$$

worin das erste Glied den Hysteresisverlust, das zweite den Wirbelstromverlust darstellt. Führt man den Versuch auch noch bei anderen Liniendichten durch, so müßten sich nicht nur die Konstanten, sondern auch die Exponenten berechnen lassen. Die Sache hat jedoch einen Haken. Wollte man nämlich auf die angedeutete Weise die Wirbelstromkonstante bestimmen, so genügen schon sehr kleine Meßfehler, um zu völlig unbrauchbaren Zahlen zu gelangen. Es sei dies an einem Beispiel erläutert.

Dividiert man Gleichung *a*) durch c_1 und Gleichung *b*) durch c_2 und zieht man die erstere von der zweiten ab, so folgt

$$b = \left(\frac{w_2}{c_2} - \frac{w_1}{c_1}\right)\frac{1}{c_2 - c_1}.$$

Nehmen wir nun für einen Moment an, wir hätten bei der Ablesung von w_2 einen Fehler von $\pm x\%$ gemacht, so wird der wirkliche Verlust

$$w_2' = \left(1 \mp \frac{x}{100}\right) w_2$$

sein, woraus sich der wahre Wert von b zu

$$b' = \left[\left(1 \mp \frac{x}{100}\right)\frac{w_2}{c_2} - \frac{w_1}{c_1}\right]\frac{1}{c_2 - c_1} =$$

$$= \left(\frac{w_2}{c_2} - \frac{w_1}{c_1}\right)\frac{1}{c_2 - c_1} \mp \frac{x}{100}\,\frac{w_2}{c_2\,(c_2 - c_1)}$$

ergibt. Folglich beträgt der Fehler in der Bestimmung von b

$$y = \frac{\pm x}{1 - \frac{w_1}{w_2}\cdot\frac{c_2}{c_1}} \text{ Prozent.}$$

Setzen wir nun den Fall, es liege ein Blech von 0·35 *mm* mit einer Verlustziffer von 3·5 *W* pro *kg* vor und wir hätten bei 50 Perioden 100 *W* gemessen, so entfallen davon nach unserer Tabelle IV rund 10 *W* auf den Wirbelstromverlust und 90 *W* auf den Hysteresisverlust. Bei bloß 25 Perioden sinkt der letztere aber auf die Hälfte, das heißt 45 *W*, der Wirbelstromverlust dagegen auf ein Viertel, das heißt 2·5 *W*.

Wir hätten also

$$w_1 = 45 + 2{\cdot}5 = 47{\cdot}5\ W \text{ für } c_1 = 25$$

$$w_2 = 100\ W \text{ für } c_2 = 50$$

und daraus

$$y = \frac{\pm x}{1 - \frac{47{\cdot}5}{100}\cdot\frac{50}{25}} = \pm 20\,x,$$

das heißt ein Meßfehler von 2% hätte bereits einen Rechnungsfehler von 40% zur Folge. Noch viel unsicherer gestaltet sich die Sache, wenn man es mit sehr hohen Periodenzahlen zu tun hat.

Man sieht daraus, daß dieses Verfahren zwar sachlich einwandfrei ist, jedoch nur dann brauchbare Resultate liefert, wenn der Wirbelstromverlust verhältnismäßig groß ist.

Wir werden es deshalb mit der direkten Berechnung versuchen. Dabei entstehen jedoch neue Schwierigkeiten. Vor allem sind wir bezüglich des Verlaufes der Wirbelströme mehr oder weniger auf bloße Vermutungen angewiesen. Augenscheinlich sind drei Annahmen denkbar, welche in Fig. 6*a* bis 6*c* angedeutet sind. Nach den ersten beiden verlaufen die Ströme parallel zu den Blechkanten, die

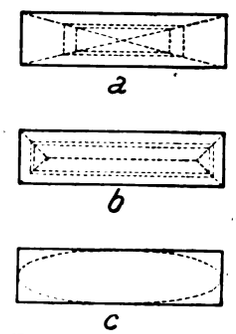


Fig. 6. Verlauf der Wirbelströme.

Digitized by Google

letzte, welche seinerzeit von Grassi vertreten wurde, setzt elliptische Strombahnen voraus. Welche dieser Annahmen die richtige ist, läßt sich nicht ohne weiteres entscheiden. Offenbar werden die Wirbelströme jene Bahnen bevorzugen, welche dem geringsten Energieverlusten entsprechen. Demnach hätte die Anschauung von Grassi die größte Wahrscheinlichkeit für sich. Andererseits widerspricht dieselbe so sehr unserem physikalischen Empfinden, daß wir sie unmöglich als richtig ansehen können. Das gleiche gilt aber auch mehr oder weniger für den in Fig. 6*a* dargestellten Stromverlauf. Wir werden daher unserer Rechnung die zweite Annahme zugrunde legen.

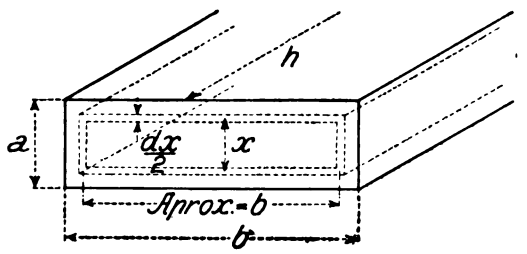


Fig. 7. Verlauf der Wirbelströme in einem Zahne.

Greifen wir irgendeine solche Strombahn (Fig. 7) heraus, so ist die darin induzierte effektive EMK

$$e = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} . c . \overline{B} . S . 10^{-8} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9),$$

wenn $\overline{B}$ die maximale Liniendichte und
S den Querschnitt in cm^2 bedeutet.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Blechdicke a gegenüber der Breite b verschwindend klein ist, so daß man mit guter Annäherung

$$S = x . b \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10)$$

setzen kann. Daraus folgt

$$e = \frac{2\pi c}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\overline{B} . b x}{10^8} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 11).$$

Bedeutet ferner
r den Ohmschen Widerstand dieses Stromkreises
ρ den spezifischen Widerstand bezogen, auf mm^2 und m, so wird

$$r = \frac{\rho}{10^4} \cdot \frac{2b}{h \frac{dx}{2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 12).$$

Somit ist der gesamte Verlust in einem einzelnen Bleche

$$w_l = \int_{x=0}^{x=a} \frac{e^2}{r} = \int_0^a \left(\frac{2\pi c}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\overline{B} b x}{10^8} \right)^2 \frac{10^4 . h dx}{\rho . 4 b} = \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \quad . \quad 13).$$

$$\frac{\pi^2}{6\rho} \cdot \frac{(a c B)^2}{10^{12}} . a b h.$$

Hier bedeutet aber $a b h$ nichts anderes, als das Volumen des Bleches in cm^3. Führen wir statt dessen das Volumen V des ganzen Blechbündels ein, so erhalten wir als gesamten Wirbelstromverlust

$$w_l = \left(\frac{\pi^2}{6\rho} \right) \frac{a^2 c^2 B^2}{10^{12}} . V \quad . \quad . \quad . \quad 14).$$

Den Ausdruck $\frac{\pi^2}{6\rho}$ findet man in der Literatur gewöhnlich gleich 16 angegeben, was ungefähr einem spezifischen Widerstande 0·1 entsprechen würde. Derartige Bleche werden jedoch heute nicht mehr im Handel angetroffen.

Um über die Größe von ρ zuverläßliche Anhaltspunkte zu gewinnen, ließ ich gleich große Tafeln von 15 verschiedenen Blechsorten durch wechselseitige Einschnitte in lange Bänder zerschneiden, deren Widerstand mittels der Meßbrücke bestimmt wurde (siehe Fig. 8). Die Versuchsdaten sind in der Fig. 9 graphisch aufgetragen. Es zeigte sich hiebei, daß der spezifische Widerstand nur für die untersuchten 0·35 *mm*-Bleche angenähert konstant blieb und ungefähr 0·2 betrug, während er bei den 0·5 *mm*-Blechen je nach der Verlustziffer der betreffenden Blechsorte etwa zwischen 0·2 bei 4 *W* bis 0·6 bei 1·8 *W* schwankte. Je kleiner also die Verlustziffer, um so größer der spezifische Widerstand. Das heißt mit anderen Worten: Um ein niedrigwattiges Blech zu erzeugen, genügt es nicht, den Hysteresisverlust zu verringern, sondern es muß in erster Linie der Wirbelstromverlust durch Vergrößerung des spezifischen Widerstandes heruntergesetzt werden.

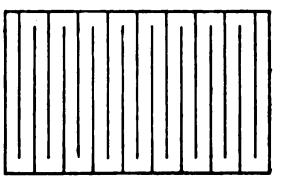


Fig. 8. Einteilung einer Blechtafel zur Bestimmung des spezifischen Widerstandes.

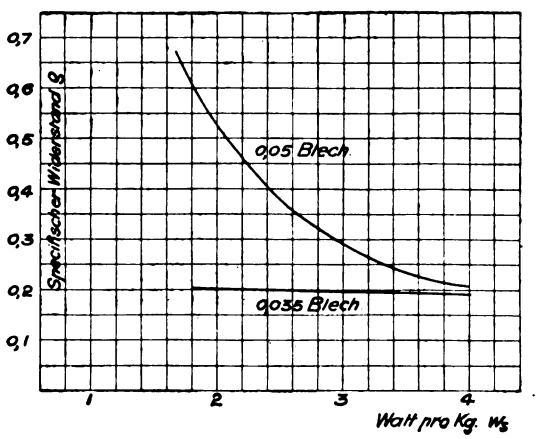


Fig. 9. Spezifischer Widerstand in Abhängigkeit von der Verlustziffer und Blechdicke.

Aus dem Gesagten ist ersichtlich, welcher praktische Wert jenen Formeln beizumessen ist, die darauf hinzielen, eine günstigste Blechdicke herauszufinden, dabei aber die Veränderlichkeit des spezifischen Widerstandes vernachlässigen.

Die richtige Antwort auf diese Frage wäre, soweit sie Transformatoren betrifft, ungefähr die: Liegen zwei Bleche von gleicher Verlustziffer jedoch verschiedener Blechdicke, zum Beispiel 0·35 und 0·5 *mm* vor, so verhalten sich ihre Füllungsfaktoren — ich verstehe darunter das Verhältnis des effektiven Eisenquerschnittes zum gesamten Querschnitte — etwa wie 0·8 : 0·87. Somit verhalten sich die Liniendichten wie 0·87 : 0·8, die Gewichte wie 0·8 : 0·87 und die Verluste wie

$$\left(\frac{0{\cdot}87}{0{\cdot}8} \right)^2 \cdot \frac{0{\cdot}8}{0{\cdot}87} = 0{\cdot}87 : 0{\cdot}8.$$

Soll also der Verlust in beiden Fällen der gleiche bleiben, so müßte für das 0·35 *mm*-Blech eine Qualität verwendet werden, welche eine zirka 8% kleinere Verlustziffer aufweist. Dafür brauchen wir zirka 8% weniger Bleche. Es wird also lediglich vom Preise abhängen, welche Sorte den Vorzug verdient.

(Schluß folgt.)

Digitized by Google

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Wasserkraftwerk für die schwedische Staatsbahn*). Zur Elektrifizierung der 129 *k* langen Strecke Kiruna Riksgraensen ist am Porjusfall ein Kraftwerk errichtet worden, das die Wasserkräfte des Luleelf ausnutzt. Durch einen hohen Damm in 8·5 *k* Entfernung vom Ausfluß des genannten Flusses wird vor dem Kraftwerk eine Talsperre gebildet, durch welche die Tiefwassermenge, die sonst 24 bis 40 m^3 pro Sekunde beträgt, auf 100 bis 150 m^3 pro Sekunde erhöht wird, wodurch bei 50 Gefälle Dauerleistungen von 40 bis 60.000 *kW* und Spitzenleistungen bis 70.000 *kW* erzielt werden können. Das Kraftwerk wird 50 *m* unter Tag in den Felsen eingesprengt und durch einen 525 *m* langen Kanal das Wasser zugeführt, das dann durch einen 1274 *m* langen Kanal abströmt. Durch große Becken an der Ein- und Ablaufseite kann man die Belastungsschwankungen ausgleichen.

Nach vollem Ausbau wird das Kraftwerk zehn Maschinensätze von je 8800 *kW* enthalten, in zwei Gruppen von je fünf Maschinen angeordnet, jede mit besonderem Einlauf und Auslauf und Ausgleichsbecken. Für den Bahnbetrieb sind Einphasenmaschinen von 15 ∼, für den Grubenbetrieb und elektrochemische Zwecke Dreiphasenmaschinen von 25 ∼ vorgesehen. Beide Betriebe können durch einen Hilfsgenerator für beide Stromarten gespeist werden. Für den Einphasenbetrieb sind Generatoren für 12.500 *PS* bei 225 minutlichen Umdrehungen 4000 *V* mit selbsttätiger Spannungsregelung vorhanden. Die Spannung wird durch Transformatoren auf 80.000 *V* erhöht. Für die Drehstromleistung sind Maschinen gleicher Leistung eingestellt, die bis auf 14.000 *PS* überlastet werden können. Die Turbinen haben wagrechte Achsen und je zwei Laufräder. Sie arbeiten mit einer Ölpumpe zur Betätigung der Reglerapparate. Die Drehstromgeneratoren leisten bei 10.000 *V* und $\cos\varphi = 0{\cdot}8$, 11.000 *kVA*. Der Stator ist in Sternschaltung und der Nullpunkt über 40 Ohm geerdet; sie können eine Erhöhung der Geschwindigkeit von 85 % durch zehn Minuten und auch plötzliche Kurzschlüsse aushalten. Der höchste Temperaturanstieg ist 40° C, die Spannungssteigerung bei plötzlicher Entlastung 22 %. Mit den Maschinen sind Erregermaschinen für 200 *V* gekuppelt. Der Hilfsgenerator für einphasigen und dreiphasigen Strom wird von einer 12.500 *PS*-Turbine getrieben. Die Spannung wird im Schalthaus ober Tag auf 71.000 *V* in drei einphasigen Transformatoren von je 3670 *kVA* Leistung mit Wasserkühlung und Ölisolierung erhöht, die Impedanzspannung ist 5·3 %, der Spannungsabfall ist sehr hoch gewählt. Mit Rücksicht auf die niedrigen Temperaturen wurde eine Temperatursteigerung von 70° C zugelassen. Durch ein Fernthermometer wird eine Störungen des Kühlwasserumlaufes anzeigende Vorrichtung betätigt. Zur Betätigung der Ventilatoren, Pumpen usw. sind ein Dampfturbo-Gleichstromerzeuger von 350 *kW* bei 500 Umdrehungen, ein Sechsphaseneinankerumformer gleicher Leistung von 300 Tourenund eine kleine Batterie von 50 *kW* vorhanden. Der Umformer kann in Notfällen mit einem Dieselmotor von 150 *PS* gekuppelt werden. Für die Beleuchtung und die Hilfsmaschine der Dämme dient Wechselstrom von 3000 *V*.

Die Schaltung ist so getroffen, daß jeder Stromerzeuger einer Transformatorgruppe entspricht. Ölschalter sind für die Stromerzeuger und die Unterspannung der Transformatoren vorgesehen, nicht aber in der Hochspannung. Durch doppelte Sammelschienengruppen werden die Maschinen an der Nieder- und an der Hochspannungseite parallelgeschaltet. Auf der ersten ist für die Überspannung ein Sterndreieckschutz mit Nullpunktwiderstand vorgesehen, auf der Hochspannungsseite sind sterngeschaltete Blitzableiter mit Metallwiderständen in Öl und Nullpunktwiderständen mit Induktionsspulen vorhanden. Die Erdwiderstände von 4000 Ohm werden den Leitungen am nächsten eingeschaltet. Der mittlere Teil des Schalthauses, das mit dem Gebäude für Rohreinlauf zusammengebaut ist, liegt um den Aufzugsschacht und enthält die Kontrollzimmer für die Einphasen- und Dreiphasenbetriebe, von welchen aus die Regelung der Geschwindigkeit erfolgt. In diesen mittleren Teil sind Räume für den Umformer, Dieselmotor, Batterie, Werkstätte, Pumpen, Wasser- und Ölbehälter usw. vorhanden. Die Transformatoren und die Hochspannungsschalter sind im Seitenflügel untergebracht. Die Kühlluft wird in einer angebauten Ventilatoranlage erzeugt. Durch den Aufzugsschacht von 50 *m* Höhe führen von den Generatoren einpolige Kabel mit Eisendraht- und Bronzedrahtpanzerung. Die Sammelschienenschalter sind als Ölschalter ausgebildet und zu dreien gruppenweise gekuppelt. Kühlluft für die Generatoren wird von zwei Ventilatoren mit je 125 m^3 pro Sekunde und 50 *mm* Wasserdruck erzeugt, deren jeder mit dem Kabelschacht verbunden werden kann; dieser Schacht endet in einen Hauptkanal unter dem Boden des Maschinenraumes, von dem die Luft zu den Generatoren geführt wird. Im Sommer wird die warme Luft ausgeblasen und die kalte von außen angesaugt, im Winter wird letztere auch aus dem Schalthaus entnommen, so daß die Temperatur der Kühlluft immer gleichbleibend ist.

Die Fernleitung nach Geliware ist 140 *km* lang; es werden Kupferdrähte zu $2 \times 3 \times 40$ mm^2 im Abstand von 30 bis 100 *m* von der Eisenbahn auf 750 Eisenmasten verlegt. Die Reifbelastung ist mit 0·[illegible] *kg* pro *m* veranschlagt, die mittlere Spannweite ist 190, die größte 225 *m*. Die Kupferdrähte sind für 75 *kg* Winddruck pro 1 m^2 ausgeführt. Die Eisenmaste sind durch eine Eisendrahtleitung von 35 mm^2 unterhalb der Kupferleitungen miteinander und nach je 1 *km* mit den Gleitschienen verbunden. (E. K. B. Heft 32, 1913.)

*) Siehe E. u. M. 1910, Seite 734, 826 u. 899.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Natürlicher oder künstlicher Luftzug bei Dampfanlagen. Friedrich Barth. Der Verfasser behandelt eingehend die Frage, ob bei modernen und zeitgemäßen Dampfkesselanlagen der natürliche oder künstliche Zug verwendet werden soll. In der Einleitung werden die Vorteile des natürlichen Zuges durch einen Schornstein unter normalen Verhältnissen angeführt. Hierauf werden die verschiedenen Methoden des künstlichen Zuges erörtert, bei welchem mechanische Mittel wie Ventilatoren, Dampfstrahlgebläse u. dgl. zur Zugerzeugung dienen. Man unterscheidet Druckzuganlagen (Gebläse vor dem Kessel) und Saugzuganlagen (Gebläse hinter dem Kessel). Der künstliche Zug kann verwendet werden: *a*) zur zeitweiligen oder dauernden Verstärkung, *b*) als völliger Ersatz des natürlichen Zuges. Die Anlagen mit Druckzug, bei welchen das Gebläse vor dem Kessel angeordnet ist, werden auch Unterwindfeuerungen genannt. Bei diesen Anlagen ist in der Regel ein gemauerter Schornstein vorhanden und hat das Gebläse hier die Aufgabe, den Schornsteinzug zu unterstützen. Die Anlagen mit Unterwind sind dort am Platze, wo mit sehr hoher Brennstoffschichte gearbeitet werden muß. Bei minderwertigem pulverförmigen Brennstoff haben sie sich dann bewährt, wenn eine Planrostfeuerung mit entsprechend geringer Spaltweite (Bündelroststäbe) verwendet wird. Allerdings sind diese Feuerungen infolge ihrer hohen Anschaffungskosten nur da am Platze, wo Kohle billig zu haben ist.

Der sogenannte Gleichgewichtszug oder ausgeglichene Zug nach Mac Lean stellt eine selbsttätige Unterwindfeuerung dar, bei der die Luft- und Heizgasmenge durch mechanische Mittel so geregelt wird, daß die Dampfspannung ständig auf derselben Höhe bleibt. Die Saugzuganlagen werden in zwei Gruppen eingeteilt; solche mit unmittelbarer und solche mit mittelbarer Wirkung des Gebläses. Bei der ersteren Gruppe wird der Ventilator unmittelbar in den Weg der Rauchgase eingeschaltet und wirkt der hinter dem Ventilator angeordnete Schornstein in bekannter Weise. Bei den Saugzuganlagen mit mittelbarer Wirkung (System Prat) werden die Rauchgase durch eine in den Schornstein eingebaute Strahlvorrichtung abgesaugt Der Druckluftstrom eines Ventilators oder Dampfstrahlgebläses wird in einen Kamin hineingeblasen und erzeugt nach Art eines Ejektors durch seine Strömung einen Unterdruck, wodurch die Rauchgase abgesaugt werden. Bei diesen Anlagen wird in der Regel nur ein sehr niedriger meist eiserner Schlot verwendet, in welchen behufs Regelung des Zuges ein eiserner kegelförmiger Regelkörper eingebaut wird, der in die Öffnung der Strahldüse mündet und mittels einer entsprechenden Zugvorrichtung verstellt werden kann. Der Verfasser erörtert den Kraftbedarf und die Kosten des künstlichen Zuges, führt die allgemein angegebenen Vorteile des künstlichen Zuges gegenüber dem natürlichen Zuge an, unterwirft die letzteren einer eingehenden Kritik und kommt zu nachstehenden Schlußfolgerungen: Es wäre unrichtig anzunehmen, daß der künstliche Zug die Feuerungsverhältnisse und den Wirkungsgrad der Kesselanlage ohne weiteres verbessert. Eine günstige Beeinflussung der Rauch- und Rußentwicklung durch den künstlichen Zug kann nur dort eintreten, wo ein zu kleiner Schornstein vorhanden ist. Diesem Übelstande kann jedoch auch durch andere Mittel abgeholfen werden (Umbau der Feuerung oder der Kesselzüge, Aufhöhung des Schornsteines usw.) Es ist nach allem anzunehmen, daß auch in Zukunft der natürliche Zug die Regel, der künstliche die Ausnahme bilden wird. Außer für bewegliche Anlagen (Lokomotiven, Lokomobilen, Schiffe) ist der künstliche Zug hauptsächlich in folgenden Fällen am Platze: Bei Aushilfs- oder solchen Betrieben, deren Entwicklung nicht vorauszusehen ist, oder wo der vorhandene Schornsteinzug infolge Vergrößerung der Kesselanlage oder infolge nachträglichen Einbaues von Rauchgasvorwärmern usw. nicht mehr ausreicht, bei einem zeitweise sehr stark schwankenden Betrieb dort, wo billige Kohle mit sehr großem Rostwiderstande verheizt werden soll,

Digitized by Google

endlich dort, wo aus Schönheitsrücksichten, Platzersparnis, Rücksicht auf schlechten Baugrund ein Schornstein nicht gebaut werden kann.

Für Dampfreserveanlagen von Wasserkraftwerken ist der künstliche Zug unter Umständen im Hinblick auf die sofortige Betriebsbereitschaft dem natürlichen Zuge vorzuziehen.

Es schließen sich demnach Schornstein und Gebläse nicht gegenseitig aus, ergänzen vielmehr einander in verschiedener Hinsicht. Jedenfalls bilden aber bei Landanlagen Gebläse nicht so sehr einen Ersatz für den gemauerten Schornstein, als vielmehr in der Hauptsache ein Hilfsmittel zur Verstärkung des Schornsteinzuges. (Z. d. V. D. I., 13. 9. 1913.)

Betriebsergebnisse einer Kraftanlage mit Lokomobilbetrieb. H. Winkelmann. Die betreffende Anlage ist seit 2½ Jahren regelmäßig am Tage, vielfach auch des Nachts im Betrieb und erzeugt den elektrischen Strom (Drehstrom und Gleichstrom) zum Betriebe einer Spezialfabrik. Die Betriebsmaschine ist eine Heißdampf-Verbundlokomobile mit Kondensation und ausziehbarem Röhrenkessel mit Wellrohrfeuerbüchse der Firma Heinrich Lanz in Mannheim von 300 bis 400 *PS* Leistung, die mit 12 Atm. Kesseldruck und 180 Touren pro Minute arbeitet und eine Steuerung Lentzscher Bauart besitzt. Die Lokomobile arbeitet vom linken Schwungrad aus auf einen Drehstromgenerator, der bei 515 *V* Spannung dauernd bis zu 240 *kW* belastet werden kann. Vom rechten Schwungrad aus, wird zur zeitweisen Erzeugung von Gleichstrom von 220 *V* Spannung eine Gleichstromdynamo angetrieben, die bis zu 78 *kW* belastet werden kann. Seit der Inbetriebsetzung stand die Lokomobile täglich durchschnittlich 14 Stunden im Betriebe. Die Durchschnittsbelastung betrug pro Stunde am Tage 298·7 *PS*, des Nachts und bei Überstunden 176·2 *PS*. Die festgestellte Höchstleistung (Spitzenbelastung) hat jedoch wiederholt bis zu 400 *PS* betragen. Der während des Dauerbetriebes festgestellte Kohlenverbrauch beträgt einschließlich sämtlicher Anheiz- und Abschlackverluste für den Tagesdienst im Durchschnitt 0·88 *kg*, für den Nachtbetrieb 1·06 *kg* pro *PS*e und Stunde. Als Brennstoff wird eine billige gewaschene Staubkohle verfeuert, die bei der Abnahmeuntersuchung ein annähernd gleiches Resultat gab und zirka 6360 Kalorien hat. Die Heizdampftemperatur wird auf 300° C erhalten. Die Maschine ist mit Lentzschem Achsenregler ausgestattet und hat eine während des Betriebes durch Handrad zu betätigende Tourenverstellungsvorrichtung, mit welcher eine Verstellung der Umlaufsgeschwindigkeit bis auf 5% möglich ist. Die beiden Dampfzylinder besitzen überdies Lentzsche Stopfbüchsen-Dichtungen, welche sich während der ganzen Dauer des Betriebes vollkommen als dampfdicht bewährt haben. Der Kessel ist mit einer Rauchverbrennungsvorrichtung, System Staby ausgerüstet, mit welcher ein dauernd rauchschwaches Arbeiten ermöglicht wird. Die Abgase werden mit einer Saugzuganlage mit verhältnismäßig sehr niedrigem Schornstein abgeführt.

Nach Ansicht des Verfassers stellt die betreffende Heißdampflokomobilanlage eine Kraftanlage von hoher Wirtschaftlichkeit und großer Betriebssicherheit dar und lassen die bisher erzielten Ergebnisse erkennen, daß der Lokomobiltyp bei guter Wartung auch im Dauerbetrieb eine Wirtschaftlichkeit erreicht, die mit den bei der Abnahme festgestellten Ziffern in gutem Einklang steht.

(Z. f. Dampfkessel u. Maschinenbetrieb, 31. 10. 1913.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Bestimmung der wirtschaftlichen Ausbaugröße von Speicher-Wasserkraftanlagen. Dr. Ing. Adolf Ludin. Der Verfasser gibt ein neues Verfahren bekannt zur Ermittlung der im privat- oder gemeinwirtschaftlichen Sinne „günstigsten" Zusammenstellung der drei maßgebenden Ausbauelemente eines jeden Speicherwerkes: Speicherraum, Nutzarbeit, bezw. Nutzleistung und Aushilfsarbeit nebst Aushilfsmaschinenleistung. Vorausgesetzt wird dabei, daß der Entwurf in der rohen Ausbauform (Sperrstelle, Unterwasserhöhe, Umleitungslänge und -gefälle) bereits festliegt, bezw. für Vergleichszwecke als festliegend angenommen werden kann.

Die wichtigste Grundlage bildet der natürliche Wasserhaushalt des Kraftwasserlaufes. Er wird am vorteilhaftesten in der Abflußsummenlinie niedergelegt, bei deren Aufstellung zweckmäßigerweise die Spiegelverdunstung und Versickerung gleich abgezogen wird. Von dieer Feststellung ausgehend, setzt sich das Verfahren aus folgenden Operationen zusammen:

1. Aufzeichnung der Abflußsummenlinie in großem Maßstabe mittels schiefer Koordinaten, gleichbedeutend als 100%ige $\Sigma(z-v)$-Linie für gleichmäßige gedachte Entnahme. Diese Linie kann auch mit guter Annäherung als Abbild des Wasserhaushaltes geographisch und hydrographisch verwandter anderer Gewässer angesehen und benutzt werden.

2. Aufzeichnung verschiedener Entnahmesummenlinien auf Pauspapierblätter nach demselben Verfahren für einige passend gewählte Stufen der Höchst- bezw. Jahresleistung E_{max} bezw. E unter Berücksichtigung der Belastungs- und gegebenenfalls auch der Gefällsschwankungen.

3. Ermittlung der Beckenabgabe- und Auffüllungswerte für die angenommenen Leistungsstufen durch fortlaufendes Anlegen der einzelnen Entnahmelinien in den Talpunkten der Abflußsummenlinie und Abgreifen der benachbarten oberen Berührungspunkte.

4. Ermittlung des mittleren und größten Wasser- bezw. Arbeitsmangels M und M_{max} für verschieden gewählte Speichergrößen V und die vorher schon angenommenen Entnahmewerte E durch einfaches algebraisches Durchaddieren der Abgabe- und Auffüllungswertereihen und Eintrag der erhaltenen Mangelwerte in eine Mangelzahlentafel $\{M = \text{Funktion von } (E, V)\}$. Umrechnung der Werte M und M_{max} in Hundertteile der jeweils zugehörigen Entnahmeleistung E als μ und μ_{max}. Weiters Umrechnung von E und V in Hundertteile des Durchschnittsabflusses als ε und φ.

5. Zeichnerische Auftragung des Inhaltes dieser Zahlentafel in zwei Höhenkurvenscharen μ und μ_{max} je als Funktion von (ε, φ), was hyperbelähnliche Kurven, die sogenannten Ausbeutelinien, ergibt.

6. Die Ausbeutelinien stellen in gedrängtester und handlichster Form die durch den Verlauf der Abflußsummen- und Entnahmesummenlinien gegebene innere Beziehung zwischen Speichergröße, Entnahmeleistung und Kraftaushilfe dar. Sie bilden daher die durchsichtigste und sichere Grundlage für die zweckmäßigerweise erst jetzt, nach Erledigung der rein betriebs- und wasserwirtschaftlichen Vorarbeit einsetzenden geldwirtschaftlichen Untersuchungen. Wegen dieser weitgehenden Unabhängigkeit von den dem Einzelfall angehörigen Faktoren (wie Kostenvoranschlägen usw.) können die einmal gewonnenen Ausbeutelinien, namentlich für Voruntersuchungen, auch auf andere Wasserkraftstellen übertragen werden, wenn die natürlichen Vorbedingungen nicht allzusehr verschieden sind. Die Herleitung von Kostenlinien für die verschiedensten theoretisch denkbaren Wirtschaftsansprüche gestaltet sich mit Hilfe der Ausbeutelinien sehr einfach.

Schließlich ist auch noch für die Bedingung des Kostenkleinstwertes der Krafteinheit (oder der höchsten relativen Rentabilität) ein überraschend einfaches mathematisch-geometrisches Lösungsverfahren nachweisbar, das für Voruntersuchungen und Vergleich verschiedener Wasserkraftstellen genügend genaue Ergebnisse liefert.

Der Verfasser illustriert am Schlusse sein neues Verfahren mit einem konkreten Beispiele, an der Hand von zahlreichen Zahlentafeln und Diagrammen.

(Z. f. d. ges. Turbinenwesen, 20. und 30. 10. 1913.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Verfahren zur Vorausberechnung der Feldverzerrung in Gleichstrommaschinen. A. Hay. Er geht von der Anschauung aus, daß bei gleicher Permeabilität im Feld und im Anker die Verteilung und Induktion des Feldes bei allen Belastungen unverändert bleibt. Bei jeder Änderung der Permeabilität wird infolge der Feldverzerrung durch das Ankerquerfeld eine Schwächung, bezw. Verstärkung der Induktion in den Feldpolen, je nach der Zahl der Ankernuten eintreten.

Der Gang der Berechnung, der an einem Beispiel erläutert wird, ist etwa folgender: Die nach bekannten Methoden berechnete Feldstärke B einer 220 *V*-Maschine, deren Vollaststromstärke 141 *A* ist, beträgt B 14.470. Aus der Feldkurve dieser Maschine ergibt sich bei dieser Induktion die Zahl der für das „magnetische Potentialgefälle" in den Ankerzähnen und Luftspalt erforderlichen Feld-AW mit 3260; die Zahl der Anker-AW berechnet sich mit 564 pro Nut. Ist die Zahl der Nuten pro Pol = 9, so folgt daraus, daß die Zahl der AW pro Zahn und Luftspalt erhalten wird, indem man vom mittleren Zahn angefangen, je 564 AW pro Zahn von den erforderlichen Feld-AW ab-, bezw. zurechnet. Die Induktion B steigt dann entsprechend der Feldkurve und Nutenzahl von 4850 bis 17.900 an, und beträgt im Mittel 13.010 pro Zahn. Der Induktion 14.470 entsprechen dann statt 3260 infolge der Feldverzerrung 3800 AW pro Pol.

Es ergibt sich sodann die Induktion B in den aufeinanderfolgenden Ankerzähnen entsprechend der Anzahl der Amperewindungen pro Ankerzahn aus der nunmehr korrigierten Feldkurve und hieraus das Bild der Feldverteilung. Auf jede Magnetbewicklung müssen dann $3800 - \frac{564}{2} = 3518$ AW entfallen, während bei unverzerrtem Feld nur 3260 AW erforderlich waren. Die Zahl der zur Kompensation der Feldverzerrung erforderlichen Amperewindungen beträgt sonach $3518 - 3260 = 258$ AW. Die experimentelle Untersuchung ergab 212 AW, einen hinreichend übereinstimmenden Wert. (The Electr. 21. 11. 1913)

Repulsionsbahnmotor der Maschinenfabrik Oerlikon. Für Straßenbahnen, die an bestehende Stromnetze höherer Periodenzahl anzuschließen sind, baut die Firma neuerdings einfache, billige und leicht regelbare Repulsionsmotoren kleiner Leistung

Digitized by Google

für maximal 25 *PS*, 1000 *V*, 50 ∾, 1300 Touren pro Minute. Der vierpolige Stator erhält in 56 Nuten eine Einphasenwicklung, der Rotor hat eine Schleifenwicklung in 72 Nuten. An der Vorderseite des Motors ist eine durch Kette und Kettenrad angetriebene Hilfswelle mit einem Zahnkolben, der in die gezahnte Bürstenbrücke eingreift und zum Zwecke der Verstellung der Bürsten von außen verstellt werden kann. Die Untersuchung ergab, daß der Motor mit dem 1·5 bis 2fachen des normalen Drehmomentes anläuft, wenn man die Bürsten um 20 bis 30° elektrisch aus der Kurzschlußlage verschiebt; dabei nimmt die Anlaufstromstärke nur den 1·5 bis 2fachen Wert an. Der Wirkungsgrad des Motors, der Leistungsfaktor und der Betriebsstrom in Abhängigkeit von der Tourenzahl sowie die letztere in Abhängigkeit von der Bürstenstellung sind aus nachfolgender Tabelle zu entnehmen:

Tourenzahl n	600	750	1000	1250	1400
Strom J	22	21·6	21·8	23·4	29·5
Wirkungsgrad η . . .	0·72	0·75	0·80	0·80	0·78
cos φ	0·45	0·54	0·72	0·86	0·88
Bürstenverstellung in elektr. Graden .			10	20	30
Touren n			1520	1250	880

Der Motor wiegt ohne Zahngetriebe 670 *kg*. Ein Funken tritt erst bei 1700 minutlichen Touren auf.

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Untersuchung von Widerständen für Blitzschutzvorrichtungen. M. Chopin. Die Widerstandsmessungen wurden sowohl mit Niederspannung als auch mit Hochspannung vorgenommen, um zu untersuchen, ob die gemessenen Werte unverändert bleiben. Die meisten Versuche wurden mit Flüssigkeitswiderständen durchgeführt, die in Steinzeugröhren eingeschlossen waren. Eine solche Röhre ist unten durch eine gußeiserne Haube abgeschlossen. Am Grunde ist die untere Elektrode, die scheibenförmig ausgebildet ist, angebracht, während die obere Elektrode, die gleichfalls eine Scheibe ist, durch eine Stange getragen wird.

Die Widerstandsmessung bei Niederspannung erfolgt mittels Wattmeter. Die Stromspule des Wattmeters wird mit Wechselstrom von konstanter Stärke I beschickt, der durch einen Lampenrheostaten fließt. An die Spannungsspule des Wattmeters vom Widerstand r wird über einen Umschalter E der unbekannte Widerstand x (Flüssigkeit) geschaltet. Sind d_1 und d_2 die beiden Wattmeterablesungen mit eingeschaltetem, bezw. ausgeschaltetem Widerstand x, so ist $x = r \cdot \frac{d_2 - d_1}{d_1}$. Der Meßbereich ist 200 Ohm für $d_2 - d_1 = 5$ und $r = 5000$ Ohm, sowie 300.000 Ohm für $d_2 - d_1 = 145$ und $r = 10.000$ Ohm.

Die Hochspannungsmessung mit 10.000 *V* erfolgt mit einem Voltmeter, das über einen Meßtransformator an die Klemmen des Widerstandes geschaltet wird, der mit einem Strommesser (Hitzdrahtinstrument) zwischen einer Phase und Erde gelegt ist. Ein Hörnerblitzableiter wird dem Widerstand vorgeschaltet.

Bei Vergleichsmessungen an reinem Wasser als Widerstand zeigte sich, daß die Messungen bei Niederspannung mit jenen der Hochspannung übereinstimmen. Die Kurven, welche das Anwachsen des Wasserwiderstandes als Funktion des Elektrodenabstandes, bei verschiedenen Temperaturen anzeigen, haben eine gekrümmte Form, was darauf zurückzuführen ist, daß die Leitfähigkeit des Wassers infolge der auftretenden beträchtlichen Erwärmung abnimmt. Die Kurve geht in eine Gerade über, das heißt es besteht Proportionalität zwischen Elektrodenabstand und Widerstand, wenn man die Temperatur konstant hält.

Gleich gute Resultate wurden mit einer Mischung von reinem Wasser und Glyzerin erhalten, nur ist die dem reinen Wasser entsprechende Elektrodenabstand-Ohm-Kurve steiler; dagegen haben sich Widerstände, die aus wassergetränktem feinen Sand bestehen und solche Widerstände, bei denen die eine Elektrode gleichzeitig als Behälter zur Aufnahme des Elektrolyten dient, für Hochspannung nicht bewährt. Bei ersteren findet eine ungleiche Wärmeverteilung statt und es treten Dampftaschen auf, welche Sand emporschleudern, bei letzteren zeigt sich eine bedeutende Widerstandsänderung nach längerer Verwendung.

Um den Einfluß der Durchgangsdauer des Hochspannungsstromes zu untersuchen, wurden zwei Steinzeugröhren, die mit Wasser mit 5% Glyzeringehalt gefüllt waren, während 50 Sekunden dem Strom ausgesetzt. Die Stromstärke stieg in diesem Zeitraum von 2·8 auf 4·5 *A*, die Anfangstemperatur der Röhren war 17°, die Endtemperatur 50 und 55°.

Da die Widerstände an Ort und Stelle selten mit der reforderlichen Reinlichkeit hergestellt werden können, empfiehlt es sich, deren Bereitung im Versuchsraum vorzunehmen und die Widerstandsmessung mit Niederspannung durchzuführen. Das zu verwendende destillierte Wasser kann dem Kondenswasser einer Dampfturbine entnommen werden und erhält einen Glyzerinzusatz. Falls der Widerstand zu groß ist, gibt man einige Kubikzentimeter Sodalösung bei. Die Lebensdauer der Flüssigkeitswiderstände wird durch Anwendung genügender Massen und einer großen Kühlfläche erhöht. Eine ständige Verdunstung des Elektrolyten wird durch Übergießen der Oberfläche mit Transformatoröl verhindert. Die Steinzeugröhren lassen öfters Flüssigkeit durchsickern, weshalb es sich empfiehlt, diese Röhren alle acht Tage zu untersuchen.

(Revue Electrique, 7. 11. 1913.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Der Kathodenstrahlen-Oszillograph und seine Verwendung. H. Broughton. Der Apparat eignet sich besonders für Unterrichtszwecke zur raschen Aufnahme der Hysteresiskurven und Wellenform der EMK. Das bewegliche, stromführende Leitersystem verändert die Lage eines konischen Bündels von Kathodenstrahlen, welche auf einem fluoreszierenden Schirm einen veränderlichen Lichtfleck erzeugen. Geht ein Wechselstrom durch ein Paar senkrecht zueinander stehende Spulen hindurch, so entstehen daher auf dem Schirm zwei senkrecht zueinander stehende Linienzüge. Die Einrichtung ist in Fig. 1 dargestellt. Hierin bedeutet *s* den Fluoreszenzschirm, *d*

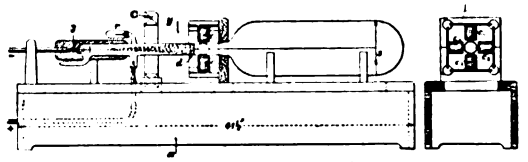


Fig. 1.

eine in der Mitte durchbrochene Aluminiumscheibe, durch welche die Kathodenstrahlen hindurchgehen, deren Härte durch den Härteregulator *r* verändert werden kann. Durch die Spule *C* wird die Lage des Lichtflecks am Schirm *s* fixiert, während die Ablenkung des Strahlenbündels durch das Spulenpaar c_1 c_2 erfolgt. Die Erregung der Kathodenröhre erfolgt am besten mit einer Influenzmaschine, welche in komprimierter Luft arbeitet. Die beiden Pole der Kathodenröhre *J* sind mit Paraffin abgedichtet. Die Aufzeichnung der Kurven kann auf photographischem Wege erfolgen; man verwendet (Fig. 2) zweckmäßig zur Aufzeichnung im rechtwinkeligen Koordinatensystem einen Gleitwiderstand *e f*, welcher am Umfang einer Fiberscheibe *d* montiert ist und dessen Enden mit zwei Schleifringen *r r* verbunden sind, denen Gleichstrom durch zwei Bürsten *b b* zugeführt wird; eines der beiden senkrecht zueinander stehenden Spulenpaare c_1 c_2 ist jeweilig mit der Fiberscheibe durch eine dritte Bürste *c* verbunden. Wird die Scheibe in synchrone Umdrehungen versetzt, so wird der Stromverlauf oszillierend und ein stationäres Bild am Schirm entwerfen. Um eine Phasenverschiebung zwischen beiden Spulen zu erzeugen, wird eine derselben mit einem Widerstand, die andere mit einer Drosselspule in Reihe geschaltet; auf diese Weise ist es möglich, eine genaue Widergabe von Hysteresiskurven in rechtwinkeligen Koordinaten zu erzielen. (The Electr., 7. 11. 1913.)

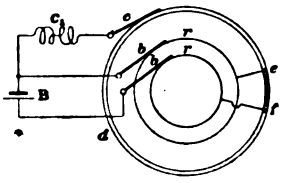


Fig. 2.

Doppeltarifzähler ohne Zeitkontrolle. H. Perry. Die verbilligte Stromabgabe für häusliche Zwecke außerhalb der Zeit der Spitzenbelastung des Werkes scheitert in der Regel an den hohen Kosten der Umschaltuhren und Doppelzählerwerke. Die Verwendung eines automatischen Elektromagnetumschalters, welcher durch Einwirkung eines Gegengewichtes bei geringen Belastungen (etwa 5 bis 25% des Lichtanschlusses) den Zähler für niederen Tarif einschaltet, gestattet auch mit geringen Kosten die Kontrolle durchzuführen. Die Schaltung ist in Fig. 3 dargestellt, wobei der Kraftstromkreis (Heizapparate usw.) an den Niedertarifzähler *L R M* angeschlossen ist. *M* bedeutet den Schaltmagnet für den Licht- und Kraftstromkreis, *G* das Gegengewicht und C_1 C_2 die Hilfskontakte für die beiden Zähler. Steigt die Stromstärke im Lichtstromkreis, die am Zähler *H R M* gemessen wird, unter ein bestimmtes Maß, so wird der Magnet *M* automatisch durch das Gegengewicht *G* ausgeschaltet. Beide Zähler können auch gleichzeitig verwendet werden, wenn der Magnet mit einer, in die Kraftleitung eingeschalteten zweiten Erregerwicklung versehen ist, deren Wirkung derjenigen der Lichtkreiserregung entgegengesetzt ist, so daß nur ein bestimmter Teil des Lichtanschlusses gleichzeitig eingeschaltet werden darf. Wenn die Kraftspitzen, wie allgemein üblich, nicht mit

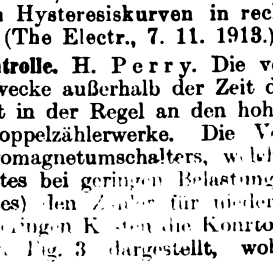


Fig. 3.

Digitized by Google

den Lichtspitzen übereinstimmen, so ist diese Anordnung von Vorteil; außerdem kann der Belastungsfaktor des Werkes, insbesondere im Sommerhalbjahr, auf diese Weise wesentlich verbessert werden. Wird der Doppeltarif nur bei Lichtanschlüssen erwendet, so entfällt naturgemäß die Kraftleitung. Die Kosten eines derartigen Umschalters für 10 *A* betragen nur rund K 20, die Verluste 4 bis 10 *W* (letztere bei Wechselstrom). Die Kontakte werden zweckmäßig als federnde Rollenkontakte ausgeführt, wodurch die Funkenbildung unterdrückt wird. Das Gegengewicht ist entsprechend der Stromeinstellung verschiebbar angeordnet.

(The Electr. 21. 11. 1913.)

Elektrische Beleuchtung.

Die Osram-Halbwattlampe. Im Anschluß an unsere Berichte über die neue Halbwattlampe*) mögen die Kurven über die Lichtverteilung bei der neuen Lampe für 1000 *W* der Deutschen Gasglühlicht - Aktiengesellschaft (Auergesellschaft) von Interesse sein.

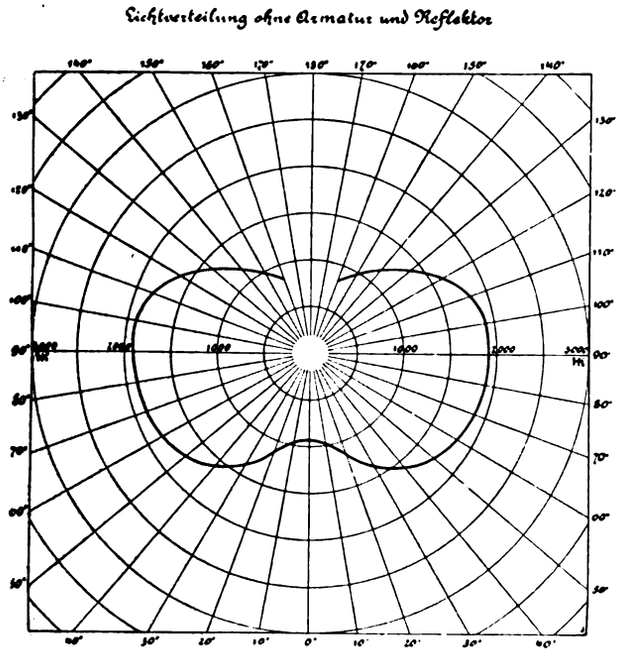


Fig. 4.

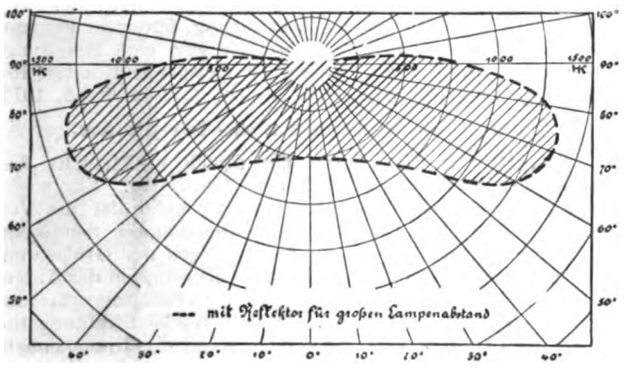


Fig. 5.

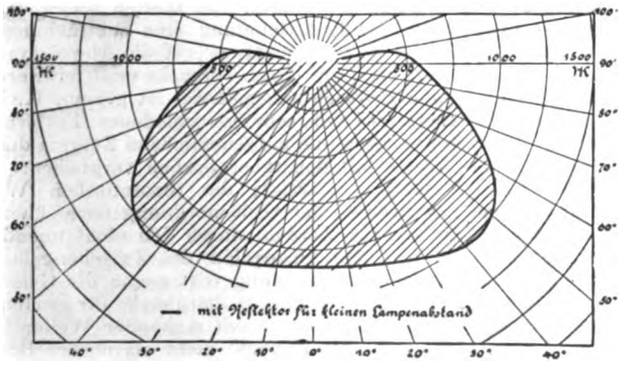


Fig. 6.

*) Siehe E. u. M. 1913, Seite 812, 900, 1007.

Fig. 4 zeigt die Lichtverteilung einer Lampe ohne Armatur und Reflektor. Fig. 5 sind Lichtverteilungskurven für Lampen mit Reflektor in großem Lampenabstand, Fig. 6. dieselben bei kleinem Lampenabstand.

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Kraftwagenbetrieb zur Paketbeförderung in Leipzig. Im Vergleich zu der Benutzung der Straßenbahnwagen zur Beförderung von Gepäck, ergibt die Einstellung von Kraftwagen eine Ersparnis an Anlagekosten und eine größere Schnelligkeit. Der elektrische Betrieb wird dann vorgezogen, wenn billige elektrische Energie vorhanden ist und die Sammler schnell und bequem ausgewechselt werden können, auch dann, wenn begrenzte Strecken in mäßiger Geschwindigkeit zurückzulegen sind.

Gegen Ende des Jahres 1911 wurde, wie die „Deutsche Verk.-Zeitg." berichtet, in Leipzig der Probebetrieb mit zwei von der Norddeutschen Automobil- und Motoren-Aktien-Gesellschaft in Bremen gelieferten Kraftwagen und am 1. Oktober 1912 der volle Betrieb mit 26 Wagen eröffnet. Der Wagen ist 4·8 *m* lang, 1·97 *m* breit und 2·85 *m* hoch, die Spurweite beträgt 1·6 *m*, der Radstand 2·91 *m*. Die Akkumulatorenbatterie besteht aus 40 Zellen, hängt unter dem Fahrgestell in der Mitte des Wagens und besitzt bei zehnstündiger Entladung eine Kapazität von 300 *A*/Std. Mittels einer Windevorrichtung kann die Batterie auf einen Karren heruntergelassen und gegen eine frisch geladene ausgetauscht werden. Für 26 Wagen sind 23 Batterien vorgesehen. Am Postbahnhof erfolgt die Ladung aus dem danebenstehenden Kraftwerk. Die Motoren hängen an den Achsschenkeln der Vorderräder und setzen die Räder durch Zahnradantrieb in Bewegung. Die Stundengeschwindigkeit beträgt mindestens 18 *km*, höchstens 20 *km*. Die Wagen besitzen je zwei mechanische und zwei elektrische Bremsen, welch letztere unmittelbar durch die Motoren auf die beiden Vorderräder wirken, so daß es möglich ist, alle vier Räder anzuhalten und den Wagen auf 4 bis 5 *m* zum Stehen zu bringen. Die Instandhaltung, Instandsetzung und die Gummibereifung der Wagen hat die Norddeutsche Automobil- und Motoren-Aktien-Gesellschaft für zehn Jahre vertragsgemäß übernommen, wofür ihr die Postverwaltung für jedes von den Wagen zurückgelegte Kilometer eine Vergütung zukommen läßt. Entsteht aber ein Schaden durch ein Naturereignis oder Fahrlässigkeit des Wagenführers, so haftet die Postverwaltung dafür. Zur Instandhaltung gehört auch der Austausch und das Laden der Batterien und die Beschaffung des dazu erforderlichen Stromes. Die Postverwaltung hat eine Reperaturwerkstätte mit elektrisch betriebenen Werkzeugmaschinen zu erhalten, die Firma hingegen übernimmt gegen eine feste Vergütung die Ausbildung der Wagenführer. Es dürfen nie mehr als 20 Wagen gleichzeitig laufen und sechs Wagen bleiben für Aushilfszwecke reserviert. Die Höchstleistung innerhalb 24 Stunden beträgt 1820 *km*.

Benzolelektrischer Zug. Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft hat nach Mitteilung der A. E. G.-Zeitg. für den Khediven von Ägypten einen aus zwei Wagen bestehenden Zug geliefert, bei dem, zum Unterschied gegen frühere Einrichtungen, jeder Wagen die volle Ausrüstung von Benzinmotor, Dynamo und Motoren erhält und der Zug von jedem Ende aus gesteuert werden kann. Bei 100 *t* Gewicht soll der Zug mit 65 *km* pro Stunde fahren. Jeder Wagen ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen, von denen jedes am Zugende die benzolelektrischen Maschinensätze trägt, bestehend aus je einem 120 *PS* NAG-Motor für 700 Touren mit einer 80 *kW*-Dynamo mit Hilfspolen für 300 *V* und einer 3·5 *kW*, 60 *V*-Erregerdynamo gekuppelt. Jeder Wagen erhält zwei Hilfspolmotoren von je 80 *PS*, 300 *V*, die in 1 : 2·6 die Achsen des jeweilig zweiten Drehgestelles antreiben. Die Regelung erfolgt durch Änderung der Erregung der beiden Generatoren nach dem Leonard-Prinzip von einer Stelle aus, wobei jeder Generator nur die Motoren seines Wagens speist. Beide Generatorfelder sind parallel an einen Erreger über einen Stufenwiderstand (mit Kontroller) gelegt. Die beiden Erregerfelder der Erregermaschinen werden von einer Hilfsbatterie gespeist, der der zweite Erreger bei hoher Tourenzahl automatisch parallel geschaltet wird. Der Wagenführer hat nur den Kontroller zu betätigen. Wird eine Wagenausrüstung defekt, so arbeitet die des anderen weiter.

Elektrische Apparate.

Hitzebeständige Elektromagnetspulen. B. Duschnitz gibt einen Überblick über die bisher bekannten Verfahren zur Herstellung von Spulen für hohe Stromstärken. Im Anfang hat man die Drähte mit Asbestfasern umsponnen, dann wurde in Frankreich ein Verfahren angegeben, anorganische schlechtleitende Verbindungen auf dem Draht aufzubringen, zum Beispiel Oxydverbindungen, Tonerde und Magnesia. Dr. Reissig in München hat empfohlen, den Kupferdraht mit palmitinsaurem

Digitized by Google

Aluminiumoxyd als Isoliermaterial zu beziehen. Später hat R. Hopfelt darauf hingewiesen, daß die Oxydschichte auf Aluminiumdrähten bei gewöhnlicher Temperatur als Isoliermittel in Spulen ausreichend ist. Nach diesem Verfahren baut die Spezialfabrik für Aluminiumspulen und Leitungen G. m. b. H., Berlin, derartige Spulen und Wickelmaschinen. Bei den letzteren wird eine Holzschablone durch einen Elektromotor in langsame Umdrehungen versetzt und der Aluminiumdraht unter Spannung aufgewickelt, wobei durch einen Gewindebolzen eine den Draht führende Traverse parallel zur Spule geführt wird, so daß sich Windung an Windung mit gelindem Druck anlehnt. Auf diese Weise werden Feldmagnetspulen von 8 *mm* Drahtstärke hergestellt, dann außen mit Isolierband bewickelt, imprägniert und getrocknet. Eine solche Spule wiegt 10·7 *kg* gegenüber 27 *kg* einer Kupferspule gleicher Leistung. Gegenwärtig werden auch die Bremsmagnete und Funkenlöschspulen von Kontrollern, ferner die Feldspulen für Motoren von Automobil- und Straßenbahnwagen auf diese Weise hergestellt. Um die Isolierung des Drahtes zu verstärken, werden die Spulen in eine heiße Flüssigkeit eingetaucht und mit derselben erkalten gelassen oder es werden Fette, Öle, Harze oder Anstrichfarben auf der Oberfläche der Spule aufgetragen oder es wird der Draht durch diese Flüssigkeiten hindurchgezogen, die dann nach dem Eintrocknen eine Schichte elektrisch isolierender Verbindungen bilden. Der Aldradraht der Gesellschaft für elektrische Industrie G. m. b. H., Berlin, ist ein sehr hitzebeständiger Aluminiumdraht, aus dem Spulen hergestellt werden können, die bis 400° C ertragen können, wobei der Widerstand zwischen zwei verdrillten Drähten ein Megohm beträgt; auch in glühendem Zustand und in Flüssigkeit getaucht ist ein hoher Isolationswiderstand vorhanden. Die Isolierschicht ist je nach der Drahtstärke 0·005 bis 0·02 *mm* dick. Sie besteht aus Aluminiumoxyd, nach einem besonderen Oxydationsverfahren hergestellt. Zur Isolierung von Flachkupferspulen legt man zwischen zwei Windungen des Kupferstreifens eine gleich breite Aluminiumfolie von 0·025 *mm* Dicke. Es ist besonders gut, den Alumuniumstreifen vorher durch ein Bad von Ammoniumborat bei gleichzeitigem Stromdurchgang durchzuziehen. Ein anderes Verfahren, Aluminiumspulen zu isolieren, besteht darin, einen schuppenförmigen Stoff mit einem flüssigen Bindemittel auf der Metalloberfläche aufzutragen, also zum Beispiel Wasserglas aufzustreichen und darauf Glimmer zu streuen oder durch Wälzen zu pressen. Die Heddernheimer Kupferwerke und Süddeutsche Kabelwerke A.-G. in Mannheim, überspinnen die Drähte mit Seide oder Baumwolle und ziehen sie durch ein mit plastischer Masse gefülltes Bad hindurch, dann werden die Drähte zu Spulen gewickelt und diese im Ofen so stark erhitzt, daß die innere organische Isolation zerstört wird. Solche Spulen können bis 150° C im Innern erhitzt werden, ohne Schaden zu leiden. (E. T. Z. Heft 47, 1913.)

Telegraphie und Telephonie.

Verfahren zur Verstärkung elektrischer Ströme. E. Reisz beschreibt das von ihm und Lieben angegebene Gasentladungsrelais, das sich von dem vom ersteren vor Jahren angegebenen und auf der Elektronenemission glühender Metalloxyde beruhenden Relais durch den Fortfall der spiegelnden Kathode und durch eine Reihe betriebstechnischer Vorteile unterscheidet und auf der folgenden Erscheinung beruht. Zwischen die Anode und Kathode eines Gasentladungsrohres bringt man eine durchlochte Platte als Hilfselektrode, welche die Elektronen absorbiert, so daß für die Ionisierung des Raumes darüber wenig übrig bleibt; um diese Platte bildet sich eine Art Dunkelraum, wodurch das Spannungsgefälle erhöht wird, je nach der Zahl und Größe der Öffnungen in der Platte. Dieses Gefälle wird verändert, wenn man der Platte von außen ein Potential zuführt. Je mehr sich das Potential der Hilfselektrode dem der Anode nähert, um so dichter ist das Streufeld, das sind die Linien, die durch die Öffnungen der Hilfselektrode durchtreten. Jede Potentialänderung an der Elektrode bringt eine Änderung dieser Streufelder oder des Gasstromes mit sich. Darauf gründet sich das Prinzip des Relais nach Fig. 7. Die Kathode *K*, ein Pt-Draht mit Ca O oder Ba O bedeckt, wird durch die Batterie *b* von 30 *V* ins Glühen gebracht (1000°). Die Hilfselektrode *H* wird einerseits an die Sekundäre eines Stromkreises, zum Beispiel eines Mikrophonkreises, und andererseits mittels des Potentiometers R_w auf eine für den Anodenstrom günstigste Gleichspannung angelegt. Zwischen Anode und Batterie von 220 *V* ist nun die Sekundäre eines zweiten Stromkreises, des Telephonkreises gelegt, in dem die Stromschwankungen verstärkt wiedergegeben werden; dabei erkennt man die im Rhythmus der Sprache erfolgenden Änderungen des Anodenstromes an dem Flackern des Glimmlichtes und an der Veränderung des Kathodendunkelraumes. Nebst den Dimensionen der Elektroden und dem Gasdruck nehmen Einfluß auf die Stärke des Anodenstromes die Spannungsdifferenz der Heizbatterie, die Spannung zwischen Hilfselektrode und Kathode und die Spannungsdifferenz zwischen Kathode und Anode. Ändert man diese drei Größen, so kann man für eine gegebene Energie des Primärkreises (Mikrophon) die maximale Empfindlichkeit feststellen. An die kälteste Stelle des Bodenkörpers gibt man etwas Quecksilber oder besser noch ein Amalgam, das einen Druck von 0·001 *mm* bei 20° C erzeugt; die Gasentladung wird zum großen Teil durch eine Dampfentladung ersetzt und der Quecksilberdampf übernimmt die Stromleitung.

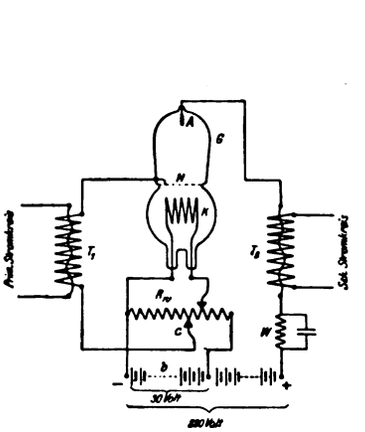


Fig. 7.

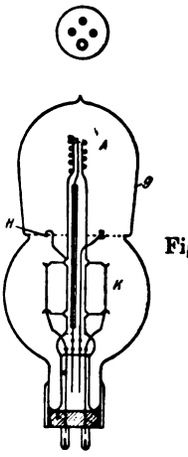


Fig. 8.

Fig. 8 zeigt die praktische Ausführung, die das Relais bei der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft gefunden hat. *A* ist die aus Aluminiumdraht spiralig aufgewickelte Anode, *H* die Hilfselektrode, ein Al-Blech mit 3·5 *mm* im Durchmesser haltenden Öffnungen. Als Kathode *K* ist ein 1 *m* langes, 1 *mm* breites und 0·02 *mm* dickes Pt-Band, mit Ca O und Ba O bedeckt, zickzackförmig ausgespannt. Durch unverwechselbare Steckkontakte erfolgt der Anschluß an die 30 *V*, bezw. 220 *V* Spannung; erstere muß Batteriespannung sein. Der Glasapparat sitzt auf einem Kasten, der alle Hilfseinrichtungen (Schalter, Sicherung usw.) enthält. Um die Verstärkungszahl zu messen, legt man ein Telephon erst direkt an das Mikrophon und dann über das Relais; im letzten Falle schaltet man eine Widerstandskombination in Stufen, welche die Stromschwankungen dämpft, so lange zu, bis im Telephon die gleiche Lautstärke auftritt. Die Zahl der Widerstandsstufen, bezw. ihre Größe ist ein Maß für die Dämpfung. So hat man für Wechselströme von 2000 bis 8000 ∿ eine Verstärkungszahl von 33 gefunden. Die Relaiswirkung läßt sich durch Kaskadenschaltung steigern.

Das Relais kann zur Bildübertragung, ferner in Fernsprechnetzen verwendet werden; der Verfasser gibt eine Schaltung für die Zentrale an, durch die das Doppelsprechen unter Relaisverstärkung ermöglicht ist. (E. T. Z. Heft 48, 1913.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Quantitative Messungen der durch elektrische Wellen übertragenen Energie. M. Reich, Göttingen. Ein wichtiges Problem der praktischen drahtlosen Telegraphie ist die Vorausberechnung der vom Empfänger bei bestimmter Senderenergie aus dem Felde aufgenommenen Energie aus der Größe und der Form der Antenne und den elektrischen Konstanten der Antennenkreise, um so die Reichweite und Verständigungsgüte zweier Stationen ermitteln zu können. Die Hertzsche Strahlungstheorie gestattet eine Lösung dieser Aufgabe, wenn die Dimensionen des Sonders und Empfängers klein gegen die verwendete Wellenlänge sind, wenn die Stationen auf unendlich gut leitendem, also elektrisch spiegelndem Boden stehen und wenn die Wellen weder durch Absorption noch durch die Erdkrümmung eine Schwächung erleiden. Der Einfluß aller dieser Umstände auf die Abweichungen vom theoretischen Wert kann nur durch Versuche ermittelt werden. Das bisher vorliegende Beobachtungsmaterial ist gering. Reich hat auf je zwei Landstationen sehr verschiedener Entfernung Messungen der ausgestrahlten und aufgenommenen Energie durchgeführt und diese Werte mit den theoretischen verglichen. Die Hertzsche Theorie wurde bestätigt; die theoretischen Werte stimmen mit den gemessenen der Größenordnung nach überein. Die auftretenden Differenzen werden durch den nicht unendlich gut leitenden Boden und die Absorption des Zwischengeländes erklärt. Der Einfluß der Erdkrümmung tritt gegen die Geländeabsorption zurück. Diese Absorption ist die gleiche für gedämpfte und ungedämpfte Wellen und nimmt mit sinkender Wellenlänge stark zu. Gebirgiges Gelände schwächt mehr als ebener Boden, breite Flußläufe begünstigen die Fortleitung. Auch die Witterung beeinflußt die Absorption. Nach starkem Regen ist diese geringer als bei Trockenheit. Wesentliche Unterschiede bedingt die Nacht.

Digitized by Google

Bei beginnender Dunkelheit beginnen die am Empfänger gemessenen Werte stark zu schwanken und es wurden in einer klaren Nacht innerhalb weniger Minuten Stromschwankungen im Verhältnis 1 : 2 beobachtet. Gesetzmäßigkeiten konnten in diesen Schwankungen nicht gefunden werden. Die gefundenen Verlustfaktoren gestatten auf eine Entfernung von einigen hundert Kilometern die Reichweite zweier Stationen, bezw die zu erwartende Stromstärke in der Empfangsantenne bei Tag ziemlich genau zu berechnen, wenn die Beschaffenheit des zwischenliegenden Geländes bekannt ist. So wurde für die Strecke Göttingen—Köln bei einem Sendestrom von 15 A der Empfangsstrom zu $4{\cdot}2 \times 10^{-4}\,A$ berechnet und zu $4{\cdot}35 \times 10^{-4}\,A$ gemessen.

(Phys. Zeitschr. Nr. 19, 1913.)

Die Verwendung langer elektrischer Wellen in der Funkentelegraphie. J. A. Fleming. Wie bei allen Wellenbewegungen muß auch bei elektrischen Wellen die Energie umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung von der Quelle sein. Dieses Gesetz gilt nur bis 300 bis 500 *km* über Wasser, darüber hinaus ist die Abnahme rascher, woraus man auf das Vorhandensein von anderen Ursachen für die Schwächung der Wellen schließen kann. Diese können teils in der Absorption der Atmosphäre, teils in der des Erdbodens und endlich in der Kugelgestalt der Erde begründet sein. L. W. Austin hat nachgewiesen, daß bei Versuchen mit Wellen von 1000 und von 3750 *m* Länge von den kürzeren Wellen 95%, von den längeren fast nichts verloren geht. Zenneck erklärt dies wie folgt: Wäre die Erde ein guter Leiter, so würden die Wellen nur wenig eindringen, wäre sie ein Isolator, so gingen sie ungeschwächt durch; die Erde ist aber ein „leitendes Dielektrikum", das bei einer gewissen Leitfähigkeit und einer gewissen Dielektrizitätskonstante die größten Energieverluste zeigt. Die Leitfähigkeit der Erde ist nur bei einer bestimmten Frequenz ein Maximum, woraus sich erklärt, daß Wellen bestimmter Länge am meisten absorbiert werden. Genaue Zahlen über diese Werte sind noch unbekannt. Was die atmosphärische Absorption anlangt, so sind die Zeichen des Nachts bekanntlich stärker wie am Tage. Der am Tag empfangene Strom ist proportional einer Konstanten, dividiert durch die Entfernung und multipliziert mit einem Exponentialfaktor; der Exponent ist ein Bruch, im Zähler steht die Entfernung, im Nenner die Wurzel aus der Wellenlänge. Dieser Faktor stellt den Einfluß der Erdkrümmung und der atmosphärischen Absorption dar. Der Unterschied in der Schwächung gedämpfter und ungedämpfter Wellen ist gering. Nach Sommerfeld pflanzen sich Oberflächen auf der Erdoberfläche und Raumwellen durch die Luft über der Erdoberfläche fort; das kann man aus der Erfahrung beweisen, daß Wellen schon mitgenommen werden, wenn man den Empfänger mit einer nicht isolierten Metallmasse verbindet, der dann von den Oberflächenwellen erregt wird.

Was die Wirkung der Ionisation der Atmosphäre anlangt, so hat man gefunden, daß in 10.000 bis 13.000 *m* Höhe eine konstante Temperatur von — 55° C herrscht, darunter sind Wolken, darüber ist eine von den Sonnenstrahlen ionisierte Atmosphäre von Gasen. Die Ionen sollen nun nach Eccles eine Beschleunigung der Wellenfortpflanzung mit sich bringen, woraus sich das Umbiegen der Wellenfront in Richtung der Fortpflanzung und das Anschmiegen an die Erdkrümmung erklären würde, ebenso die verschiedene Durchlässigkeit der Atmosphäre bei Tag und bei Nacht.

(Deutsche Verk.-Ztg. 7. 11. 1913.)

Elektrische Schwingungen gekuppelter Systeme, untersucht nach der Methode von Feddersen. S. Jauß, Posen. Die tatsächliche Existenz der bei enger Kupplung theoretisch geforderten Schwebungen hat Dieselhorst mit der Glimmröhre nachgewiesen. Der Nachweis ist aber auch mit einer wesentlich einfacheren photographischen Drehspiegeleinrichtung, die ursprünglich von Feddersen angegeben wurde, zu führen. Die

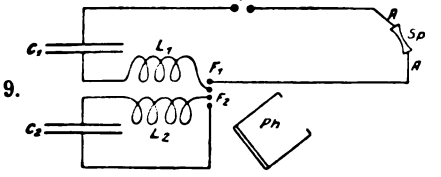


Fig. 9.

nebenstehende Fig. 9 zeigt die Anordnung. C_1 und C_2 sowie L_1 und L_2 sind die Kapazitäten und Selbstinduktionen im Primär- und Sekundärkreis; ebenso sind F_1 und F_2 entsprechend zugehörige Funkenstrecken. Bei losen Kupplungen wird zweckmäßig im Primärkreis noch eine Nebenfunkenstrecke F angeordnet. Als Spiegel dient ein einseitig versilbertes Brillenglas *Sp*, das das Funkenbild in die Camera *Ph* wirft. Der Spiegel, der sich um eine vertikale Achse (senkrecht zur Papierebene) dreht, trägt zwei gebogene Kupferdrahtarme A, um nur die eine Hohlspiegelfläche zur Wirkung kommen zu lassen. Die erhaltenen Photographien zeigen deutlich die Schwebungen, deren Frequenz mit zunehmender Kupplung wächst. Auch das Minimum der Bewegung im Primärkreis bei maximaler Amplitude im Sekundärkreis und umgekehrt ist deutlich sichtbar. Ebenso wird die Aussage der Theorie, daß bei Verstimmung beider Systeme die Minima der Amplituden in *I* nicht vollständig Null werden, wohl aber in *II*, durch die Funkenbilder bestätigt. Die wenig gedämpfte Sekundärschwingung bei Anwendung einer Löschfunkenstrecke konnte ebenfalls gezeigt werden.

(Phys. Zeitschr. Nr. 18, 1913.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Zerlegung hochkomplizierter chemischer Verbindungen im schwankenden magnetischen Kraftfeld. G. W. Heimrod. Im Jahre 1908 hat J. Rosenthal eine Arbeit veröffentlicht, in der er nachgewiesen zu haben glaubt, daß durch die Einwirkung von Wechselströmen bezw. von den durch letztere in einem Solenoid erzeugten, schwankenden magnetischen Kraftfeldern chemische Umsetzungen bei hochmolekularen Verbindungen bewirkt werden können. Demgegenüber stellte der Verfasser fest, daß innerhalb des weiten Gebietes von 200 bis 900 Unterbrechungen pro Sekunde eine Verzuckerung einer 2·5%igen Stärkelösung durch die Einwirkung des schwankenden magnetischen Feldes nicht nachzuweisen ist. Da ferner keine Andeutungen theoretischer Art vorliegen, die eine Zerlegung hochmolekularer Verbindungen unter dem Einfluß der hier in Frage kommenden langsamen Schwingungen voraussehen lassen, so ist anzunehmen, daß eine solche Einwirkung überhaupt nicht existiert.

(Z. f. Elektroch. Heft 20, 1913.)

Theorie der dielektrischen Nachwirkung. K. W. Wagner. Die dielektrische Verschiebung $\mathfrak{D}$ folgt den Veränderungen des elektrischen Feldes $\mathfrak{E}$ nur zum Teil sofort, zum Teil bleibt sie hinter ihm zurück. Wenn ein Dielektrikum von der Dielektrizitätskonstante ε plötzlich einem Feld $\mathfrak{E}_0$ ausgesetzt wird, so entsteht gleichzeitig eine Verschiebung

$$\mathfrak{D}_0 = \frac{\varepsilon}{4\pi c^2} \cdot \mathfrak{E}_0$$

($c = 3 \cdot 10^{10}\,cm$/Sek.); diese Verschiebung wächst langsam von dem Anfangswert $\mathfrak{D}_0$ auf einen Endwert $\mathfrak{D}_\infty = (1+k)\,\mathfrak{D}_0$. Dieser Endwert ist der Verschiebung in einem beliebigen Zeitmoment $\mathfrak{D}$ gleich, vermehrt um die „Nachwirkung".

In Übereinstimmung mit den Gesetzen der elastischen Nachwirkung kann man folgendes über die dielektrische Nachwirkung angeben. Wenn in einem Moment t die Feldänderung $\Delta\mathfrak{E}$ einsetzt, so herrscht in einem späteren Zeitmoment die Nachwirkung

$$\Delta\mathfrak{D}^1 = -\frac{\varepsilon}{4\pi c^2} \cdot \Psi(t - t_1) \cdot \Delta\mathfrak{E}.$$

Die Funktion der Zeit

$$\Psi(t) = \Sigma K_\nu \cdot e^{-\frac{t}{T_\nu}}.$$

Dieser Ausdruck besteht aus außerordentlich vielen Gliedern. Die Zeitkonstante T_ν gruppiert sich in ganz bestimmter Weise um den wahrscheinlichsten Wert T_0 nach dem Gesetze

$$\frac{b}{\pi} e^{-b^2 z^2}, \quad \text{wo } z = l\,n \frac{T_\nu}{T_0}$$

und b eine Konstante ist, die die Dichtigkeit der Verteilung von T_ν um T_0 mißt.

Die Nachwirkung ändert sich anfangs sehr schnell, später langsam, also ist zu Beginn des Vorgangs der Rückstandstrom sehr groß, er nimmt erst sehr rasch, dann langsamer ab und hat nach langer Zeit einen noch meßbaren Wert. Der Verfasser zeigt, wie man den Verlauf des Stromes als Funktion der in Bruchteilen der wahrscheinlichen Zeitkonstante ausgedrückten Zeit darstellen kann. Für kleine Werte von b kann man den Rückstandsstrom proportional t^{-n} ansehen. Allgemein gilt hiefür

$$i = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-b^2 z^2 - z - \frac{t}{T_0} e^{-z}} \cdot dz.$$

Die Werte dieser Funktion i werden für verschiedene $\frac{t}{T_0}$ und verschiedene b in Tabellen angegeben. Für große Werte von b, je dichter also die Zeitkonstanten um den wahrscheinlichen Wert T_0 liegen, ist

$$i = \frac{\sqrt{\pi}}{b} \cdot e^{-\frac{t}{T_0}}$$

Für b klein sind der dielektrische Verlustwinkel und die Kapazität in einem weiten Frequenzbereich konstant, was ein Beweis dafür ist, daß der dielektrische Verlust keine Hysteresiserscheinung ist. Mit steigender Temperatur nimmt die wahrscheinliche Zeitkonstante T_0 stark ab, der Wert von b nimmt wenig zu mit steigender Temperatur. Die Theorie deckt sich in vielen Belangen mit den Meßergebnissen.

(E. T. Z. Heft 45, 1913.)

Digitized by Google

Strahlungslehre.

Über Wärmewirkungen an der Kathode von Vakuumröhren. B. Hodgson und P. A. Mainstone, Bristol. Daß die Elektroden einer Vakuumröhre sich während der Entladung erhitzen und daß die Kathode wärmer wird als die Anode, ist seit langem bekannt. Plücker nannte die negativen Elektroden den Wärmepol und Hittorf nahm an, daß der hohe Potentialfall nahe der Kathode die Ursache der höheren Temperatur sei. Die ersten kalorimetrischen Messungen der Wärmeenergie der Kathode durch Naccari und Bellati (1878) zeigten die Proportionalität zwischen Strom und Wärmeenergie sowie die Tatsache, daß die Kathode 8 bis 23mal soviel Wärme aufnimmt wie die Anode. Granqvist hat später die Proportionalität zwischen Strom und Kathodentemperatur bestätigt. Hodgson hat bei verschiedenen Stromstärken und Gasdrucken die entstehende Wärmeenergie in absoluten Einheiten gemessen. Diese Messung führte zu dem Schluß, daß nur eine kleine Zahl negativer Träger an der Entladung an der Kathodenoberfläche teilnimmt. Die neuen Versuche wurden mit verbesserten Apparaten und Elektroden aus verschiedenen Metallen in Sauerstoff, Stickstoff und Luft vorgenommen. Es zeigte sich, daß bei normaler Glimmentladung die der Kathode mitgeteilte Wärmeenergie proportional dem Strom ist; setzt aber die abnormale Glimmentladung ein, so wächst die Wärmeenergie rascher als der Strom. Bezeichnet man mit M die Wärmekapazität der Kathode, mit $\frac{d\vartheta}{dt}$ den Temperaturgang, mit i den Strom und mit V das mittlere Potential, das die bombardierenden Ionen durchfallen, und setzt ferner $M\frac{d\vartheta}{dt} = a$, $iV = b$, so ist der Betrag des Verhältnisses $\frac{a}{b}$ etwa $= 1$, woraus zu schließen ist, daß an der Kathodenoberfläche nur wenige Korpuskel als Stromträger fungieren. (Phil. Mag. Nr. 153.)

Wirtschaftliches.

Betriebsergebnisse englischer Elektrizitätswerke. Die Zeitschrift „Electrical Times" veröffentlicht eine tabellarische Zusammenstellung der wirtschaftlichen Ergebnisse englischer Elektrizitätsunternehmungen im letzten Betriebsjahre; vergleichsweise ist auch eine Berechnung der Durchschnittszahlen der beiden letzten Berichtsjahre im nachstehenden wiedergegeben:

Berichtsjahr	Licht- und Kraftwerke		Bahnwerke	
	1910/11	1911/12	1910/11	1911/12
Zahl der Unternehmungen . .	310	303	95	95
Gesamtleistung in $kW \times 1000$.	908	961	—	—
Anlagekapital (Buchwert) Mill. K	1500	1530	1120	1145
Gesamt-Betriebseinnahmen Mill. K	193	205	250	265
„ Betriebsausgaben „ „	90	95	152	164
Bruttoüberschuß . . . . „ „	105	110	98	111
„ . . . . in %	7·08	7·2	9·03	9·58
Rücklagen und Abschreibung in Mill. K	38	41	28	30
Rücklagen und Abschreibung in %	2·57	2·68	2·52	2·62
Reingewinn . . . in Mill. K	67	69	72	81
„ . . . . . in %	4·51	4·52	6·51	6·96
Nutzbar abgegebene kWh in Mill.	1016	1127	—	—
Durchschn. Einnahmen in h pro kWh	18·7	17·8	—	—
„ Betriebskosten in h	9·0	8·7	—	—
Maximalbelastung in $kW \times 1000$	575	636	—	—
Belastungsfaktor . . . . in %	20·2	20·22	—	—
Länge der Bahnstrecken in km	—	—	4685	4800
Zahl der Wagenkilometer in Mill.	—	—	380	400
„ „ beförderten Personen in Mill.	—	—	2336	2538
Einnahmen pro Wagenkilometer in h	—	—	158	170
Betriebskosten pro Wagenkilometer . . . . . in h	—	—	106	104
Einnahmen pro Person . . „ „	—	—	10·7	10·5

Von den im Betriebsjahre 1912/13 angeführten Elektrizitätswerken weisen nur fünf (mit Leistungen über 1000 kW) Betriebskosten unter 5 h pro kWh aus, deren Belastungsfaktor im Mittel 30% erreicht; andererseits sind in den Tabellen 12, zumeist kleinere (unter 1000 kW) Werke angeführt, deren Betriebskosten mehr als 15 h pro kWh betragen und welche mit Defizit arbeiten und fast durchwegs einen Belastungsfaktor unter 20% aufweisen.

Chronik.

Die Ausnutzung der Wasserkräfte in der Schweiz und in den österreichischen Alpenländern. Über diesen Gegenstand hielt Herr Ing. Leopold Rosenbaum am 15. d. M. im Wasserwirtschaftsverbande der österreichischen Industrie einen Vortrag, in welchem derselbe zunächst ein Bild der bisherigen und voraussichtlichen zukünftigen Entwicklung der Wasserkraftanlagen in der Schweiz und den österreichischen Alpenländer gab und sodann über die Erfahrungen beim Ausbau, Betrieb und Zusammenarbeiten einiger namhafter Wasserkraftanlagen berichtete, unter besonderer Berücksichtigung der Anlagen zur Erzeugung elektrischer Energie für industrielle Zwecke. In der Schweiz sind nach neueren Schätzungen ständig 1·5 Millionen *PS* an Minimalwasserkräften verfügbar (bei 4·5 Millionen Brutto-*PS*) oder 36 *PS* pro km^2 (gegen 15 bis 25 *PS* in den österreichischen Alpenländern) und waren nach der Fabrikstatistik vom Jahre 1911 bereits 538.000 *PS* ausgenutzt, wovon 383.000 auf Elektrizitätswerke, 70.000 *PS* auf die elektrochemische Großindustrie und der Rest auf reine Wasserwerke entfallen. Das Verhältnis von Mittelwasser zu Niederwasser schwankt zwischen 2 : 1 und 3 : 1 (bei Elektrizitätswerken 360.000 gegen 205.000 *PS*), da 8% der gesamten Bodenfläche auf Gletscher, Seen und Flüsse entfallen. Immerhin machen die starke Geschiebeführung und die sommerlichen Hochwässer eine Reihe besonderer Vorkehrungen notwendig. Der zukünftige Kraftbedarf für den elektrischen Betrieb der Hauptbahnen in der Schweiz wurde von der Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb mit 150.000 konstanten *PS* und 450.000 maximalen *PS* (als Spitzenbedarf) ermittelt; die in absehbarer Zeit zu erwartende konstante Jahresleistung der Elektrizitätswerke hat Ing. H. Stoll mit einer Million *PS* berechnet, während für die elektrochemischen Anlagen ein konstanter Kraftbedarf von 350.000 *PS* zu erwarten ist. Die demnach erforderliche gesamte konstante Jahresleistung von 1·5 Millionen *PS* aller Wasserkraftanlagen könnte gerade noch durch die Niederdruckanlagen gedeckt werden, während für die Belastungsspitzen von rund 2·5 Millionen *PS* bereits Hochdruckspeicher- bezw. kalorische Reserven herangezogen werden müßten. Gegenwärtig werden außerdem noch 50.000 bis 100.000 *PS* an elektrischer Energie an das Ausland gegeben.

In Österreich sind gegenwärtig nach der Statistik der Elektrizitätswerke rund 250.000 *PS* an Turbinen installiert, während in privaten Anlagen höchstens 150.000 *PS* ausgebaut sein dürften. Nach dem vom hydrographischen Zentralbureau herausgegebenen Wasserkraftkataster sind bei Niederwasser rund 1·2 Millionen *PS* verfügbar und hievon kaum 100.000 *PS* bereits ausgenutzt; die Jahresdurchschnittsleistung der Großwasserkräfte in den österreichischen Alpen stellt sich hingegen (nach Dr. Conrad) auf 1·85 Millionen *PS*, die gesamte Bruttoleistung aller Wasserkräfte in Österreich auf etwa 5 Millionen *PS*. Das Verhältnis Mittelwasser zu Niederwasser schwankt zwischen 3 : 1 bis 5 : 1, ist also wesentlich ungünstiger als in der Schweiz. Die Studienabteilung für elektrischen Bahnbetrieb hat den zukünftigen minimalen Kraftbedarf der Alpenbahnen mit 109 000 *PS*, die Belastungsspitzen mit 450.000 *PS* (wie in der Schweiz) berechnet und sind die erforderlichen Wasserkräfte zum größten Teil bereits gesichert. Rechnet man für die zukünftige konstante Jahresleistung der Elektrizitätswerke (etwa um 1935) auf Grund der bisherigen Entwicklung 0·75 bis 1 Million *PS*, so erscheinen dann die verfügbaren Minimalwasserkräfte bereits ausgenutzt; für die Spitzenleistungen müßten bereits Hochdruckspeicheranlagen oder Wärmekraftreserven herangezogen werden. Die chemische Großindustrie müßte ihren zukünftigen Kraftbedarf, der gegenwärtig kaum 60.000 *PS* (davon 30.000 *PS* in Bosnien und Dalmatien und weitere 30.000 *PS* dort im Ausbau) beträgt, zum größten Teil aus dem noch verfügbaren Mittelwasser decken und ihren Betrieb bei Niederwasser wesentlich einschränken. Es müßte daher ein inniges Zusammenarbeiten der öffentlichen und privaten Anlagen angestrebt werden, in ähnlicher Weise wie es heute bei den Schweizer Überlandzentralen und auch in Tirol bei den später erwähnten Sillwerken der Fall ist. Die Anlagekosten der schweizerischen Wasserkraftwerke stellen sich etwas niedriger als in Österreich, jedoch immer noch höher als in Skandinavien*). An Konzessionsgebühren werden Frcs. 3 bis 6 pro *PS* bezahlt (im Jahre 1912 im ganzen 1·2 Millionen Francs) und erfolgt die Konzession seitens kantonalen Behörden**). Die Rentabilität ist im allgemeinen recht günstig; sie beträgt bei den gesellschaftlichen Überlandzentralen 7 bis 8%,

*) Vergl. E. u. M. 1911, Seite 961.

**) Nach dem neuen Gesetzentwurf maximal Frcs. 3 pro *PS*.

Digitized by Google

für städtische Werke meist nur 4 bis 5%, erreicht hingegen bei industriellen Unternehmungen bis zu 20% (Aluminiumindustrie A.-G.). Die Tarife sind für Großabnehmer meist sehr niedrig (in elektrochemischen Anlagen bis zu 0·5 Cts. pro *kWh*).

Der Vortragende übergeht nunmehr zur Besprechung einiger namhafter Niederdruckanlagen, deren älteste (1896 bis 1899 erbaute) das Elekrizitätswerk Rheinfelden bei Basel ist. Hier ergaben sich mangels genügender Erfahrungen große Schwierigkeiten beim Bau und Betrieb der Wehranlage und des Oberkanals infolge der Hochwässer-, Geschiebe- und Eisführung. Auch stellen die kleinen vertikalen, langsamlaufenden Turbineneinheiten (20 zu 800 *PS*) eine heute bereits veraltete Bauart dar. Der stetig steigende Kraftbedarf machte schon im Jahre 1903 die Erbauung einer 5000 *PS*-Dampfreserveanlage erforderlich, welche durch die 1910 erbaute 10.000 *PS*-Dampfreserve in Augst-Wyhlen wirksam unterstützt; die letztere dient jetzt nach Inbetriebsetzung des Wasserkraftwerkes nur mehr als Notreserve. Das im Jahre 1912 vollendete Werk Augst-Wyhlen stellt den Typus einer modernen Niederdruckanlage dar; der Wassereinlauf erfolgt hier direkt vom Rhein in die Turbinenkammern, welche horizontale Vierfachturbinen zu 2200 *PS* enthalten *). Die Kosten dieser Anlage stellen sich auf Mk. 590 pro *kW*, gegen Mk. 750 pro *kW* in Rheinfelden. Eine Reihe größerer Niederdruckanlagen liegen am größten Nebenfluß des Rheins, der Aare, so die Anlagen Beznau, Wangen usw. Das Kraftwerk in Beznau (in Parallelbetrieb mit dem Hochdruck-Löntschwerk) besitzt mit Rücksicht auf die bedeutenden Gefällsschwankungen (3 bis 6 *m*) getrennte Hochwasser- und Niederwasserturbinen. Die 7000 *PS*-Dampfkraftanlage dient jetzt ebenfalls nur mehr als Notreserve.

Unter den weitaus zahlreicheren Hochdruckanlagen ist zunächst das Löntschwerk der A.-G. Motor, welches derzeit das größte Werk in der Schweiz mit 36.000 ausgebauten *PS* und einer in Aufstellung begriffenen 15.000 *PS*-Turbine ist, dessen normale Wassermenge von 4·5 m^3 (bei 350 *m* Gefälle) durch Aufspeicherung im Klöntalersee auf 10 m^3 erhöht werden kann, so daß das Werk zur Zeit der Belastungsspitze im Winter das parallelarbeitende, vollbelastete Beznauwerk wirksam unterstützt**). Die Anlagekosten betragen hier Mk. 360 pro *PS* gegen Mk. 650 pro *PS* beim Beznauwerk (ohne Leitungen). Den Hauptabnehmer dieser Werke (Leitungslänge 3050 *km*) bildet neben sechs anderen Kantonen der Kanton Zürich mit 152 Gemeinden, welche 33·5 Millionen *kWh* von auswärts beziehen. Von Interesse sind auch die gegenwärtig durchgeführten Versuche zur Erzielung eines geräuschlosen Ganges mittels Kork-, Watte- und Tucheinlagen in den Ventilationsaussparungen der Maschinengehäuse. Die Stadt Zürich bezieht ihre Energie vom 135 *km* entfernten Albulawerk, dessen Wasserfassung mit Rücksicht auf die Schlamm- und Hochwasserführung besonders sorgfältig ausgeführt wurde***). Das Albulawerk steht mit den Anlagen Beznau-Löntsch im Aushilfsverhältnis und besitzt in Zürich eine ausreichende Dampfreserve. Überdies liefert es gemeinsam mit dem in Thusis am Hinterrhein befindlichen Werk für die Karbidfabrik der A.-G. Lonza ständig elektrische Energie. Von Interesse ist hier eine autogene Schweißanlage zur Reparatur der durch Sand abgenutzten Radschaufeln.

Die A.-G. Lonza besitzt in Ackersand an der Visp eine zweite Wasserkraftanlage für die Ferrosiliziumfabrik, welche auf 30.000 *PS* ausgebaut werden soll. (Gefälle 700 *m*) bei welcher besondere Vorkehrungen (Klärbecken) zur Bewältigung der Geschiebeführung notwendig waren. Der Wirkungsgrad der Turbinen wird hier durch einen Meßkanal und besondere Meßeinrichtungen ständig kontrolliert. Die größte elektrotechnische Unternehmung bildet die Aluminiumindustrie A.-G. Neuhausen, deren Werke nach Ausbau eine Gesamtleistung von 120.000 *PS* aufweisen werden; eine weitere bedeutende Hochdruckanlage ist das Werk Brusio (36.000 *PS*), das den größten Teil der erzeugten Energie nach Italien (an die Società Lombarda) liefert, und überdies zum Betriebe der Berninabahn dient†). Eine große Unternehmung werden die Bernischen Kraftwerke A.-G. bilden, welche ein Gebiet von 326 Ortschaften mit 350.000 Einwohnern versorgen und eine Vereinigung mehrerer Hochdruck- und Niederdruckanlagen darstellen; außerdem gibt dieses kantonale Unternehmen an zwei Vollbahnen (Lötschberg- und Burgdorf-Thun) Strom ab. In der Schweiz bestehen auch noch mehrere kleinere Hochdruck-Akkumulierungsanlagen mit intermittierenden Speicherpumpwerken, so in Ruppoldingen-Olten und Schaffhausen. Die Anlagekosten dieser Werke sind ziemlich hoch und der Wirkungsgrad des Pumpwerkes gering (50 bis 60%), so daß nur bei andauernd hoher Belastung derselben Ersparnisse zu erzielen sind.

Von den in den österreichischen Alpenländern gelegenen Anlagen werden die Sillwerke der Stadt Innsbruck hervorgehoben, da dieselben nicht nur zur Licht- und Kraftversorgung von Innsbruck, sondern auch für vier Bahnstrecken sowie die benachbarte elektrochemische Fabrik in Patsch Strom abgeben. Der Betrieb der letzteren erfolgt in der Weise, daß dieselbe alle Belastungen zwischen 2400 und 10.000 *kW* aufzunehmen hat, gemäß der jeweilig verfügbaren Leistung, wobei die überschüssige Energie stets am Leistungszeiger in der Fabrik gemeldet und in der Zentrale automatisch registriert wird; der Verbrauch jedes der acht Speisekabel wird durch getrennte Aaronzähler gemessen. Zum Schutze gegen plötzliche Belastungsstöße sind vor die Hauptschalter noch Hilfsschalter eingebaut, die vorher geschlossen und nachher geöffnet werden; das Ende des Leerlaufs ist zum gleichen Zweck mit einem „Energievernichter" in Form eines Schienenstoßes versehen, gegen welchen das Wasser geworfen wird. Die Sillwerke stehen überdies mit dem zum Betrieb der Mittenwaldbahn dienenden Ruetzwerke durch einen Verbindungsstollen am Wasserschloß in gegenseitigem Aushilfsverhältnis bei Wassermangel. Letzteres Werk, im Jahre 1912 erbaut, zeichnet sich durch geräuschlosen Gang der selbstventilierten Generatoren und die hiedurch erzielte angenehme Maschinenhaustemperatur aus, und ist auch in architektonischer Hinsicht bemerkenswert.

Der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband hat in diesem Jahre eine Eingabe an den Bundesrat gerichtet, in welchem behufs technischer und wirtschaftlicher Mitwirkung an der Vollziehung des gegenwärtig in Verhandlung stehenden neuen Bundesgesetzes zur Nutzbarmachung der Gewässer, die Schaffung eines Wasserwirtschaftsrates und eines „Bureaus für die Ausnutzung der Gewässer" neben der bisherigen „Abteilung für Landeshydrographie" geschaffen werden soll.

Der Vortragende schließt mit dem Wunsche, daß auch in Österreich die Entwicklung der Wasserkräfte in ähnlicher Weise und nach gleichen Richtlinien wie in der Schweiz erfolgen möge.

*) E. u. M. 1913, Seite 728, 961.
**) E. u. M. 1910, Seite 823, 897.
***) E. u. M. 1910, Seite 82.
†) E. u. M. 1907, Seite 323.

Literatur-Bericht.

The Design of Alternating Current Machinery. Von James R. Barr und R. D. Archibald. 496 Seiten. Mit 340 Abbildungen und 17 Tafeln. London. 1913.

Dieses englische Werk behandelt in recht übersichtlicher Weise etwa den Stoff, den wir in verschiedenen deutschen Werken über Elektromaschinenbau, und zwar speziell über die Wechselstromtechnik finden. Das Buch ist vollständig und doch nicht zu umfangreich; es entspricht vor allem auch den praktischen Bedürfnissen. Auch die konstruktive Seite kommt zu ihrem Rechte und an geeigneten Stellen sind die einschlägigen Meßmethoden aufgeführt. Die einzelnen Kapitel haben die folgenden Überschriften: Komplexe Wellenformen und ihre Zerlegung, Isolationsmaterialien. Transformatoren, ihre Wirkungsweise, Diagramme, Wirkungsgrad und Erwärmung. Entwurf von Transformatoren. Wechselstrommaschinen, mechanische Konstruktion und Wicklungen. Die EMK von Wechselstrommaschinen und der magnetische Kreis. Über Ankerrückwirkung, Streuung und Regulierung. Synchrone Impedanz, Compoundierung und plötzlicher Kurzschlußstrom. Wirkungsgrad und Erwärmung von Wechselstromerzeugern. Parallelbetrieb und Entwurf von Wechselstrommaschinen. Einankerumformer. Die mehrphasigen Wicklungen sind mit drei verschiedenen Farben dargestellt. Die 16 Tafeln geben vor allen Dingen Konstruktionen der britischen Firmen. Die Turbogeneratoren sind allerdings für sehr mäßige Umlaufszahlen konstruiert, wie sie zurzeit nicht mehr üblich sind. Einer der dargestellten Einankerumformer läuft in Kugellagern. *Niethammer.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Dampfkessel.

Kesselsysteme.

Der Gegenstand der Erfindung der Maschinenbau-Anstalt Humboldt in Köln-Kalk und des Aloys Fried in Barmen betrifft einen Kessel, der insbesondere dazu dient, bei Müllverbrennungsanlagen die Abgase zum Zwecke der Dampferzeugung auszunutzen. Die Erfindung besteht darin, daß hinter dem Rauchrohrbündel eines stehenden Rauchrohrkessels, an den sich ein Ober- und Unterkessel anschließen, ein die letzteren verbindendes Wasserrohrbündel angeordnet ist. Die in den Heizgasen nach dem Durchgang durch die Rohre des Rauchrohrbündels noch vorhandene Wärme wird also mit Hilfe des schnell wirkenden Wasserrohrbündels noch für die Dampferzeugung nutzbar gemacht. (Ö. P. Nr. 60.426.)

Digitized by Google

Der Wasserrohrkessel von Hermann Franke in Hannover besteht aus einem oberen und einem unteren Dampfsammler, die durch zwei Reihen V-förmig gebogener äußerer Rohre und durch schwach gekrümmte innere Rohre miteinander verbunden sind, wobei die inneren Rohre bündelförmig so zusammengefaßt und so gekrümmt sind, daß alle Rohre eines Bündels je durch eine gemeinsame, in dem Mantel des Oberkessels angeordnete Öffnung herausgezogen und gereinigt werden können. Die Erfindung besteht nun darin, daß die Rohre der inneren Rohrbündel in der Hauptrichtung der Rohrachsen schwach gewellt sind. Die Verwendung der schwach gewellten Rohre hat die Vorteile der gesteigerten Elastizität des zwischen den zylindrischen Sammlern liegenden Rohrsystems, der Vergrößerung und erheblichen Verbesserung der Heizfläche des inneren Rohrsystems zur Folge. Letztere kommt dadurch zustande, daß die mäßige Abbiegung von der Hauptrichtung die Umlagerung des Rohrinhaltes fördert, also die Bildung des Dampfpelzes erschwert, ohne die Steigungsgeschwindigkeit zufolge Auftriebkraft zu vernichten. (D. R. P. Nr. 262.413.)

Eine Erfindung des Dr.-Ing. Wilhelm Schmidt in Kassel-Wilhelmshöhe bezieht sich auf einen aus Röhren gebildeten Dampferzeuger, bei dem in dem einen Ende des Röhrensystems Wasser hineingedrückt und am anderen Ende Dampf entnommen wird. Diese Dampferzeuger haben einen sehr geringen Wasserinhalt und findet beim Anheizen und bei zeitweiliger Unterbrechung der Dampfentnahme kein Umlauf der Flüssigkeit in den Röhren statt. Die Röhren geraten daher während dieser Zeit leicht ins Glühen. Um diesen Nachteil zu beseitigen, ist der Erfindung gemäß oberhalb des Dampferzeugers ein Oberflächenkondensator angeordnet. Das eine obere Ende der Kondensatorschlange ist durch eine Leitung mit dem Dampf führenden, das andere untere Ende mit dem Wasser führenden Teile des Dampferzeugers verbunden. Beim Anheizen und bei unterbrochener Dampfentnahme wird der erzeugte Dampf im Kondensator niedergeschlagen und kann das Dampfwasser von dort in den Dampferzeuger zurücksinken. Hiebei ist unterhalb oder oberhalb des Kondensators ein Rückschlagventil oder ein Absperrorgan oder beides angeordnet, um zu verhindern, daß das Speisewasser durch den Kondensator hindurch in den dampfführenden Teil des Dampferzeugers gelangt. (D. R. P. Nr. 265.587.)

Großwasserraumkessel mit gekrümmten Wasserrohren, die von einem hinter dem Feuerungsraum angeordneten unteren Wassersammler zu einem oberen Wasser- und Dampfsammler führen sind bekannt. Nach der Erfindung des Gottlieb Pühler in München steigt nun das Röhrenbündel von der flachen Stirnwand des liegenden Unterkessels zu dem flachen Boden eines dem Oberkessel angebauten senkrechten Vorkopfes auf. Die Erfindung ermöglicht, Röhren mit nur einer, und zwar großen Krümmung anzuwenden, hiedurch eine leichte Reinigung zu gestatten und an Stellen zylindrischer, flache Rohrwände, die eine vorteilhafte Befestigung ergeben, anzuordnen.
(D. R. P. Nr. 266.291.)

Nach der Erfindung des Eduard Pielok in Berlin wird bei einem Dampfkessel, der aus einer mit Einschnürungen versehenen Feuerbüchse mit angeschlossenen Heizrohren besteht, ein vollkommenes Vermischen der Heizgase und somit eine bessere Ausnutzung derselben angestrebt. Dies geschieht dadurch, daß hinter der Einschnürung der Feuerbüchse quer zur Längsrichtung des Kessels liegende Rohre gelagert sind und daß in einer Kammer, die unmittelbar vor den Heizrohren liegt, eine Wand angeordnet wird, die eine zweimalige Richtungsänderung der Gase bewirkt. Fig. 1 zeigt einen senkrechten Längsschnitt durch einen solchen Kessel. *e* bezeichnet die Einschnürung und *f* die hinter dieser liegenden Rohre. *c* ist die Kammer, in der die Wand angeordnet ist. (Ö. P. Nr. 61.217.)

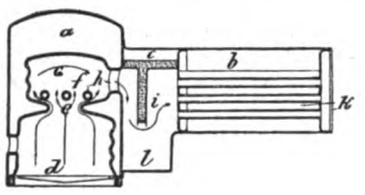


Fig. 1.

Im Dampfkesselbau ist es bekannt, durch Anordnung von Wärmeübertragungskörpern sowohl auf der Feuerseite wie auf der Wasserseite der Flammrohre die Wärmeübertragung zu erhöhen und ebenso bekannt ist es, Leitbleche in Dampfkesseln anzubringen, um dem Wasser, bezw. Wasserdämpfen eine bestimmte Bewegungsrichtung zu geben. Die Erfindung des Christian Hülsmeyer in Düsseldorf betrifft einen Dampfkessel, der mit einer Vereinigung der bekannten Wärmeübertragungskörper und Leitkörper ausgerüstet ist, derart, daß die unter der Wirkung der Wärmeübertragungskörper im Kessel vermehrten Wasserströmungen durch die angebrachten Leitkörper eine bestimmte Richtung erhalten, wodurch ein stetes verstärktes Herumführen von neuem Wasser an die wärmeübertragenden Heizflächen bedingt wird. Verbessert wird diese Wirkung durch die Anordnung von fensterartigen Durchlässen in den Leitkörpern und den Wärmeübertragungskörpern. Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung bei einem gewellten Flammrohr. d, d_1, d_2 sind die Wärmeübertragungskörper in Form keilförmiger Ringe, g_1 Einsätze, um die Stellung der Ringe zu sichern. (D. R. P. Nr. 265.588.)

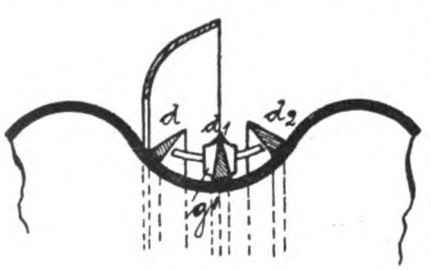


Fig. 2.

Ein Patent der Deutschen Babcock & Wilkox-Dampfkessel-Werke Akt.-Ges. in Oberhausen (Rheinland) betrifft einen Wasserröhrenkessel mit nebeneinander zur Aufnahme der Enden je einer Reihe von Wasserröhren angeordneten Einzelkammern, die mit Auswölbungen für den Anschluß der Röhren versehen sind. Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß diese Auswölbungen

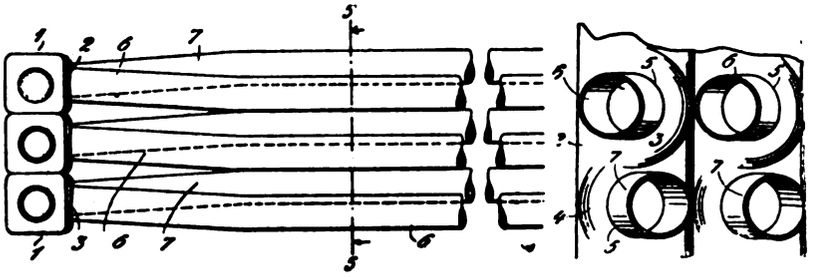


Fig. 3.

mit ihren die Enden der Wasserröhren aufnehmenden Öffnungen reihenweise abwechselnd nach entgegengesetzten Seiten geneigt und die Rohrenden in der Weise abgebogen sind, daß die Wasserröhren übereinander versetzt zueinander liegen. Fig. 3 zeigt in Ansicht, bezw. im Schnitt nach Linie 5—5, eine solche Ausbildung. (D. R. P. Nr. 264.247.)

Die Erfindung des Elemér Viz in Kosd und des Julius v. Muslay in Budapest bezieht sich auf einen Dampfentwickler, bei dem die Heizgase mit dem zu verdampfenden Wasser in unmittelbare Berührung gelangen. Gemäß der Erfindung wird auf den Wasserspiegel innerhalb des Verdampfungsraumes ein Schwimmer aufgesetzt, der in eine aufwärtsgerichtete Haube übergeht, welch letztere mit der Heizgasleitung in Verbindung steht. Infolge dieser Anordnung werden die in die erwähnte Haube gelangenden Heizgase gezwungen, ihren Weg unterhalb der Schwimmfläche des Schwimmers fortzusetzen und somit mit dem Wasser in unmittelbare Berührung zu gelangen. Um die Verdampfung zu beschleunigen, werden an der unteren Fläche des Schwimmers zweckmäßig dicht nebeneinander gereihte Metallfäden angeordnet, die in das Wasser eintauchen. Die Räume zwischen diesen Fäden wirken als Kapillarrohre, die sich mit feinen Wasserfäden anfüllen, so daß die Heizgase mit diesen feinen Wasserfäden in Berührung gelangen und somit das Wasser sehr rasch und unter wirtschaftlicher Ausnutzung der Wärme verdampfen. (Ö. P. Nr. 60.286.)

Dampfüberhitzer.

Bei Überhitzern von Heizrohrkesseln, bei denen die Überhitzerelemente in die Heizrohre hineingesteckt sind, ist es allgemeine Praxis gewesen, in der Rauchkammer einen Dampfkasten anzuordnen, der eine Kammer hat, die mit der Zuführungsleitung für den Naßdampf und einem Ende der Überhitzerrohre verbunden ist, und eine zweite Kammer besitzt, die mit dem anderen Ende der Überhitzerrohre und mit den Dampfzylindern verbunden ist, wobei die erste Kammer zur Verteilung des Naßdampfes auf die Überhitzerrohre und die andere zum Sammeln des überhitzten Dampfes und zur Verteilung desselben auf die Zylinder dient. Diese Kasten sind infolge ihres großen Gewichtes und wegen der komplizierten Herstellung des Kernes kostspielig. Nach der Erfindung der Schmidtschen Heißdampf-Gesellschaft m. b. H. in Kassel-Wilhelmshöhe werden die genannten Übelständevermieden, indem ein Dampfkasten verwendet wird, der mit dem Kessel ein Ganzes bildet. Zu diesem Zwecke wird ein Teil der vorderen Rohrwand des Kessels und gegebenenfalls ein Teil der übrigen Kesselwandung als Dampfkastenwand benutzt. Nach der Erfindung kann ferner die Heiß- und Naßdampfkammer auf je einer Seite der vorderen Rohrwand angeordnet sein. Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch eine Ausführungsform. *h* ist die Naßdampfkammer, *j* die Heißdampfkammer, *a* die vordere Rohrwand, *l* die Überhitzerelemente, *o* die Enden der Rohre, in die der Naßdampf eintritt. (Ö. P. Nr. 61.654.)

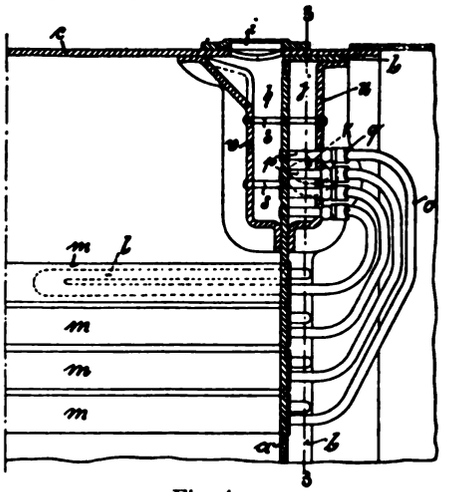


Fig. 4.

Der Gegenstand einer Erfindung der Niederlausitzer Kohlenwerke Akt.-Ges. in Berlin bildet eine Vorrichtung zur Umwandlung von überhitztem Dampf in gesättigten Dampf. Bei der jetzt allgemein gebräuchlichen Benutzung von hoch überhitztem Dampf und der üblichen Verwendung des Abdampfes von Turbinen und Zwischendampfes von Dampfmaschinen ist letzterer noch stark überhitzt und eignet sich infolge seiner hohen Temperatur wegen nicht für alle Verwendungszwecke. Die Umwandlung des überhitzten Dampfes in gesättigten wird nun dadurch bewirkt, daß der überhitzte Dampf durch eine Reihe von wagrecht angeordneten Düsen, die mit einer Haube

Digitized by Google

versehen sind, unter Verdrängung des sich unter der Haube ansammelnden Wassers in einen Behälter tritt und dort mit fein verteiltem Wasserstaub, der durch Wasserdüsen in den Behälter eingespritzt wird, in Berührung gebracht wird. Der nunmehr gesättigte Dampf passiert noch eine Scheidewand, die das ausgeschiedene überschüssige Wasser nach dem unterhalb angebrachten Wasserkasten leitet.
(D. R. P. Nr. 262.237.)

Kesselreinigung.

Die Firma Heinrich Baschy in Hamburg gibt einen Rohrreiniger zum Entfernen des Kesselsteins in Siederohren und Wasserrohrkesseln an, bei dem fräserärtige Werkzeuge an einer biegsamen, rotierenden Welle angeordnet sind. Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß die Werkzeuge, vorzugsweise gezahnte Rollen, an einer biegsamen Welle oder einem Drahtseil in Abständen abwechselnd auf entgegengesetzten Seiten der biegsamen Welle verteilt, verstellbar befestigt sind, so daß sie bei Einführung des Rohrreinigers in das Rohr bewirken, daß diese Welle wellenförmig oder zickzackförmig durchgebogen wird. Infolge dieser Durchbiegungen werden die Rollen an die Innenwandung des Rohres angelegt und da der Rohrreiniger in der Minute 750 bis 1000 Umdrehungen macht, werden die Rollen durch die Zentrifugalkraftwirkung kräftig gegen die Rohrinnenwand geschleudert. Da die Rollen von der Rohrinnenwand abprallen, entsteht eine hämmernde Bewegung der Rollen durch welche die Ablagerungsschicht schnell abgelöst wird.
(D. R. P. Nr. 264.790.)

Nach einem dem Hubert Schimmelfelder in Düsseldorf patentierten Verfahren zum Entfernen des Kesselsteins aus Rohren, Dampfkesseln oder dgl. wird der möglichst noch warme Kesselstein zunächst mit einer konzentrierten Ammonium- oder Alkalibikarbonatlösung getränkt und nach dem Antrocknen der Lösung eine verdünnte Säure, Salzsäure, Salpetersäure oder Schwefelsäure aufgetragen, so daß der Kesselstein durch die in seiner Masse reichlich entwickelte gasförmige Kohlensäure zersprengt und von den Rohr-, bezw. Kesselwandungen abgelöst wird. (D. R. P. Nr. 262.782.)

Die bekannten Flugascheausblasevorrichtungen, welche aus Gußrohren bestehen, die in die Kesselflammrohre oder Züge eingelegt werden, haben den Übelstand, daß die Rohre, insbesondere die Teile, welche der Feuerung zunächst liegen, durch die große Hitze nach kurzer Zeit zerstört werden. Gemäß der Erfindung der Firma J. A. Topf & Söhne in Erfurt wird dieser Übelstand dadurch beseitigt, daß die Rohre mit Dampfkühlung versehen werden. Fig. 5 zeigt

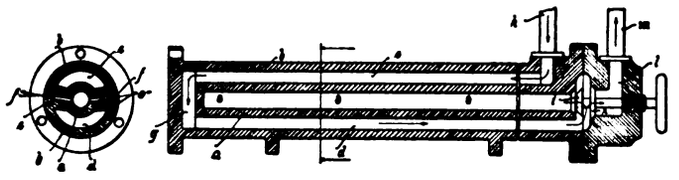


Fig. 5.

in Quer- bezw. Längsschnitt eine Ausführungsform der Erfindung. Der Dampf kann zum Beispiel, wie aus Fig. 2 ersichtlich, durch die Leitung *h* in die obere Kammer *c* eingeführt werden und gelangt von dort durch den Übergang *g* in die untere Kammer *d* und von dem hinteren Ende derselben in das eigentliche, mit den Ausblaseöffnungen *f* versehene Ausblaserohr *a*. Durch diese Zirkulation des Dampfes durch die Ummantelung wird die Kühlwirkung erhöht und der Kesseldampf in Trockendampf umgewandelt, was ein wesentlicher Vorteil für das Ausblasen ist. (D. R. P. Nr. 264.791.)

Dampfentwässerung und -entölung.

Den Gegenstand der Erfindung des Johs. Hombach in Oberhausen, Rhld. bildet eine Vorrichtung, die es ermöglicht, bei Entölern oder Entwässerern die zu entölenden Dämpfe oder Gase auch bei großen Schwankungen in der in der Zeiteinheit durchfließenden Menge auf den ganzen Querschnitt der Vorrichtungen gleichmäßig zu verteilen, zum Zwecke, stets, auch bei kleineren Durchgangsmengen, eine volle Ausnutzung der Abscheideflächen zu erzielen. Die Erfindung besteht nun darin, daß im Entöler vor den Abscheideelementen jalousieartige Leitschaufeln drehbar gelagert sind, die durch Federkraft, Gewichtswirkung oder dgl. gezwungen werden, sich übereinander zu legen, dagegen durch den Druck des durchströmenden, zu reinigenden Mittels mehr oder weniger geöffnet werden. Fig. 6 stellt eine Ausführungsform dieser Vorrichtung dar. *a* sind die Abscheideelemente, *b* die jalousieartigen Leitschaufeln, *c* die Federn.

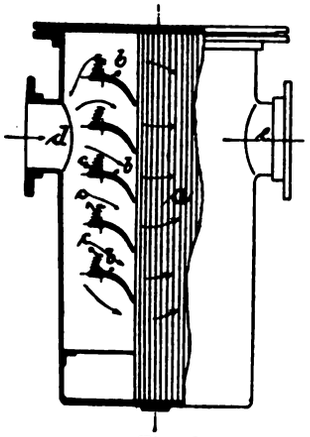


Fig. 6.
(D. R. P. Nr. 262.921.)

Dampfwasserableiter mit schraubenförmigem Ableitungskanal sind bereits bekannt; sie bestehen in der Regel aus einem Gehäuse, das eine konische Bohrung besitzt, in die ein mit einem oder mehreren schraubenförmigen Ableitungskanälen versehener Kern eingepreßt ist. Gegenstand der Erfindung des Emil Efren in Brünn ist nun ein derartiger Ableiter, bei dem der Querschnitt des Ableitungskanales dadurch beliebig geregelt werden kann, daß dieser Kanal, nicht wie bei den bisher bekannt gewordenen Apparaten, in starres Material eingeschnitten ist, sondern durch die Gänge einer elastischen Schraubenfeder, und zwar einer Druck-, Zug- oder Torsionsfeder gebildet wird. Am einfachsten gestaltet sich der Apparat bei Verwendung zylindrisch gestalteter Druck- und Zugfedern mit in allen Windungen gleicher Ganghöhe und Gangtiefe. Doch können auch konisch oder sonst geeignet gestaltete Federn, ferner Federn mit kreisförmigem oder sonstigem Querschnitt verwendet werden. (Ö. P. Nr. 61.275.)

Eine dem Johann Koenig in Pforzheim geschützte Erfindung bezieht sich auf einen Dampfwasserableiter, der aus einem Gehäuse besteht, in dem ein Kolben mit schraubenförmig verlaufender Nut zum Abdrosseln des Dampfes gelagert ist. Die Erfindung besteht nun darin, daß in die schraubenförmig verlaufende Nut ein Metallband mit versetzt angeordneten Querstegen eingelegt ist. Diese Stege können sowohl in der Entfernung voneinander als auch in der Breite geändert werden. (D. R. P. Nr. 262.885.)

In den Abdampfentölern wird die Ausscheidung des vom Dampf mitgerissenen Öles dadurch angestrebt, daß in den Weg des ölhaltigen Abdampfes Drahtgittereinlagen eingesetzt werden. Diese Drahtgittereinlagen, die quer zur Durchströmungsrichtung des Abdampfes senkrecht eingesetzt sind, wechseln mit wagrecht und umgekehrt liegenden rinnenförmigen Blech oder dgl. Streifen ab. Diese Rinnen sind im Querschnitt winkelförmig und mit ebenen Flächen und scharfen Kanten versehen. Nach der Erfindung des Robert Kuner in Ebersbach (Sachsen) wird nun die Wirkungsweise derartiger Abdampfentöler dadurch verbessert, daß diese Rinnen einen gewölbten Querschnitt erhalten. Die gewölbten Flächen der Blechrinnen verursachen eine geringere Wirbelung des zu entölenden Dampfes als die winkelförmigen Rinnen mit scharfen Kanten, so daß das ausgeschiedene Öl nicht wieder verdampft wird. (Ö. P. Nr. 60.344.)

Speisewasservorwärmer.

Gemäß der Erfindung des William Weir in Glasgow gelangt bei Speisewasservorwärmern mit Heißwasserspeisebehältern für Schiffe eine Vorrichtung zur Anwendung, durch die der Druck in dem Saugrohr, das vom Speisewasserbehälter zur Speisepumpe führt, entsprechend vergrößert wird, um diese Pumpe in den Stand zu setzen, Wasser unter höherer Temperatur als üblich zu fördern. Diese Vorrichtung besteht zum Beispiel aus einer Zentrifugalpumpe, die beständig mit derselben Geschwindigkeit läuft und die in das erwähnte Saugrohr, das zur Speisepumpe oder mehreren Speisepumpen führt, eingeschaltet ist. Für den Fall, daß die Zentrifugalpumpe zufolge irgendeiner Ursache plötzlich zum Stillstand gelangen sollte, tritt ein Nebenkanalrohr in Wirksamkeit, das die vor und hinter der Zentrifugalpumpe liegenden Abschnitte der Saugleitung miteinander verbindet und in dem ein leichtes Rückschlagventil vorgesehen ist, das mit der Pumpe zusammenwirkt.
(Ö. P. Nr. 54.295.)

Speisewasservorwärmer, bei denen die in den Abgasen der Verbrennungsmotoren enthaltene Wärme benutzt wird, sollen bei gedrängtem Zusammenbau den Abgasen einen möglichst geringen Reibungswiderstand darbieten und vor allem in einfacher Weise gründlich gereinigt werden können. Nach dem Patente des Max Kretschmer in Hamburg werden diese Vorteile dadurch erreicht, daß der Speisewasservorwärmer aus mehreren Reihen senkrechter Wasserrohre gebildet wird, die schlank rhombischen Querschnitt besitzen und im Zuge der Abgase zueinander versetzt und ineinandergreifend angeordnet sind.
(D. R. P. Nr. 264.015.)

Elektrotechnischer Verein Brünn.

Chronik des Vereines.

In der Vollversammlung am 11. November 1913 teilt der Vorsitzende folgendes mit:

Seit der gründenden Versammlung am 6. April 1913 (siehe E. u. M. 1913, Seite 355) hat der Elektrotechnische Verein in Brünn sich auf 140 Mitglieder — ordentliche und außerordentliche zusammengerechnet — entwickelt. Der Ausschuß hat sich in acht Sitzungen außer mit den laufenden Angelegenheiten hauptsächlich mit folgenden zwei Problemen eingehender befaßt:

1. Der Handelsminister hat einen Neuentwurf der Verordnung über die Konzessionserteilung zur Ausübung des Gewerbes der Herstellung und des Betriebes elektrischer Anlagen herausgegeben. Auf Veranlassung der Brünner Handels- und Gewerbekammer haben wir uns eingehend mit dieser Frage beschäftigt und eine Reihe Abänderungen in Vorschlag gebracht. Ausführliches darüber findet sich im Protokoll der Brünner Handels- und Gewerbekammer vom 7. Juli 1913 und im Tagesboten aus Mähren und Schlesien vom 26. August 1913, Nr. 399.

2. Der Arbeitsminister hat mit Erlaß vom 27. Juli 1913 (siehe E. u. M. 1913, Seite 921) im Arbeitsministerium ein neues Departement geschaffen, um öffentliche Körperschaften bei Errichtung von Beleuchtungsanlagen zu beraten. Unter ausführlicher Motivierung hat der Ausschuß gegen die Aktivierung dieser

Digitized by Google

Beratungsstelle Stellung genommen und dagegen den Ausbau der technischen Departements der politischen Landesbehörden in Richtung der Elektrotechnik als dringend notwendig bezeichnet. Die Denkschrift ist an alle Behörden und Körperschaften Mährens und Schlesiens gegangen.

Das Übereinkommen mit dem Wiener Stammverein, das namentlich die finanzielle Seite regeln soll, ist bis jetzt noch nicht zustande gekommen.

Am 12. Oktober l. J. fand unter außerordentlich zahlreicher Beteiligung eine Exkursion zu den Rossitzer Elektrizitätswerken statt, worüber in „E. u. M." 1913, Seite 971 ausführlich berichtet ist.

Am 28. Oktober und 18. November l. J. hielt Herr Direktor A. Weiner im großen Hörsaale der Deutschen Technischen Hochschule vor mehreren hundert Teilnehmern je einen Lichtbildervortrag über die „Rossitzer Elektrizitätswerke".

Am 11. November l. J. sprach Herr Professor Ing. Rud. Dub „Über Aufzüge".

In dem Vortrage wurden speziell die elektrischen Aufzugsteuerungen behandelt, und zwar die Hebelsteuerungen, bei welchen die Mitfahrt eines Bedienungsmannes erforderlich ist und die Druckknopfsteuerungen, die so eingerichtet sind, daß jeder Fahrgast die im Drücken eines Knopfes bestehende Bedienung mit Leichtigkeit selbst vorzunehmen vermag.

An Hand von Schaltplänen wurden die Einzelheiten und die verschiedenen Systeme der Druckknopfsteuerungen sowie eine von der A. E. G.-Union Elektrizitätsgesellschaft beigestellte vollständige Druckknopfsteuerung eingehend erläutert. Es wurde besonders auf eine vereinfachte Ausführungsform hingewiesen, welche wegen ihrer Billigkeit vielfach bei Aufzügen in Wiener Zinshäusern zur Verwendung gelangt. Bei derselben muß es allerdings in den Kauf genommen werden, daß eine Abwärtsfahrt nur möglich ist, wenn der Hausbesorger mit dem Aufzug in das gewünschte Stockwerk fährt und den Fahrgast mitnimmt. Erfahrungsgemäß liegt im Allgemeinen kein Bedürfnis vor, den Aufzug zur Abfahrt zu benutzen, so daß der Hausbesitzer ohne auf Widerspruch zu stoßen, die Abfahrt auf Ausnahmsfälle, zum Beispiel Beförderung von Leidenden usw. beschränken kann.

Außer der Verbilligung der Anlagekosten der vereinfachten Druckknopfsteuerung, bietet sie den Vorteil, daß durch das Fehlen einer Anzahl empfindlicher Teile Störungen im Betriebe selten vorkommen.

In seinem zweiten Vortrage „Über Aufzüge" am 25. November 1913 sprach Prof. Dub einleitend über die Bedeutung der Aufzüge als Transportmittel, deren außerordentliche Verbreitung seit der Verwendung von elektrischer Energie zum Antriebe, über die vorteilhafteste Lage im Gebäude und die Notwendigkeit eines engeren Zusammenarbeitens zwischen Baumeister und Aufzugslieferanten. Er bespricht ausführlich den wichtigsten Teil, die Fangvorrichtungen, weiters die Gegengewichte und sonstige Einzelheiten und ferner die mechanischen Steuerungen und die elektrisch betriebenen Aufzugswinden. Dabei wird auf die unnütze Energievergeudung verursacht durch die, seiner Ansicht nach, heute nicht mehr aufrecht zu erhaltende behördliche Vorschrift der Selbsthemmung hingewiesen. Schließlich werden Lichtbilder von Aufzugswinden, Vertikal- und Schrägaufzügen, Personenaufzügen für Lasten- und Personenbetrieb und von den Aufzügen für den neuesten Hochofen der Firma Albert Hahn in Oderberg, vorgeführt.

Vorträge.

Einladung zu dem im großen Hörsaale Nr. 82/83 im Erweiterungsbau der deutschen technischen Hochschule, Jodokstraße Nr. 10 stattfindenden Vortrage über: „Drahtlose Telegraphie in leichtfaßlicher Darstellung" (unterstützt von Lichtbildern und Experimenten) des Herrn k. k. Baurates Ing. Stephan Riedel.

Der I. Teil des Vortrages: „Kurze historische Einleitung, der Fritter, die Wellenbewegung, Induktion, Selbstinduktion, Kapazität, Elektrolyse, das Ion, Polarisation, Resonanz, der Marconisender" findet am 13. Jänner 1914; der II. Teil: „Ausstrahlung der elektromagnetischen Wellen in dem Luftraum, das erste Marconisystem, der Braunsender, Kupplung elektrischer Schwingungssysteme, die Braunsche Funkenstation, das System Slaby-Arco und Telefunken, ungedämpfte Schwingungen, der Poulsensender und andere Systeme" am 27. Jänner 1914; der III. Teil: „Stoßerregung, neuestes Marconisystem, Hochfrequenzmaschinen, Tonempfang, der gesteuerte Tonsender, Hilfszündung, Vieltonsender" am 3. März 1914; der IV. Teil: „Antennen, Detektoren (Audion), Kondensatoren, Variometer, Wellenmesser, Abstimmung, Anruf, Tonverstärker, Reichweite, gerichtete, abgestimmte und Geheimtelegraphie, Bordstation, Allgemeines" am 17. März 1914 statt. Beginn jedes Vortrages präzise 7 Uhr abends.

Der Vorstand.

Vereins-Nachrichten.

Neue Mitglieder.

Anderwert Oskar, Ingenieur und Geschäftsleiter der Firma Landis & Gyr G. m. b. H., Wien.

Schröder Richard, Dipl.-Ingenieur, Berlin-Weissensee.

Brunnthaler Johann, Student am k. k. Technologischen Gewerbemuseum, Wien.

Löwenbein Julius, stud. elektr. am k. k. Techn. Gewerbemuseum, Wien.

Brociner Siegfried, Hörer am k. k. Techn. Gewerbemuseum, Wien.

Rambrusek Karl, Hörer am k. k. Techn. Gewerbemuseum, Wien.

Stephenson Hans, Hörer am k. k. Techn. Gewerbemuseum, Wien.

Paulus Hans, Hörer am k. k. Techn. Gewerbemuseum, Wien.

Reichmann Paul, Hörer am k. k. Techn. Gewerbemuseum, Wien.

Brod Julius, Dipl.-Ingenieur, Nürnberg.

Vogel Gustav, Betriebselektriker, Bruck a. d. Leitha.

Mas, Richard de, Elektrotechniker, Thalgau.

Pole Josef C., Dr. techn., Wien.

Panowsky Franz, Elektrizitäts- und Ziegelwerk, Eibenschitz.

Stern Julius, Ober-Ingenieur, Wien.

Farroni Cesare, Dipl.-Ingenieur in Firma Brown Boveri, Mailand.

Schaubmair Georg, Betriebsleiter der Elektrizitäts-Werke, Hopfgarten.

Westmann Erich, Ingenieur, Westerås.

Bibliothek der Großherzogl. Technischen Hochschule Fridericiana, Karlsruhe.

Moser Anton, Montageleiter, Wien.

Kotnik Lois, Elektrotechniker, Graz.

Zuppinger-Hegner Paul, Elektro-Ingenieur, Belfort.

Pedrotti Felix, Ingenieur, Betriebsleiter der Straßenbahn, Pola,

Vereinsversammlungen.

Die Vereinsversammlungen werden, wenn nicht anders angegeben, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 11, I. Stock, abgehalten und wurden hiefür für die Vortragsaison 1913/14 folgende Tage festgesetzt:

7. und 21. Jänner, 4. und 18. Februar, 4. und 18. März und 1. und 15. April 1914.

Vortrag.

Änderung des in Heft 52 des Vorjahres angekündigten Vortrages.

Herr Dipl.-Ing. Friedrich Wellner wird Mittwoch den 7. Jänner, 7 Uhr abends einen Vortrag „Über elektrische Puffermaschinen" (Bedingungen für vollkomene Pufferung, auch unter Berücksichtigung der Zeitkonstante der Akkumulatoren; Kritik des Antriebes der Puffermaschinen) halten.

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 30. Dezember 1913.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechszehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Experimentelle Untersuchung der Kommutierung bei dem Einphasenkollektormotor mit Wendepolen der Siemens-Schuckert-Werke. Von Dipl.-Ing. Klaudius Schenfer, Moskau 25
Über die Vorausberechnung der Eisenverluste bei Transformatoren und Maschinen. Von J. Fischer-Hinnen, Ober-Ingenieur, Oerlikon (Schluß) 30
Ein Verfahren der stereoskopischen Kinematographie . . . 37
Rundschau:
- Elektrizitätswerke, Anlagen 38
- Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 39
- Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate . . . 39
- Leitungen 40
- Elektrische Beleuchtung 40
- Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 40
- Funkentelegraphie und -Telephonie 41
- Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 41
- Strahlungslehre 42
- Wirtschaftliches 42

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
- Dampfmaschinen 42

Briefe an die Redaktion 43
Elektrotechnischer Verein Brünn 44
Vereinsnachrichten 44
Personalnachricht 44
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *13—24*

Experimentelle Untersuchung der Kommutierung bei dem Einphasenkollektormotor mit Wendepolen der Siemens-Schuckert-Werke.

Von Dipl.-Ing. **Klaudius Schenfer**, Moskau.

Wie bekannt, werden die Ankerspulen eines Kollektormotors beim Durchgang der Neutralzone durch die Bürste kurzgeschlossen, in welchem Augenblicke in einigen von ihnen der Strom seine Richtung ändert — kommutiert wird. Wenn dabei die Summe der induzierten EMKe in der kurzgeschlossenen Ankerspule gleich Null ist, so ist der Spannungsunterschied zwischen zwei benachbarten unter der Bürste befindlichen Kollektorlamellen auch gleich Null und die Kommutierung vollzieht sich funkenfrei.

Meistens ist aber das entgegengesetzte der Fall. In der kurzgeschlossenen Ankerspule wirkt eine gewisse resultierende EMK und bewirkt in ihr den sogenannten zusätzlichen Strom, welcher eine ungleiche Stromdichte unter den auf- und ablaufenden Bürstenkanten hervorruft.

Früher war die Meinung verbreitet, daß dieser Umstand der direkte Grund der Funkenbildung sei: die durch übermäßige Stromdichte belastete Bürstenkante glüht und sprüht Funken.

Was die Gleichstrommaschinen anbetrifft, so wurde diese Meinung durch die Versuche von Arnold und Jordan widerlegt*), welche klarlegten, daß gerade unter der funkenden Bürstenkante die Stromdichte gering ist, während die andere, durch große Stromdichte belastete Kante funkenfrei bleibt.

Man müßte glauben, daß auch bei Wechselstromkollektormaschinen eine ähnliche Erscheinung zu erwarten wäre. Der Verfasser dieses Aufsatzes, welcher die Untersuchung dieser Erscheinung bei Wechselstromkollektormotoren vornahm, gelangte jedoch zu einem ziemlich unerwarteten Ergebnisse: Man konnte unter der funkenden Bürstenkante keine bedeutende Verringerung der Stromdichte feststellen**).

Zur Untersuchung diente ein Einphasenkollektormotor, System R. Richter, der Siemens-Schuckert-Werke.

Die Daten der Maschine sind folgende:

Leistung	10 *PS*
Umdrehungszahl . .	1400
Klemmenspannung . .	130 *V*
Stromstärke	90 *A*
Periodenzahl	50
Polzahl	6

Der aus Blech gebaute Stator hat 36 gleichmäßig auf dem Umfange verteilte Nuten. Er ist mit Wellenwicklung versehen, die eine Verbindung der Erregungs- und Kompensationswicklung darstellt***). In der Neutralzone des Stators ist zur Verbesserung der Kommutierung eine Hilfswicklung angebracht. Der Rotor ist mit Serienwellenwicklung versehen ($p = 3$, $a = 1$), wobei zwischen der Wicklung und dem Kollektor Widerstände eingebaut sind. Diese Widerstände sind auf dem Rotor so angebracht, daß sie im Moment des Stromdurchganges mit dem Erregerfelde ein Drehmoment bilden und in diesem Falle als aktive Leiter erscheinen.

*) Arbeiten aus dem Elektrotechnischen Institut der großherzoglichen Technischen Hochschule Fridericiana zu Karlsruhe. 1908/1909. Herausgegeben von E. Arnold.

**) Während der Versuchsdauer wurden mehr als 100 Oszillogramme aufgenommen.

***) E. T. Z. 1907, Seite 828. R. Richter.

Digitized by Google

Bei der Untersuchung des Motors wurden Bürsten mittlerer Härte von 10 *mm* Breite und 12·5 *mm* Länge verwendet.

Auf jedem der sechs Bürstenbolzen waren je zwei Bürsten befestigt. Die Breite jeder Bürste war der Breite zweier Kollektorlamellen plus Isolierschicht gleich.

Die Untersuchung der Kommutierung wurde mittels des Oszillographen von Dudell im Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule zu Karlsruhe durchgeführt.

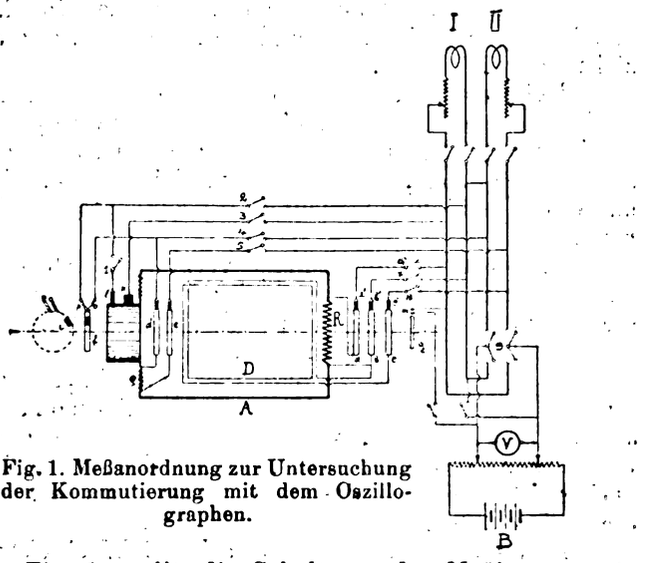


Fig. 1. Meßanordnung zur Untersuchung der Kommutierung mit dem Oszillographen.

Fig. 1 stellt die Schaltung der Meßinstrumente schematisch dar. Zur Aufnahme der Stromkurve eines Ankerleiters wurde eine der Ankerspulen zerschnitten und ein Widerstand R von 0·012 Ohm eingeführt; die Enden des Widerstandes R wurden mittels der Ringe a, b und der Bürsten a', b' mit der Schleife I des Oszillographen verbunden.

Zur Aufnahme der Feldkurven wurde in die Nuten des Ankers die Meßwicklung D eingelegt, welche aus fünf Windungen isolierten Drahtes bestand; die Enden der Wicklung D wurden mittels der Ringe b, c mit der Schleife II des Oszillographen verbunden.

Mit Hilfe des Schemas Fig. 1 konnte man noch folgende Kurven aufnehmen:

1. Die Kurve der momentanen Potentialdifferenzen zwischen Bürste und verschiedenen Punkten des Kollektors.

2. Die Kurve der Potentialdifferenzen zwischen einer bestimmten Kollektorlamelle und Bürste (die sogenannte durchlaufende Potentialkurve).

3. Die Kurve des einer Lamelle zufließenden Stromes (Lamellenstromkurve).

Zur Aufnahme der Kurve 1 diente eine kupferne Hilfsbürste l geringer Dicke, welche man gegen die Arbeitsbürste k verschieben konnte; die Kurve der Potentialdifferenz zwischen den Bürsten k und l wurde mittels der Schleife I des Oszillographen aufgenommen (dabei mußte man die Einschalter 6, 7, 8 öffnen und die Schalter 1, 2, 3 schließen).

Zur Aufnahme der Kurve 2 wurde das nächste Ende einer der Verbindungsleitungen p zwischen Kollektor und Wicklung mit dem Ringe d verbunden. Die Kurve der Potentialdifferenz zwischen der Arbeitsbürste k und dem Ringe d wurde mittels der Schleife I aufgenommen (dabei mußten alle Schalter, außer den Schaltern 2, 3, geöffnet werden.)

Die auf das Wellenende aufgesetzte Hartgummischeibe f mit dem eingeschnittenen Kupfersegment i diente zur Aufnahme der Kurve 2 in größerem Maßstabe während der Durchgangsdauer der Kollektorlamelle unter der Bürste; nur so lange verband das sich drehende Segment i die Bürsten o und p kurz und schloß auf diese Weise den Kreis d, o, p, 2, I, 3, k (die Schalter 4, 5 mußten dabei geöffnet werden).

Zur Aufnahme der Kurve 3 wurden die Enden des Verbindungsleiters (des Widerstandes ϱ) zwischen Kollektorlamelle und Wicklung an die Ringe d, e angeschlossen und letztere durch die Schalter 4, 5 mit der Schleife II verbunden.

Die Akkumulatorenbatterie B und der Umschalter 9 dienten zur Eichung des Oszillographen; nach jedem aufgenommenen Oszillogramm wurde die entsprechende Schleife an die Batterie angeschlossen; nach der Ablesung am Voltmeter V und der Ablenkung des Spiegels in der Schleife konnte jedesmal der Maßstab des Oszillogramms bestimmt werden.

Mit g und m ist in Fig. 1 der auf die Welle des Motors aufgesetzte Kontaktapparat System Schade bezeichnet*), welcher zur Bestimmung der Bürstenkurzschlußdauer im Oszillogramm diente.

Die ferner beschriebene Untersuchung betrifft hauptsächlich die auf die Kommutation einwirkenden Größen, wie die magnetischen Kraftflüsse, EMKe und Ströme.

Wir beginnen mit den ersteren.

I. Die magnetischen Kraftflüsse bei dem Einphasenkollektormotor von Richter.

Zur Aufnahme der Feldkurven wurde die entsprechende Wicklung des Motors durch Gleichstrom erregt und der Motor von einem Hilfsmotor in Bewegung gesetzt. Die Kurve der dabei in der Meßwicklung D induzierten EMK wurde mit dem Oszillographen aufgenommen.

In Fig. 2 ist die Feldkurve des Ankers dargestellt. Wie ersichtlich, hat die Feldkurve bei geringer Stromstärke eine Dreieckform; bei gesättigtem Eisen verwandelt sich letztere in eine Sinuslinie. Leider gelang die Aufnahme der Kurve bei großer Stromstärke nicht, da die Funkenbildung so intensiv wurde, daß der Maschine Gefahr drohte. Die Zacken auf dem Oszillogramm sind teils durch die Kurzschlußströme in den Ankerspulen, teils durch die Nuten im Eisen des Motors hervorgerufen.

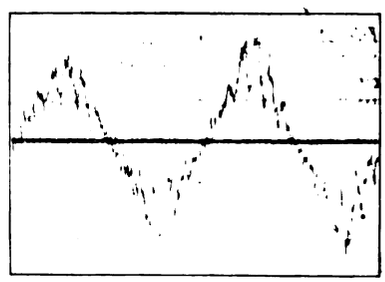


Fig. 2. Ankerfeldkure bei $J = 8\,A$.

Fig. 3 stellt die Feldkurve der Wicklung dar, welche das Ankerfeld kompensiert. Bei schwacher magnetischer Sättigung hat die Kurve eine dreieckige Form und nähert sich der Sinuslinie bei großer Sättigung (Fig. 4).

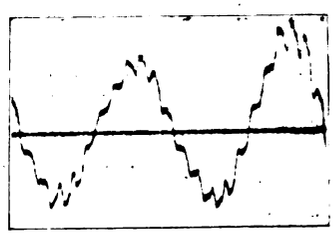


Fig. 3. Feldkurve der Kompensationswicklung bei $J = 8\,A$.

*) Arnold E. Die Gleichstrommaschine I, 1906.

Digitized by Google

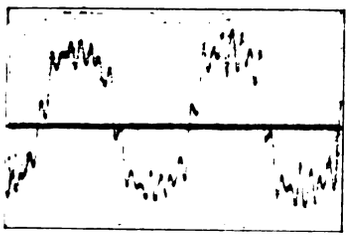


Fig. 4. Feldkurve der Kompensationswicklung bei $J = 120\,A$.

Fig. 5 gibt die Kurve des resultierenden Feldes bei gleichzeitigem Einschalten der Anker- und Kompensationswicklungen; das sind die sogenannten Lokalfelder, welche dadurch entstehen, daß die Kurven der Feldverteilung im Raum von Anker- und Kompensationswicklung nicht ganz gleicher Form sind.

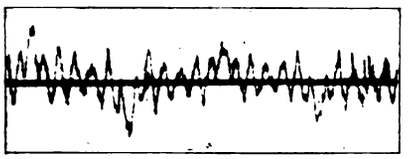


Fig. 5. Resultierende Feldkurve bei gleichzeitigem Einschalten der Anker- und Kompensationswicklung; $J = 22\,A$.

Fig. 6 gibt die Kurve des Erregerfeldes bei $J = 120\,A$; die Zacken in diesem Oszillogramm sind nur durch die Nuten des Stator- und Rotoreisens hervorgerufen, da die Bürsten bei diesem Versuche gehoben waren. Aus dem Oszillogramm ist zu sehen, daß der untersuchte Motor eine sehr pünktliche Bürsteneinstellung verlangt, da die Magnetinduktion in der Neutralzone ihr Vorzeichen auf einer sehr geringen Strecke des Statorumfanges wechselt.

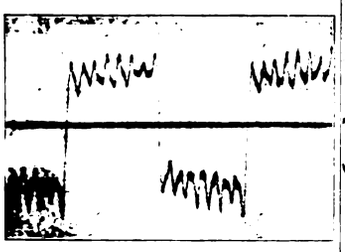


Fig. 6. Erregerfeldkurve bei $J = 120\,A$.

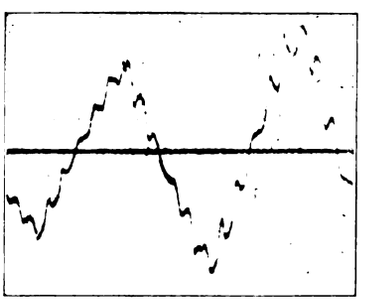


Fig 7. Feldkurve der Wendepolwicklung bei $J = 8\,A$.

Fig. 7 gibt die Feldkurve der Wendepole; die Ungleichheit der Amplituden der Feldkurve läßt sich durch die Exzentrizität der Ankerachse gegen den Stator oder überhaupt durch die Ungleichheit des magnetischen Widerstandes in verschiedenen Zweigen des Motors erklären.

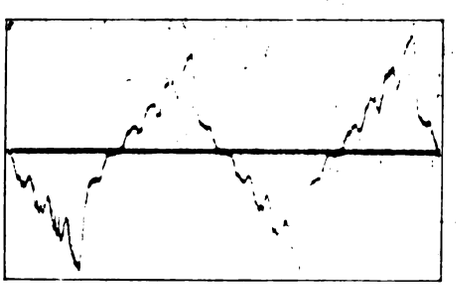


Fig. 8. Resultierende Feldkurve bei gleichzeitigem Einschalten der Erreger- und Wendepolwicklung; $J_e = 30\,A$, Strom in Wendepolwicklung $J_w = 4\,A$.

Kurve Fig. 8 gibt die Form der Feldkurve, wenn die Erreger- und Wendepolwicklung zugleich erregt werden.

II. Die Ankerstromkurven.

Die in der durch die Bürste kurzgeschlossenen Spule wirkende EMK ist, wie bekannt, die Resultierende dreier EMKe:

1. der EMK der Selbstinduktion, die durch Änderung der Größe und Richtung des Eigenfeldes der Ankerspule induziert wird;

2. der EMK der Transformation, welche durch die Pulsation des mit der kurzgeschlossenen Spule verketteten Kraftlinienflusses der Erregung induziert wird, und

3. der EMK der Rotation, welche durch das Rotieren der Spule im kommutierenden Felde induziert wird*).

Die EMK der Rotation muß eine solche Größe und Richtung haben, daß sie die EMKe der Selbstinduktion und Transformation kompensiert. Bei konstanter Größe des kommutierenden Feldes ist, wie bekannt, eine vollständige Kompensation nur bei einer bestimmten Geschwindigkeit und Belastung des Motors möglich.

In allen anderen Fällen wirkt in der kurzgeschlossenen Spule eine resultierende EMK, welche einen zusätzlichen Strom hervorruft, der den Ankerzweigstrom überlagert.

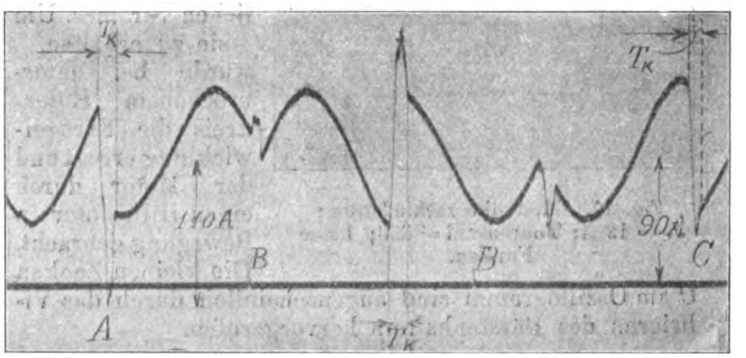


Fig. 9. Ankerleiterstromkurve; $J = 70\,A$; Tourenzahl $n = 580$; Erregung der Wendepole $J_w = 0$; Funken.

Fig. 9 gibt ein Ankerstromoszillogramm bei stark funkenden Bürsten. Man sieht, daß der Strom in der kurzgeschlossenen Spule $2^1/_2$mal so groß ist als die Amplitude des Arbeitsstromes (die Zacken A).

Arnolds Versuche an Gleichstrommaschinen zeigten, daß bei Funkenbildung die Kommutierung sich so vollzieht als ob die Breite der Bürste sich verringert hätte.

Bei Einphasenkollektormotoren konnte man diese Erscheinung nicht beobachten, auch nicht bei großer Versuchsdauer und starker Funkenbildung, wie der Verfasser sie zuließ.

Die im Oszillogramm, Fig. 9 (Zacke C) zu bemerkende Verringerung der Kommutierungsdauer ist durch unvollkommenes Anliegen der entsprechenden Bürste, welche mit einer Kante arbeitete, zu erklären.

Fig. 10 gibt die Stromkurve bei denselben Bedingungen wie oben, nur mit eingeschalteter Wendepolwicklung.

Aus dem Oszillogramm sieht man, daß die Kommutierung sich verbessert hat: der zusätzliche Strom hat sich mehr als ums Doppelte verringert.

Die Zacken B auf der Geraden unter dem Oszillogramm wurden mittels des Kontaktapparates g erhalten; derselbe schloß die Batterie während einer Umdrehung des Motors zweimal an die Schleife des Oszillographen an.

*) Siehe Kl. Schenfer: Kommutationskurven bei Einphasenkollektormotoren. E. u. M. 1911, Heft 53.

Digitized by Google

Da die Zahl der Kollektorlamellen, die der Entfernung zwischen zwei Zacken B entspricht, bekannt

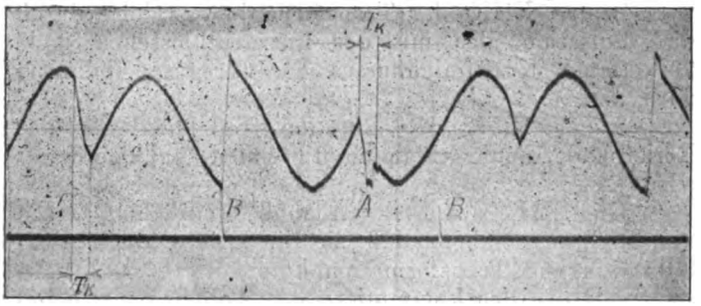


Fig. 10. Ankerleiterstromkurve; $J = 68\,A$; Tourenzahl $n = 550$; Erregung der Wendepole $J_w = 4\,A$; keine Funken.

war, konnte man im Oszillogramm die Breite einer Kollektorlamelle und mithin die Zeitdauer des Kurzschlusses der Spule bestimmen.

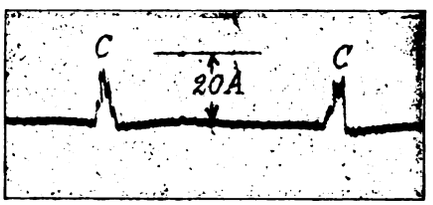


Fig. 11. Bürstenkurzschlußstrom; $J_e = 12\,A$; Tourenzahl = 320; keine Funken.

Fig. 11 gibt die Kurve des zusätzlichen Stromes. Um sie zu erhalten, wurde bei unterbrochenem Rotorkreis die Erregerwicklung erregt und der Motor durch einen Hilfsmotor in Bewegung gebracht. Die kleinen Zacken C im Oszillogramm sind augenscheinlich durch das Vibrieren des Bürstenhalters hervorgerufen.

III. Die Reaktion der Kommutierungsströme.

Die Stromänderung in der kurzgeschlossenen Spule im Augenblick der Kommutierung ruft eine EMK in den Statorwicklungen hervor. Diese EMKe geben nach Summierung mit der Grundsinuslinie eine zackige Kurve. Dasselbe kann man aus Fig. 12 und 13

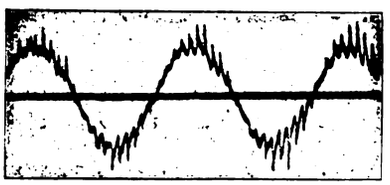


Fig. 12. Klemmenspannung der Erregerwicklung; $J = 75\,A$; Tourenzahl $n = 400$.

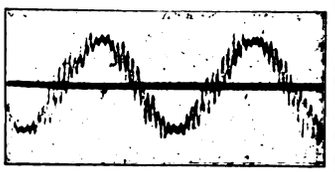


Fig. 13. Klemmenspannung der Ankerwicklung; $J = 75\,A$; Tourenzahl $n = 600$.

ersehen; letztere stellen die Oszillogramme der Spannung an den Erregerklemmen und den Bürsten des Ankers dar.

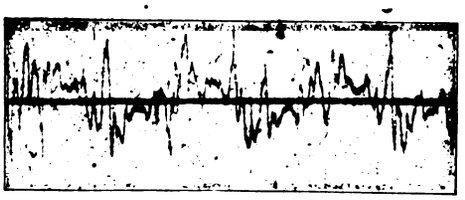


Fig. 14.

In Fig. 14 ist eine in der Meßwicklung, die in einer Wendepolnut angebracht war, induzierte EMK dargestellt.

IV. Die Kommutierungsspannungen.

Beim Übergang des Stromes aus der Bürste in die Kollektorlamelle entsteht eine Spannungsdifferenz zwischen ihnen; während des Ganges der Maschine ändert sich diese Spannungsdifferenz fortwährend, teils weil der Arbeitsstrom Wechselstrom ist, teils weil der Kollektor sich bewegt.

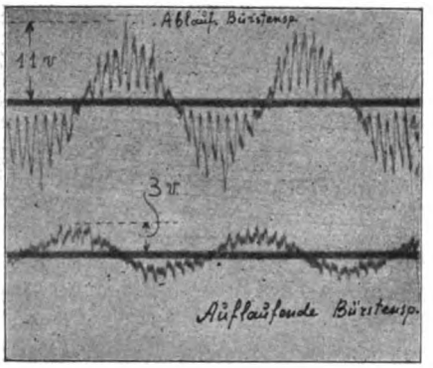


Fig. 15. Momentane örtliche Potentialdifferenz zwischen Kommutator und Bürste; $J = 70\,A$; Tourenz. = 400; Erregung der Wendepole $J_w = 0$; Funken.

In Fig. 15 und 16 sind die Oszillogramme dieses Spannungsabfalles dargestellt; sie sind bei ausgeschalteten bezw. eingeschalteten Wendepolen aufgenommen. Auf beiden Oszillogrammen stellen die oberen Kurven die Spannungsdifferenz zwischem dem Punkte der Kollektorlamelle, der an der ablaufenden Bürstenkante anliegt, und der Bürste selbst dar. Die Zackenform der Oszillogramme, Fig. 15 und 16, kann man auf folgende Weise erklären:

In dem Moment, wenn die Hilfsbürste l, Fig. 1, auf die Isolationsschicht zwischen den Kollektorlamellen auflauft, wird der Kreis mit der Schleife des Oszillographen unterbrochen, die Spannung fällt dabei, aber nicht bis auf Null herab, da die Isolation unvollkommen ist.

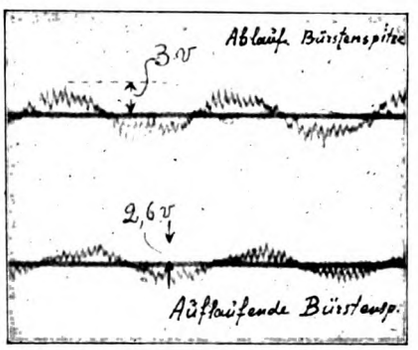


Fig. 16. Momentane örtliche Potentialdifferenz zwischen Kommutator und Bürste; $J = 60\,A$; Tourenz. = 570; Erregung der Wendepole $J_w = 4\,A$; keine Funken.

Aus Fig. 16 ist ersichtlich, wie bedeutend sich die Potentialdifferenz zwischen dem Punkte der Kollektorlamelle, welcher der ablaufenden Bürstenkante entspricht, und der Bürste selbst, verringert, wenn die Hilfswicklung eingeschaltet wird.

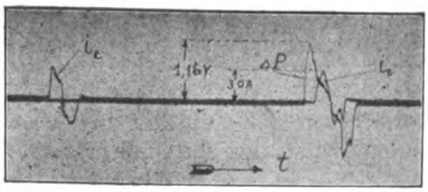


Fig. 17. Lamellenstromkurve und durchlaufende Potentialkurve (ΔP); $J = 40\,A$; Tourenzahl = 300; keine Funken.

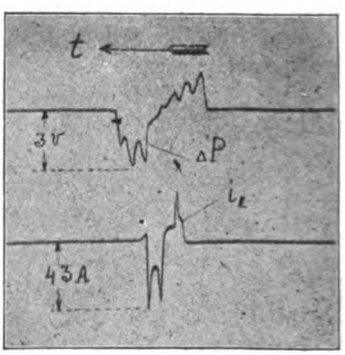


Fig. 18. Lamellenstromkurve (i_e) und durchlaufende Potentialkurve (ΔP); $J = 70\,A$; Tourenzahl = 330; kleine Funken.

Digitized by Google

V. Die Kurven des Kollektorlamellenstromes.

Fig. 17 und 18 geben die Oszillogramme des Kollektorlamellenstromes für den Fall, wenn der Rotorkreis unterbrochen, die Erregerwicklung, unter Vorschaltung eines Widerstandes, mit dem Wechselstromnetz verbunden und der Motor durch einen Hilfsmotor in Bewegung gebracht wurde.

Die Lamellenstromkurve i_c ist in diesem Falle nur durch den Strom in der kurzgeschlossenen Spule im Moment des Passierens der Neutralzone hervorgerufen.

Zugleich wurde die Kurve der momentanen Potentialunterschiede ΔP zwischen Bürste und der entsprechenden Kollektorlamelle (die sogenannte durchlaufende Potentialkurve) aufgenommen. In den Oszillogrammen Fig. 17 und 18 ist nur ein Teil dieser Kurve, der dem Durchgange der Kollektorlamelle unter der Bürste entspricht, dargestellt; das wurde, wie oben beschrieben, mittels der Scheibe *f* erzielt (Fig. 1).

Um auf Grund solcher Oszillogramme die Stromdichten unter der Bürste S zu berechnen, wurden zwei von denselben, die für sie kennzeichnend waren, photographisch vergrößert und in Fig. 19 und 20 punktweise aufgebaut.

Um die gesuchte Kurve S zu erhalten, konstruieren wir zuerst die Kurve der Kontaktflächenänderung F_b*) zwischen Kollektorlamelle und Bürste. Es ist leicht zu ersehen, daß die Kurve F_b eine Trapezform haben wird, da in dem Motor die Bürstenbreite der Breite zweier Kollektorlamellen gleich ist. Der Quotient aus i_c dividiert durch die Ordinaten der Kurve F_b gibt uns die gesuchte Stromdichte in der Kontaktfläche.

Dividieren wir die Ordinaten der Kurve ΔP durch die Ordinaten i_c, so bekommen wir die Kurve der Übergangswiderstände:

$$R = \frac{\Delta P}{i_c}.$$

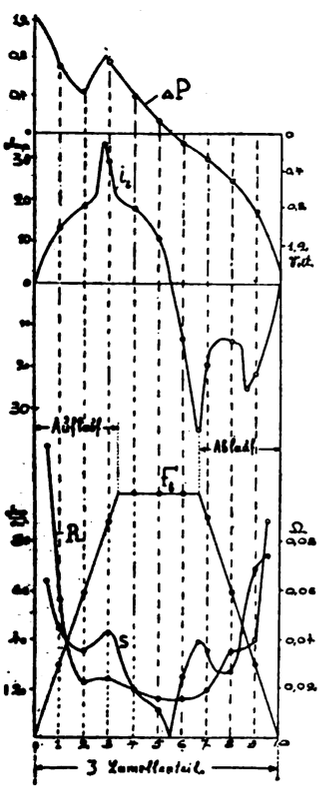


Fig. 19.

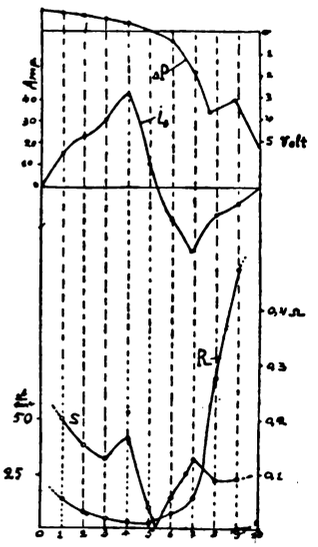


Fig. 20.

*) Dieses Zeichenverfahren gibt Jordan an; siehe: Arbeiten aus dem Elektrotechnischen Institut. Herausgegeben von E. Arnold. 1909, Seite 247.

Die in Fig. 19 dargestellten Kurven sind bei einem Erregerstrom $J_e = 70\,A$, $n = 330$ U. p. M. und eingeschalteten Wendepolen aufgenommen; die Funkenbildung war dabei sehr gering.

Die Kurven Fig. 20 sind bei schweren Kommutierungsverhältnissen aufgenommen: $J_e = 64\,A$, $n = 1100$ U. p. M., die Wendepole ausgeschaltet. Die Funkenbildung war dabei sehr stark.

Aus dem Vergleich der R-Kurven in Fig. 19 und 20 folgt, daß beim Feuern der Übergangswiderstand der ablaufenden Bürstenkante stark anwächst, zum Beispiel für den Punkt 9, Fig. 20, finden wir einen $\frac{0{\cdot}47}{0{\cdot}04} = 11{\cdot}6$mal größeren Widerstand als in Fig. 19.

Diese Erscheinung des Anwachsens des Widerstandes der funkenden Bürstenkante ist in Gleichstrommaschinen viel bedeutender: aus den Versuchen von Arnold und Jordan*) sieht man sogar, daß unter der funkenden Bürstenkante die Stromstärke oft beinahe gleich Null ist. In unserem Falle aber hat die Stromdichte an dieser Stelle einen sehr bedeutenden Wert. Über die Ursache eines solchen Unterschiedes in dem Verhalten der Bürsten einer Gleich- und einer Wechselstrommaschine ist zurzeit schwer bestimmtes auszusagen.

Immerhin muß man darauf hinweisen, daß wir bis jetzt noch keine befriedigende Theorie der Kommutierung besitzen. Sicher festgestellt ist nur, daß das Feuern von der relativen Größe der Spannung zwischen den Kollektorlamellen und vom Widerstand der Bürsten abhängt, die Erscheinung der Funkenbildung selbst aber muß man als wenig aufgeklärt bezeichnen.

Um die kleine Stromdichte unter der funkenden Bürstenkante bei der Gleichstrommaschine zu erklären, hält Jordan den Funken am Kollektor für einen Glimmstrom. Bei solch kleinen Luftspalten, wie man sie zwischen der Bürste und dem Kollektor vorfindet, genügt schon eine verhältnißmäßig kleine Spannung, um eine Entladung hervorzurufen. Jordan weist dabei auf die Versuche von Kinsley hin, dem es gelungen ist, eine Entladung zweier Elektroden bei einer Entfernung von 0·01 bis 0·07 *cm* und einer Spannung von 3·8 bis 12·3 *V* hervorzurufen**).

Die große Stromdichte, welche wir unter der funkenden Bürstenkante der Wechselstromkollektormaschinen beobachten, läßt annehmen, daß die Funkenbildung in diesem Falle vielleicht nicht einen Glimmstrom, sondern einen, ungenügend hoher Spannung wegen, schnell erlöschenden Lichtbogen darstellt.

Zusammenfassung.

Es sind die Oszillogramme der den Kommutationsvorgang beeinflussenden Größen vorgeführt worden, wie: der Kurven der Magnetfelder, des Stromes im Anker, der Kurven des zusätzlichen Stromes in der kurzgeschlossenen Spule und der Kurven der Kommutierungsspannung. Auf Grund der letzteren Oszillogramme wurde die Kurve der Stromdichteänderung unter der Bürste aufgezeichnet. Die Form dieser Kurve läßt den Verfasser die Richtigkeit der alten Kommutierungstheorie annehmen, die als Ursache der Funkenbildung die übermäßige Stromdichte unter der funkenden Bürstenkante ansieht.

*) Siehe: Arbeiten aus dem Elektrotechnischen Institut. 1909.

**) J. J. Thomson: Conduction of El. through Gases, Cambridge. Seite 357.

Digitized by Google

Über die Vorausberechnung der Eisenverluste bei Transformatoren und Maschinen.

Von J. Fischer-Hinnen, Ober-Ingenieur, Oerlikon.

(Schluß von Heft 1, Seite 13.)

Weniger einfach liegt die Sache bei Gleichstrom- und Wechselstrommaschinen, indem hier das prozentuale Verhältnis der Hysteresis- und Wirbelstromverluste ein ganz anderer ist.

Ohne uns jetzt schon in detaillierte Rechnungen einzulassen, genügt eine einfache Überlegung, um mit einiger Sicherheit eine Entscheidung treffen zu können.

Fassen wir beide Verluste zusammen, so können wir schreiben:

$$w = (\alpha + \beta_1 c)\, c \,.\, B^2 \,.\, V \,.\, 10^{-12} \quad . \quad . \quad . \quad 15),$$

wobei β_1 zur Abkürzung für $\frac{\pi^2 a^2}{6\rho}$ steht, also bereits die Blechdicke enthält. In der Tat hätte es keinen Zweck, die Blechdicke separat anzuführen, nachdem der spezifische Widerstand, wie wir gesehen haben, von der Blechdicke, wenigstens indirekt, abhängig ist.

Die Gleichung 15) kann nun dazu benutzt werden, die Hysteresiskonstante α aus der Verlustziffer und dem gemessenen spezifischen Widerstande zu bestimmen.

Bedeutet nämlich w_s wie früher die Verlustziffer, so wird unter Annahme eines spezifischen Gewichtes von 7·7 $V_0 = 130\ cm^3$, folglich

$$\alpha = \frac{w_s \,.\, 10^{12}}{50 \,.\, 130 \,.\, 10000^2} - 50\,\beta_1 = 1{\cdot}54\, w_s - 50\,\beta \quad 16).$$

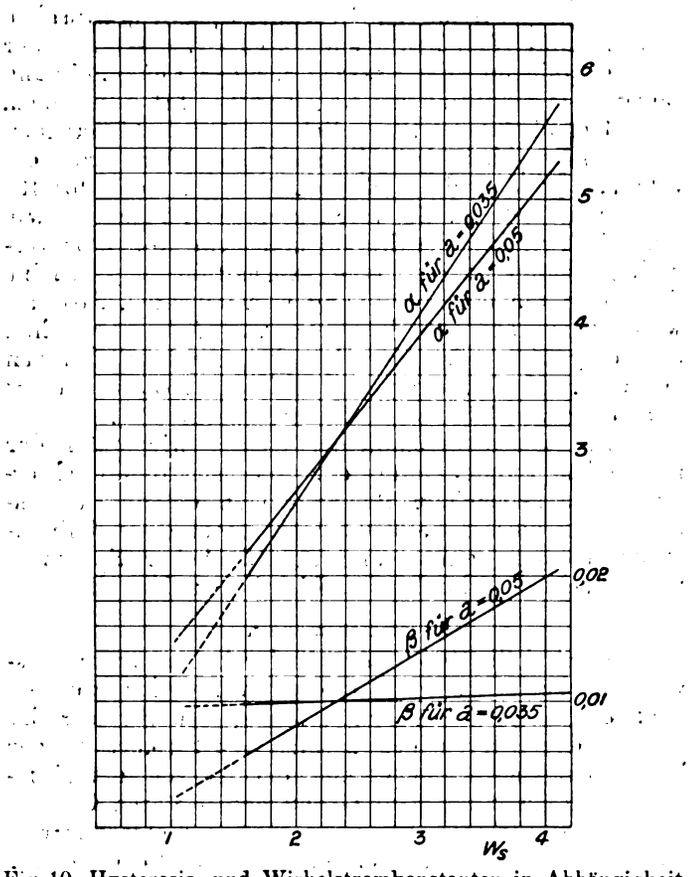


Fig. 10. Hysteresis- und Wirbelstromkonstanten in Abhängigkeit von der Verlustziffer und Blechdicke.

In dieser Gleichung können die Werte von β_1 der Kurve Fig. 10 entnommen werden. Führt man die Rechnung für die in der Fig. 9 enthaltenen Blechsorten durch, so erhält man die in Fig. 10 dargestellten Werte von α und β_1, welche sozusagen linear verlaufen.

Wenn wir nun den Einfluß der Blechdicke bei Maschinen feststellen wollen, so ist zunächst klar, daß sich die Einzelverluste wie die betreffenden Koeffizienten α und β_1 verhalten. Außerdem muß aber auf die verschiedene Liniendichte und das Volumen (gleiche äußere Dimensionen vorausgesetzt) Rücksicht genommen werden.

Angenommen, wir finden für das 0·35 *mm*-Blech und 3·3 *W* pro *kg*

$$w_h = w_f = 300\ W, \text{ also } w = 600\ W,$$

so ist nach Fig. 10 für das

0·35 *mm*-Blech $\alpha = 4{\cdot}57$; $\beta_1 = 0{\cdot}0104$,

0·5 *mm* „ $\alpha = 4{\cdot}3$; $\beta_1 = 0{\cdot}0158$.

Folglich erhalten wir bei Verwendung von 0·5 *mm*-Blech gleicher Qualität einen Hysteresisverlust

$$w_h = \frac{4{\cdot}3}{4{\cdot}57} \,.\, 300 \,.\, \frac{0{\cdot}8}{0{\cdot}87} = 260\ W$$

und einen Wirbelstromverlust

$$w_f = \frac{1{\cdot}58}{1{\cdot}04} \,.\, 300 \,.\, \frac{0{\cdot}8}{0{\cdot}87} = 405\ W$$

zusammen $665\ W$

das heißt zirka 10% mehr.

Unsere Annahme bezieht sich auf einen Drehstrommotor von zirka 20 *PS*. Bei kleineren Motoren überwiegen jedoch die Wirbelstromverluste den Hysteresisverlust erheblich, wodurch das Resultat noch ungünstiger für das 0·5 *mm* Blech ausfällt. So zum Beispiel ergaben sich bei einer ganzen Serie von Motoren, welche das eine Mal mit 0·35, das zweite Mal mit 0·5 *mm*-Blech ausgeführt wurden, Differenzen bis 2% im Nutzeffekte bei entsprechend größerer Erwärmung.

Unter solchen Umständen dürfte es sich empfehlen, für Motoren bis zirka 30 *PS* das dünnere Blech zu verwenden, um so mehr, als die Arbeitskosten trotz der größeren Blechzahl eher zurückgehen, wozu noch eine kleine Ersparnis an Material infolge des geringeren Gewichtes hinzukommt; daß sich die 0·35 *mm*-Bleche besser stanzen lassen, sei nur nebenbei erwähnt. Bei 2·2wattigen Blechen bleibt es sich ziemlich gleich, welche Blechsorte verwendet wird, doch kommen solche Bleche für Maschinen weniger in Frage.

Der angestellte Vergleich ist übrigens nur bedingt richtig, indem die in den Kurven Fig. 10 aufgetragenen Werte von α und β_1 streng genommen nur für unbearbeitete Bleche gelten, während die Verluste mit der Bearbeitung um zirka mindestens 15 bis 20% zunehmen. Dazu treten bei Maschinen noch einige weitere Erscheinungen, auf welche wir später zurückkommen werden.

Es wurde eingangs erwähnt, daß die an den fertigen Maschinen gemessenen Verluste durchschnittlich 100 bis 150%, bei kleineren Maschinen bis 200% größer ausfallen, als die Rechnung nach der üblichen Methode ergibt. Über die Gründe dieser höchst unangenehmen Erscheinung wird seit Jahren gestritten. Während einige Autoren dieselbe auf vermehrte Hysteresisverluste infolge der drohenden Magnetisierung zurückführen, stellen andere einen merklichen Unterschied zwischen drehender und wechselnder Magnetisierung in Abrede.

Dieser Unterschied in den Ansichten dürfte sich zum Teil aus der nicht ganz einwandfreien Anordnung gewisser Versuche, zum Teil aus der Schwierigkeit die Hysteresis- und Wirbelstromverluste genau zu trennen und nicht zuletzt auch aus der Schwierigkeit der Er-

Digitized by Google

mittlung der wirklichen Liniendichten erklären. So zum Beispiel glaubte man die Kraftliniendichte aus der Spannung von Prüfspulen bestimmen zu können, welche an verschiedenen Stellen des Armaturkernes angebracht wurden. Dies ist natürlich nicht richtig, weil eben die Spannungskurven der einzelnen Spulen stark voneinander abweichen. Auf alle Fälle darf nach dem heutigen Standpunkt der Frage als erwiesen betrachtet werden, daß bei drehender Magnetisierung zusätzliche Hysteresisverluste von 25 bis 30% und noch mehr auftreten. Da nun eine genaue Berechnung angesichts der verwickelten und noch wenig abgeklärten Vorgänge ohnehin aussichtslos wäre, bleibt nichts anderes übrig, als zu den auf Grund von mittleren Liniendichten ermittelten Hysteresisverlusten einen entsprechenden Zuschlag zu machen. Aber selbst ein Zuschlag von 30% genügt bei weitem nicht, um die Abweichungen zwischen Rechnung und Versuch zu erklären. Wir müssen vielmehr annehmen, daß auch die Wirbelstromverluste bei Maschinen bedeutend größer ausfallen, als man gemeinhin annimmt.

Dies trifft nun tatsächlich zu und rührt davon her, daß die Feldkurven stark von der Sinuskurve abweichen, wodurch die auf Grund von harmonischem Kraftlinienverlauf abgeleitete Flemingsche Formel wenigstens für die Berechnung der Zahnverluste einer Korrektur bedarf.

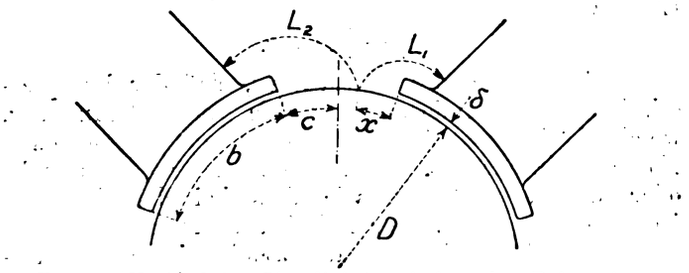


Fig. 11. Verlauf der Streulinien zwischen den Polen einer Maschine.

Zu diesem Zwecke sei auf die in Fig. 11 dargestellte schematische Feldanordnung einer Gleichstrommaschine verwiesen.

Greifen wir irgendeinen Punkt A am Umfange der Armatur und im Abstande x von der Polecke heraus, so steht derselbe unter dem Einflusse beider Pole, und zwar treten an dieser Stelle

$$B_2 \frac{\delta}{L_1 + \delta}$$ Kraftlinien ein

und

$$B_2 \frac{\delta}{L_2 + \delta}$$ Kraftlinien aus,

wenn B_2 die Liniendichte unter den Polen, δ den Luftabstand der Pole und L_1 bezw. L_2 die Kraftlinienlängen bedeuten.

Die resultierende Kraftliniendichte in dem betrachteten Punkte ist daher

$$B = B_2 \left[\frac{\delta}{L_1 + \delta} - \frac{\delta}{L_2 + \delta} \right].$$

Dieser Ausdruck muß jedoch für unseren Zweck noch etwas umgeformt werden. Zunächst darf das zweite Glied, ohne große Fehler zu begehen, vernachlässigt werden. Da ferner die Länge L_1 ziemlich proportional der Größe x zunimmt, können wir sie gleich ξx setzen, wobei die Konstante ξ ungefähr von der Größenordnung 1·2 bis 1·5 ist.

Andererseits ist x selbst gleich der Umfangsgeschwindigkeit v in cm multipliziert mit der Zeit t (letztere vom Zeitpunkt an gerechnet, wo sich der betreffende Punkt noch unter der Polecke befindet). Daraus folgt

$$L_1 = \xi v t; \quad B = B_2 \frac{\delta}{\xi v t + \delta}.$$

Denken wir uns in diesem Felde eine einzelne sehr schmale Windung vom Querschnitte S bewegt, so ist die in jedem Moment durch die Spule fließende Linienzahl

$$\varphi = B \,.\, S,$$

somit wird in der Spule eine elektromotorische Kraft vom Augenblickswerte

$$e = -\frac{d\varphi}{dt} \,.\, 10^{-8} = \frac{S B_2 \,.\, \delta \xi \,.\, v}{(\xi v t + \delta)^2} \,.\, 10^{-8} \quad \ldots \quad 17)$$

induziert.

Bedeutet ferner r den Ohmschen Widerstand dieser Windung und T die Zeit, welche es braucht, bis die Spule von der Polecke in die neutrale Zone gelangt, so muß bei dieser Bewegung eine effektive Arbeit

$$w = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{e^2 \, dt}{r} \quad \ldots \quad 18)$$

geleistet werden oder für e der Wert aus Gleichung 17) eingesetzt und integriert

$$w = \frac{1}{T} \left(\frac{S B_2 \delta \xi \,.\, v}{10^8} \right)^2 \frac{1}{3 r \xi v} \left[\frac{1}{\delta^3} - \frac{1}{(\xi v T + \delta)^3} \right].$$

Da aber das zweite Glied in der eckigen Klammer gegenüber dem ersten vernachlässigt werden kann, reduziert sich diese Gleichung auf folgende einfache Form

$$w = \frac{v}{T} \left(\frac{S B_2}{10^8} \right)^2 \frac{\xi}{3 \delta r} \quad \ldots \quad 19).$$

Es sei

$b_1 = \frac{D \pi}{p} (1 - \beta)$ der Abstand zweier benachbarter Polspitzen,

p die Anzahl Pole (nicht Polpaare),

β das Verhältnis der Polbreite zur Teilung und

c wie früher die Periodenzahl,

Dann wird

$$T = \frac{b_1}{2 v},$$

also

$$\frac{v}{T} = \frac{2 v^2}{b_1} = 2 \left(\frac{D \pi n}{60} \right)^2 \frac{p}{D \pi (1 - \beta)} = \frac{8 \pi D}{p (1 - \beta)} c^2$$

und schließlich

$$w = \frac{8 \pi D \xi}{p (1 - \beta) 3 \delta} \left(\frac{c S B_2}{10^8} \right)^2 \frac{1}{r} \quad \ldots \quad 20).$$

An dieser Rechnung wird nichts geändert, wenn wir uns an Stelle der beweglichen Spule einen einzelnen Zahn eines Nutenankers vorstellen und denselben, wie in Fig. 7 (Seite 13) gezeigt wurde, in konzentrische Stromröhren zerlegen. Entsprechend den Gleichungen 10) und 12) wird dann

$$S = x b; \quad r = \frac{\rho}{10^4} \frac{4 b}{h \, d \, x}$$

und wir erhalten als Endresultat

$$w = \frac{\pi^2}{6 \rho} \frac{(c a B)^2}{10^{12}} \frac{a b h}{(1 - \beta)} \frac{4 \xi D}{3 \pi \,.\, \delta p} \quad \ldots \quad 21).$$

Dies ist der Verlust, welcher in einem einzelnen Bleche eines Zahnes auftritt. Um daraus den gesamten Wirbelstromverlust in sämtlichen Zähnen zu erhalten, muß der Ausdruck $(a b h)$ durch das Eisen-

Digitized by Google

volumen V_z aller Zähne multipliziert mit $(1 - \beta)$ ersetzt werden, da, wenigstens bei Leerlauf, nur die zwischen den Polen befindlichen Zähne einer Kraftlinienänderung unterworfen sind. Führen wir ferner für ξ einen mittleren Wert 1, 2 ein, so lautet die endgültige Formel

$$w_t = \left(\frac{\pi^2}{6\rho}\frac{(c\,a\,B)^2}{10^{12}} \cdot V_z\right)\left(\frac{0{\cdot}5\,D}{\delta\,p}\right) \quad . \quad . \quad 22).$$

In dem ersten Klammerausdruck erkennen wir aber sofort die früher abgeleitete Flemingsche Formel Gleichung 14), während der Quotient $\frac{0{\cdot}5\,D}{\delta\,p}$ angibt, um wieviel größer der wirkliche Wattverlust ausfällt.

Wir gelangen somit trotz der etwas umständlichen Ableitung zu einer überaus einfachen und handlichen Formel. Dabei darf freilich nicht übersehen werden, daß dieselbe wiederum nur Gültigkeit besitzt, wenn sich die Bleche an keiner Stelle berühren. Da diese Bedingung aber praktisch nicht erfüllbar ist, muß tatsächlich mit einem größeren Verluste gerechnet werden. Es empfiehlt sich daher auch hier wieder, zu den berechneten Verlusten einen Zuschlag von mindestens 20% zu machen.

Es braucht wohl keiner besonderen Erwähnung, daß die gleiche Methode auch auf Wechselstromgeneratoren oder andere Maschinen mit ausgeprägten Polen Anwendung findet.

Um den Unterschied gegenüber den bisherigen Rechnungsmethode zu zeigen, sind in Tabelle V fünf Wechselstromgeneratoren nachgerechnet, welche dem bekannten Werke „Der Dynamobau" von Herrn Prof. Pichelmayer entnommen sind. Nach Angabe des Verfassers stützen sich dieselben auf eine Hysteresiskonstante 0·0022 und eine Wirbelstromkonstante 16 bei 0·5 *mm* Blechdicke.

Daraus folgt $\alpha = 6$ oder mit einem Zuschlage von 30% für drehende Hysteresis $\alpha = 7{\cdot}8$. Ferner wird $\frac{\pi^2 \cdot a^2}{6\,c} = 0{\cdot}024$ oder mit dem oben vorgeschlagenen Zuschlage von 20% gleich 0·029.

Tabelle V. Eisenverluste von Drehstromgeneratoren.

Leistung *KVA*		118	250	180	1180	856
Umdrehungszahl		300	300	150	300	187
Polzahl p		20	20	40	16	32
Luftabstand δ		0·5	0·45	0·3(!)	1·1	0·6
Rotordurchmesser D		128	160	200	250	312
Periodenzahl c		50	50	50	40	50
Liniendichte	Kern	5.800	8.000	7.500	9.500	7.600
	Zähne	16.400	16.300	18.700	18.800	18.000
Volumen V in cm^3	Kern	59.200	80.500	72.500	50.700	408.000
	Zähne	13.450	17.300	20.800	92.600	105.000
$\frac{0{\cdot}5\,D}{\delta\,p}$		6·4	8 9	8·34	7·1	8·1
Neue Methode: Hyst. Kern		775	2.010	1.800	14.300	9.200
„ Zähne		1.090	1.380	2.180	7.900	10.200
Wirbelstr. Kern		143	372	293	2.100	1.700
„ Zähne		1.680	2.940	4.380	10.700	19.800
Neue Methode: Zusammen		3.688	6.702	8.653	35.000	40.900
Bisherige Methode: Hyst. Kern		690	1.590	1.270	13.000	7.160
„ Zähne		830	1.040	1.560	7.000	7.400
Wirbelstr. Kern		208	530	428	4.600	2.450
„ Zähne		363	460	725	3.280	3.400
Bisherige Methode: Zusammen		2.091	3.620	3.983	27.880	20.410
Gemessene Verluste		3.550	7.300	7.700	49 000	39.500

Wie man sieht, ist die Übereinstimmung mit dem Versuche, wenn auch keine vollständige, so immerhin eine bedeutend bessere als nach dem bisherigen Rechnungsmodus.

Noch verwickelter liegen die Verhältnisse bei Drehstrommotoren. Da hier die Kraftlinienänderung angenähert harmonisch erfolgt, sollte man zwar eine ziemlich gute Übereinstimmung zwischen Rechnung und Messung erwarten dürfen. Auffallenderweise ergibt die Rechnung aber nur bei Stillstand ein einigermaßen befriedigendes Ergebnis, während sie für Leerlauf und Belastung sehr zu wünschen übrig läßt. Was indessen am meisten überrascht, ist die häufig gemachte Beobachtung, daß die Eisenverluste in einzelnen Fällen sogar zurückgehen, wenn man den Ankerstromkreis unterbricht und den Rotor zum Stillstand kommen läßt, obwohl nunmehr das Rotoreisen mit der vollen Periodenzahl magnetisiert wird.

Eine Erklärung ist, wie wir sehen werden, darin zu suchen, daß selbst bei sinusförmigem Verlauf der Spannungskurve infolge des mit der Zahnstellung veränderlichen Luftwiderstandes in den Zähnen Pulsationen von außerordentlich hoher Periodenzahl auftreten, welche mit beträchtlichen Verlusten verknüpft sind.

Es sei $\bar{\varphi}$ die maximale Kraftlinienzahl, welche durch einen Statorzahn fließt und $\alpha = \frac{2\pi}{T} \cdot t$ der Zeitwinkel, so ist die in irgendeinem Zeitpunkt vorhandene Linienzahl

$$\varphi = \bar{\varphi} \cdot \sin \alpha.$$

Diese Gleichung setzt voraus, daß der Luftquerschnitt keine Änderung erfahre, eine Bedingung, welche höchstens bei Stillstand oder ganz geschlossenen Nuten erfüllbar ist. Sind die Nuten dagegen mehr oder weniger geöffnet, wie dies bei den heutigen Motoren fast immer der Fall ist, so treten außerdem periodische Schwankungen auf, welche sich der Grundwelle überlagern und deren Amplituden in einem konstanten Verhältnis zum Augenblickswert der Grundwelle stehen. Bezeichnet man dieses Verhältnis mit γ so ergibt sich als Augenblickswert der durch einen Zahn fließenden Linienzahl

$$\varphi = \bar{\varphi} \cdot \sin \alpha + \gamma \cdot \bar{\varphi} \cdot \sin \alpha \cdot \sin k\,\alpha \quad . \quad . \quad 23),$$

wenn k das Verhältnis der Periodenzahl der Oberwelle zur Grundwelle bedeutet.

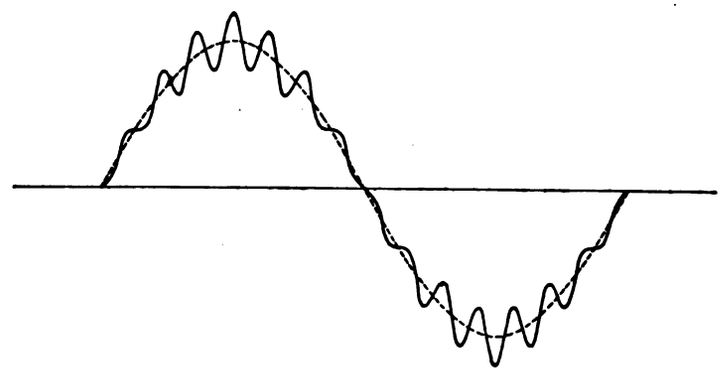


Fig. 12. Zeitlicher Verlauf der Linienzahl in den Zähnen eines Drehstrommotors.

Graphisch läßt sich der Kraftlinienverlauf ungefähr durch die Kurven Fig. 12 darstellen. Leider stehen uns keine Mittel zur Verfügung, dieses Bild auch experimentell festzuhalten, da der Oszillograph, welcher hiefür allein in Betracht kommt, nur Spannungs-

Digitized by Google

kurven wiedergibt, somit ein gänzlich verschiedenes Bild liefert, wie aus den Fig. 13 und 14 zu ersehen ist.

Bringt man nämlich auf einen Zahn eine Prüfspule an, welche mit dem Oszillographen verbunden wird, so stellt die so erhaltene Kurve den Ausdruck

$$e = \frac{d\varphi}{dt \cdot 10^8} = \frac{2\pi}{T 10^8}[\bar{\varphi} \cdot \cos\alpha + \gamma k \bar{\varphi} \cdot \sin\alpha \cdot \cos k\alpha + \gamma \bar{\varphi} \cdot \cos\alpha \cdot \sin k\alpha] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 24)$$

dar.

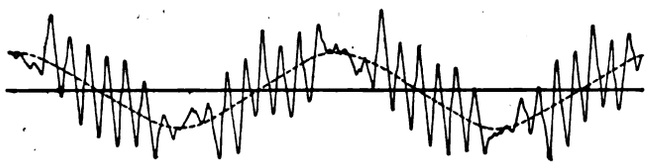


Fig. 13. Oszillogramm der Spannung in einer um einen Statorzahn gelegten Prüfspule (bei Schleifringmotoren).

Daraus ist zu ersehen, daß die Amplitude der Oberschwingung gleich der $k\gamma$fachen Änderung des Kraftlinienflusses ist. Dieser Umstand erlaubt uns, auf höchst einfache Weise die letztere selbst aus dem Oszillogramme zu berechnen.

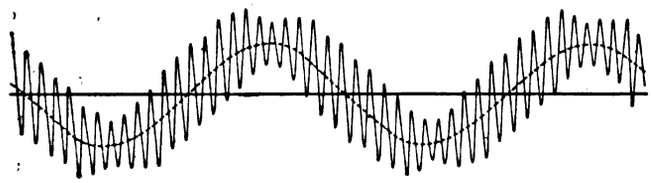


Fig. 14. Oszillogramm der Spannung in einer um einen Statorzahn gelegten Prüfspule (bei Kurzschlußmotoren).

Sehen wir nämlich vom dritten Gliede ab, das seiner Kleinheit wegen außer Betracht fällt, so brauchen wir nur den Ausschlag für $\alpha = 90$ durch die Periodenzahl k zu dividieren, dann gibt uns das Verhältnis der so erhaltenen Zahl zur Amplitude der Grundwelle die Größe der Pulsation des Kraftlinienfeldes. Aus Gleichung 24) geht ferner hervor, daß die Ausschläge der Oberwelle für $\alpha = 0$ verschwinden müssen. Dies trifft jedoch nur beim Schleifringanker (Fig. 13) zu, während beim Kurzschlußanker (Fig. 14) noch ziemlich große Schwankungen auftreten. Dieser scheinbare Widerspruch hängt mit der Eigenart des Kurzschlußankers zusammen. Da nämlich zwei benachbarte Drähte durch die Kurzschlußringe einen in sich geschlossenen Stromkreis bilden, so treten darin größere Ströme auf, welche induzierend auf die Prüfspule einwirken. Beim Schleifringanker dagegen sind alle Drähte hintereinandergeschaltet, so daß, abgesehen von den Wirbelströmen, keine Induktionsströme höherer Periodenzahlen entstehen können.

Um nun den Wirbelstromverlust zu berechnen, seien folgende Bezeichnungen eingeführt:

N_1 Nutenzahl des Stators,
N_2 „ „ Rotors,
n Umdrehungszahl in der Minute,
$100\,s$ prozentuale Schlüpfung,
c_1 Periodenzahl der Grundwelle in den Statorzähnen,
c_1' „ „ Oberwelle „ „ „
c_2 „ „ Grundwelle „ „ Rotorzähnen,
c_2' „ „ Oberwelle „ „ „

Bedeutet ferner T_1' die Zeit, welche vergeht, bis die Armatur den Weg $\frac{D\pi}{N_2}$ zurückgelegt hat, das heißt bis die Armatur wieder die gleiche Stellung mit Bezug auf den betrachteten Statorzahn einnimmt, so ist

$$T_1' = \frac{1}{c_1'} = \frac{D\pi}{N_2} \cdot \frac{60}{D\pi n} = \left(\frac{2.60}{pn}\right) \frac{p}{2N_2} = \frac{1}{c_1} \cdot \frac{p}{2N_2}$$

oder

$$c_1' = c_1 \cdot \frac{2N_2}{p} = c_1 k \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 25).$$

Für einen vierpoligen Motor mit 45 Rotorzähnen wäre beispielsweise

$$k = \frac{2N_2}{p} = \frac{2.45}{4} = 22{\cdot}5.$$

Die Periodenzahl der Oberschwingung ist folglich das 22·5fache derjenigen der Grundwelle oder bei 50 Perioden gleich 1125 Perioden. Da in diesem Falle das dritte Glied in Gleichung 24) nur noch 4% des zweiten beträgt, kann es augenscheinlich vernachlässigt werden und man sieht deutlich, daß die maximalen Ausschläge der Oberwelle ziemlich genau um 90° gegenüber demjenigen der Grundwelle verschoben ist.

Wir wollen nun annehmen, die Prüfspule besitze den Ohmschen Widerstand r, dann ist der darin erzeugte Joulesche Verlust

$$w = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T \frac{e^2\,dt}{r} = \frac{1}{2\pi}\left(\frac{2\pi}{T}\frac{\bar{\varphi}}{10^8}\right)^2 \frac{1}{r} \int_0^{2\pi} (\cos\alpha + \gamma k \cdot \sin\alpha \cdot \cos k\alpha + \gamma \cdot \cos\alpha \cdot \sin k\alpha)^2\,d\alpha.$$

Diese Gleichung läßt sich indessen noch etwas vereinfachen, wenn man das letzte Glied, das ohnehin nur wenige Prozente des vorletzten beträgt, wegläßt. Berücksichtigt man ferner, daß der mit $\sin\alpha \cdot \cos\alpha$ multiplizierte Ausdruck beim Integrieren gleich Null wird, so bleibt noch

$$w = \frac{1}{2\pi}\left(\frac{2\pi}{T}\frac{\bar{\varphi}}{10^8}\right)^2 \frac{1}{r} \int_0^{2\pi} (\cos^2\alpha + \gamma^2 k^2 \sin^2\alpha \times \cos^2 k\alpha)\,d\alpha$$

$$= \frac{1}{2\pi}\left(\frac{2\pi}{T}\frac{\bar{\varphi}}{10^8}\right)^2 \frac{1}{r}\left[\pi + \frac{\pi}{2} k^2 \gamma^2\right]$$

oder etwas anders geschrieben

$$\left.\begin{aligned} w &= \left(\frac{2\pi}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\bar{\varphi}}{T \cdot 10^8}\right)^2 \frac{1}{r}\left[1 + \frac{k^2\gamma^2}{2}\right] = \\ &= \frac{e^2}{r}\left[1 + \frac{k^2\gamma^2}{2}\right] = \frac{e^2}{r}\left[1 + \frac{2N_2^2\gamma^2}{p^2}\right] \end{aligned}\right\} \quad . \quad 26).$$

Der Quotient $\frac{e^2}{r}$ stellt aber nichts anderes dar als den Wattverlust, welcher bei vollkommen sinusförmiger Magnetisierung entstehen würde, während der Ausdruck in der viereckigen Klammer angibt, um wievielmal größer dieser Verlust bei pulsierendem Felde ausfällt. Da das gleiche Gesetz auch auf die Wirbelströme in den Statorzähnen übertragbar ist, so erhalten wir folglich den wirklichen Wirbelstromverlust, wenn wir den nach der bisherigen Gleichung 14) ermittelten Verlust mit dem Ausdrucke in der viereckigen Klammer multiplizieren, das heißt es ist

$$w_{fs} = \frac{\pi^2}{6\rho} a^2 \cdot \frac{c^2 B^2 \cdot V_s}{10^{12}}\left[1 + \frac{2N_2^2\gamma_1^2}{p^2}\right] \quad . \quad . \quad 27).$$

Auf ähnliche Weise gelangt man zu der Formel für die Verluste in den Rotorzähnen.

Digitized by Google

Bedeutet T_2' die Zeit, welche er braucht, bis sich der Anker um eine Nutenteilung des Stators verdreht hat, das heißt bis die Statorzähne wieder die gleiche relative Lage zu dem betrachteten Rotorzahn einnehmen, so ist

$$T_2' = \frac{1}{c_2'} = \frac{D\pi}{N_1} \cdot \frac{60}{D\pi n} = \left(\frac{2 \cdot 60}{n \cdot p}\right) \frac{p}{2N_1} = \frac{1}{c_1} \cdot \frac{p}{2N_1}$$

oder

$$c_2' = c_1 \cdot \frac{2N_1}{p} = \frac{c_2}{s}\left(\frac{2N_1}{p}\right) = \frac{c_2}{s} \cdot k_2 \quad . \quad 28),$$

also der Wirbelstromverlust in den Rotorzähnen

$$w_{fr} = \left(\frac{\pi^2}{6\rho} \cdot a^2\right) \frac{(c_2 B)^2}{10^{12}} \cdot V_r \left[1 + \frac{2N_1^2 \gamma_2^2}{s^2 \cdot p^2}\right] \quad . \quad 29).$$

Allein hier ist zu beachten, daß das erste Glied in der eckigen Klammer gegenüber dem zweiten vernächlässigt werden kann. Ersetzt man ferner $\frac{c_2^2}{S^2}$ durch c_1^2, so nimmt diese Gleichung die einfachere Form

$$w_{fr} = \left(\frac{\pi^2 a^2}{6\rho}\right) \frac{c_1^2 B^2}{10^{12}} V_r \cdot \left[\frac{2N_1^2 \gamma_2^2}{p^2}\right] \quad . \quad . \quad . \quad 30)$$

an.

Wir gelangen somit zu dem überraschenden Resultate, daß der Verlust in den Rotorzähnen in der Nähe des Synchronismus nicht etwa Null wird, wie man gewöhnlich annimmt, sondern unter Umständen ein Vielfaches desjenigen bei voller Periodenzahl werden kann.

Daraus erklärt sich nun auch die gelegentlich gemachte Beobachtung, daß der Eisenverlust zurückgeht, wenn man den Rotorstromkreis unterbricht und die Messung bei stillstehendem Rotor wiederholt.

So einfach die abgeleiteten Formeln 27) und 30) sind, so hängt ihre praktische Brauchbarkeit natürlich davon ab, ob es uns gelingt, den Koeffizienten γ mit genügender Genauigkeit abzuschätzen. Ich sage ausdrücklich „abzuschätzen", weil eine genaue Vorausbestimmung nicht nur höchst zeitraubend, sondern bei höheren Sättigungen fast aussichtslos wäre. Nun ist es aber nicht gleich, ob man dafür 0·08 oder 0·16 einsetzt, weil die Verluste vom Quadrate desselben abhängen.

Ich habe es deshalb versucht, diese Koeffizienten rückwärts aus den Verlusten auszurechnen. Dabei kann es sich freilich nur um eine ungefähre Schätzung der Größenordnung handeln, da schon die Berechnung der Verluste mit mehr oder weniger großen Fehlern behaftet ist, so daß eine vollkommene Übereinstimmung kaum erwartet werden darf.

Zu diesem Zwecke sind in Tabelle VII die berechneten und gemessenen Verluste von acht verschiedenen Drehstrommotoren, deren elektrische Daten der Tabelle VI entnommen werden können, zusammengestellt. Zur Erklärung sei folgendes bemerkt: die erste und dritte Kolonne bezieht sich jeweils auf stillstehenden Rotor, die zweite und vierte auf Leerlauf, und zwar sind die ersten beiden auf Grund der Formel 3) mit einem Zuschlag von 30% für drehende Hysteresis (im Kern) und 20% auf den Wirbelströmen berechnet. Für die letzten zwei Kolonnen wurde die bisherige Rechnungsmethode benutzt.

Die Verluste sind nach zwei Methoden ermittelt worden; das einemal nach der sogenannten Dettmarschen Methode, das zweitemal, indem man den Rotorstromkreis unterbrach und, während der Rotor noch mit voller Geschwindigkeit lief, eine Wattmessung vornahm.

Da bei der Berechnung der Leerlaufverluste vorderhand keine Rücksicht auf die Oberschwingungen genommen wurde, weichen die Zahlen der Kolonnen zwei und vier nur wenig voneinander ab, dagegen ist der Unterschied zwischen den berechneten und gemessenen Verlusten ziemlich bedeutend. Setzen wir die Differenz Δw auf Kosten der zusätzlichen Wirbelstromverluste in den Zähnen und bezeichnen wir mit w_1 bezw. w_2 die Wirbelstromverlusten in den Zähnen

Tabelle VI. Daten von Drehstrommotoren.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8
Leistung *PS*	2.700	84	580	600	105	55	30	15
Umdrehungen *n*	346	490	470	364	970	720	1.470	400
Periodenzahl *c*	53	42	48	50	50	50	50	42
Anzahl Pole *p*	18	10	12	16	6	8	4	12
Rotordurchmesser *D* *mm*	2.245	568	1.297·4	1.297·8	478	480	285	425
Rotorlänge *l* „	590	200	260	360	180	170	125	150
Anzahl der Luftschlitze	9	—	—	4	—	—	—	—
Breite der Schlitze *mm*	10	—	—	10	—	—	—	—
Luftabstand δ „	2·5	1	1·3	1·1	1	0·8	0·72	0·6
Stator Nutenzahl N_1	216	90	144	144	72	96	48	108
Stator Nutenabmessungen	60/18·5/4	35/11/2·5	55/14/2·5	55/14/2·5	32/12/2·5	33/9·5/2	30/10·5/3·5	32/8/3
Rotor Nutenzahl N_2	270	120	180	192	96	120	60	144
Rotor Nutenabmessungen	50/13·5/4	34/7·5/3·8	42/10·5/2·8	37/9·5/2·8	32/8/2·5	28/6·5/1·5	28/6/2·5	26/5·2/2
Stator Eisen Volumen (Kern)	455.000	20.800	144.000	152.000	20.500	12.350	7.200	5.900
Stator Eisen „ (Zähne)	85.000	5.520	27.800	34.600	3.680	3.150	1.460	2.200
Rotor Eisen „ (Kern)	274.000	10.000	74.500	98.000	7.700	18.600	3.840	12.700
Rotor Eisen „ (Zähne)	70.500	4.630	19.400	22.000	3.200	2.440	1.250	1.570
Linienzahl pro Pol Φ	$7{\cdot}9 \cdot 10^6$	$1{\cdot}6 \cdot 10^6$	$4{\cdot}25 \cdot 10^6$	$3{\cdot}9 \cdot 10^6$	$1{\cdot}92 \cdot 10^6$	$1{\cdot}21 \cdot 10^6$	$1{\cdot}21 \cdot 10^6$	$0{\cdot}565 \cdot 10^6$
Liniendichte Stator (Kern)	6.720	8.400	7.000	6.100	9.000	9.200	10.650	7.850
Liniendichte Stator (Zähne)	15.800	15.800	15.800	15.700	15.700	16.000	15.700	15.400
Liniendichte Rotor (Kern)	9.300	11.500	10.000	7.050	14·500	2.500	7.200	1.570
Liniendichte Rotor (Zähne)	15.800	18·500	17.300	16.500	18.000	17.500	17.000	17.500

Digitized by Google

des Stators und Rotors bei voller Periodenzahl, so müßte nach dem Gesagten

$$\Delta w = w_1 \cdot 2\left(\frac{N_2 \gamma_1}{p}\right)^2 + w_2 \cdot 2\left(\frac{N_1 \gamma_2}{p}\right)^2 \quad . \quad . \quad 31)$$

sein.

Da es sich augenblicklich nur um die ungefähre Größenordnung von γ handelt, genügt es, für N_1 und N_2 das arithmetische Mittel N zu nehmen, dann folgt

$$\gamma = \frac{p}{1{\cdot}4\,N}\sqrt{\frac{\Delta w}{w_1 + w_2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 32).$$

Die ausgerechneten Werte von γ sind am Schlusse der Tabelle VII angeführt.

Es ist nun höchst interessant, diese Zahlen mit jenen zu vergleichen, welche eine rohe Berechnung auf Grund der Nutendimensionen ergibt.

Unter der Voraussetzung, daß $N_1 > N_2$ ist, was bei sämtlichen angeführten Motoren zutrifft und mit Vernachlässigung der Streuung verhält sich die magnetische Leitungsfähigkeit eines Statorzahnes in der Lage (Fig. 15) zu derjenigen in der Lage (Fig. 16) wie $a_1 - 2\,b_2$ zu $a_1 - b_2$.

Somit wird in erster Annäherung

$$\gamma_1 = \frac{1}{2}\left(\frac{a_1 - b_2}{a_1 - 2\,b_2} - 1\right) = \frac{b_2}{a_1 - 2\,b_2} \quad . \quad . \quad 33).$$

Ebenso erhält man für den Rotor

$$\gamma_2 = \frac{1}{2}\,\frac{b_1}{a_2 - b_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 34)$$

und daraus

$$\gamma = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 35').$$

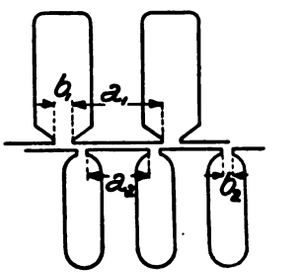


Fig. 15. Relative Lage der Stator- und Rotorzähne.

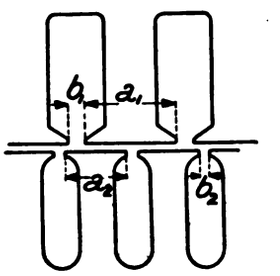


Fig. 16. Relative Lage der Stator- und Rotorzähne.

Vergleicht man nun die nach Formel 32) berechneten Werte von γ mit denjenigen nach Formel 35), so darf die Übereinstimmung in Anbetracht der ziemlich summarischen Rechnungsmethode noch als ziemlich befriedigend bezeichnet werden, ja, es fragt sich, ob überhaupt eine verfeinerte Methode einen großen Zweck hätte, so lange wir bezüglich der Hauptverluste im Statorkern mehr oder weniger auf Schätzung angewiesen sind.

Tabelle VII. Eisenverluste der in Tabelle VI angeführten Drehstrommotoren.

Laufende Nummer		1				2				3				4			
Leistung *PS*		2.700				84				580				600			
Umdrehungen *n*		346				490				470				364			
Hysteresis	Stator (Kern)	5.550	5.550	4.350	4.350	310	310	224	224	1.700	1.700	1.320	1.320	1.420	1.420	1.160	1.160
	„ (Zähne)	4.400	4.400	3.030	3.030	226	226	165	165	1.160	1.160	945	945	1.690	1.690	1.210	1.210
	Rotor (Kern)	6.300	—	4.400	—	282	—	178	—	1.810	—	1.210	—	1.240	—	950	—
	„ (Zähne)	3.660	—	2.650	—	256	—	175	—	1.170	—	750	—	1.170	—	830	—
Wirbelströme	Stator (Kern)	960	960	2.300	2.300	44	44	103	103	276	276	655	655	240	240	566	566
	„ (Zähne)	1.000	1.000	2.370	2.370	42	42	97	97	270	270	645	645	360	360	860	860
	Rotor (Kern)	1.080	—	2.670	—	40	—	94	—	290	—	690	—	205	—	488	—
	„ (Zähne)	804	—	1.980	—	48	—	112	—	225	—	545	—	255	—	600	—
Zusammen		23.790	11.910	23.750	12.050	1.248	622	1.148	589	6.901	3.406	6.760	3.565	6.780	3.710	6.664	3.796
Gemessene Verluste		—	16.000	—	—	—	1.000	—	—	—	5.100	—	—	—	8.450	—	—
Joulesche Verluste		—	2.700	—	—	—	220	—	—	—	740	—	—	—	500	—	—
Reine Eisenverluste		—	13.300	—	—	—	780	—	—	—	5.160	—	—	—	7.950	—	—
γ nach Formel 31)		—	0·046	—	—	—	0·09	—	—	—	0·1	—	—	—	0·17	—	—
γ nach Formeln 32) u. 33)		—	0·1	—	—	—	0·16	—	—	—	0·07	—	—	—	0·08	—	—
Laufende Nummer		5				6				7				8			
Leistung *PS*		105				55				30				15			
Umdrehungen *n*		970				720				1.470				400			
Hysteresis	Stator (Kern)	419	419	292	292	310	310	240	240	205	205	143	143	91	91	75	75
	„ (Zähne)	173	173	128	128	185	185	150	150	69	69	58	58	101	101	82	82
	Rotor (Kern)	407	—	236	—	35	—	35	—	51	—	43	—	9	—	6	—
	„ (Zähne)	200	—	139	—	170	—	134	—	70	—	55	—	120	—	71	—
Wirbelströme	Stator (Kern)	70	70	167	167	40	40	51	51	18	18	29	29	10	10	13	13
	„ (Zähne)	38	38	91	91	30	30	41	41	10	10	13	13	14	14	18	18
	Rotor (Kern)	70	—	163	—	20	—	—	—	6	—	7	—	10	—	12	—
	„ (Zähne)	44	—	104	—	29	—	36	—	10	—	18	—	12	—	16	—
Zusammen		1.421	700	1.320	678	819	565	687	482	439	302	361	356	367	216	293	188
Gemessene Verluste		—	1.400	—	—	—	1.000	—	—	—	515	—	—	—	460	—	—
Joulesche Verluste		—	215	—	—	—	127	—	—	—	25	—	—	—	114	—	—
Reine Eisenverluste		—	1.185	—	—	—	873	—	—	—	490	—	—	—	346	—	—
γ nach Formel 31)		—	0·12	—	—	—	0·12	—	—	—	0·16	—	—	—	0·16	—	—
γ nach Formeln 32) u. 33)		—	0·1	—	—	—	0·18	—	—	—	0·16	—	—	—	0·17	—	—

Anmerkung: Die Maschinen Nr. 1 bis 5 sind aus 0·5 *mm* Blech mit einer Verlustziffer von 3 *W* pro *kg* zusammengesetzt; bei den Maschinen Nr. 6 bis 8 dagegen ist 0·35 *mm* Blech von 3·3 *W* pro *kg* verwendet.

Digitized by Google

Tabelle VIII. Eisenverluste von Induktionsreglern.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13*)	14*)
Bohrung . . . . . mm	425	425	480	505	550	600	665	645	645	645	660	700	1210	1.640
Äußerer Durchmesser . . „	280	280·4	290	316	346	400	485	425·2	460	446	448·8	418·8	848·5	1.198
Innendurchmesser . . . . „	55	55	60	65	70	75	85	85	170	85	90	90	380	750
Totale Breite . . . . . „	115	115	125	135	150	160	170	170	170	170	280	280	420	410
Zahl und Breite der Schlitze . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 à 10	2 à 10	(2 à 20) (1 à 40)	5 à 10
Nutenzahl Stator	60	60	48	48	72	72	72	72	60	72	60	60	144	108
Nutenzahl Rotor	48	48	36	72	60	48	48	48	48	60	48	48	60	96
Nutenabmessungen Stator	8·5 × 27·5	8·5 × 27·5	10·5 × 36	11 × 35	6·5 × 28	9·8 × 27	9 × 30	10 × 32	13 × 25	12 × 32	15 × 25	13 × 50	10 × 40	18 × 35
Nutenabmessungen Rotor	8·5 × 35	8·5 × 27·5	11 × 35	6·5 × 35	8·2 × 32	13·5 × 35	15·5 × 40	13 × 34	16 × 38	10·5 × 42	15 × 45	12·5 × 45	19·5 × 50	20 × 45
Eisenquerschnitt cm^2 Stator S_k . . .	88·8	89	117	140	176	218	182	210	181	182	362	400	826	1.160
Eisenquerschnitt cm^2 Stator S_z . . .	114	114	130	168	214	228	370	245	256	215	334	390	670	1.010
Eisenquerschnitt cm^2 Rotor S_k . . .	155	170	150	212	254	367	482	370	294	300	608	540	1.100	1.120
Eisenquerschnitt cm^2 Rotor S_z . . .	90	90	101	142	148	176	250	206	187	218	310	322	655	885
Eisenvolumen cm^3 Stator V_k . . .	5.300	5.300	7.700	9.800	12.800	17.700	17.200	18.700	16.500	16.500	33.000	39.000	140.000	264.000
Eisenvolumen cm^3 Stator V_z . . .	1.250	1.250	1.880	2.360	2.400	2.330	4.450	3.140	2.580	2.750	3.340	7.800	16.000	21.600
Eisenvolumen cm^3 Rotor V_k . . .	3.200	3.700	3.180	5.200	7.000	12.600	18.300	12.800	12.800	12.200	21.400	17.700	98.000	163.000
Eisenvolumen cm^3 Rotor V_z . . .	1.260	980	1.410	2.000	1.890	2.460	4.000	2.800	2.850	3.660	5.600	5.800	19.600	23.900
Gesamte Linienzahl Φ	775.000	660.000	1,080.000	1,420.000	1,260.000	1,750.000	1,800.000	1,730.000	1,310.000	1,800.000	2,960.000	3,000.000	7,310.000	9,800.000
Liniendichte Stator B_k	8.700	7.400	9.200	10.200	7.160	8.250	10.000	8.240	7.300	9.900	8.200	7.500	8.850	8.450
Liniendichte Stator B_z	10.600	9.200	13.000	13.300	9.240	12.300	7.600	11.100	7.850	13.100	14.000	12.100	17.200	15.200
Liniendichte Rotor B_k	5.000	3.900	7.200	6.700	5.000	4.780	3.750	4.670	4.400	6.000	4.900	5.550	6.650	8.750
Liniendichte Rotor B_z	13.500	11.500	16.800	15.700	13.400	15.700	11.300	13.200	11.000	13.000	15.000	14.600	17.400	17.300
Periodenzahl c	50	50	50	50	50	50	42	50	50	50	50	50	53·3	53·3
Blechdicke a . . . . . cm	0·05	0·05	0·035	0·05	0·035	0·05	0·05	0·035	0·035	0·035	0·05	0·05	0·05	0·05
Verlustziffer w_z	3	3	2·8	2·3	3·3	3	3	3·3	3·3	2·8	3	3	3	3
Berechnete Verluste Stator Kern . .	102	64	141	180	167	278	334	324	215	348	514	500	2.700	4.650
Berechnete Verluste Stator Zähne . .	36	24	69	74	52	81	50	100	41	101	151	262	1.180	1.210
Berechnete Verluste Rotor Kern . .	20	13	36	41	44	67	59	72	65	95	119	127	1.070	3.060
Berechnete Verluste Rotor Zähne . .	58	30	85	87	86	140	100	124	87	133	290	286	1.450	1.750
Zusammen . .	216	131	331	382	349	566	543	620	408	677	1.074	1.175	6.400	10.670
Gemessene Verluste	343	176	430	465	500	840	754	750	596	860	1.470	1.300	8.300	14.800
Gemessene / Berechnete Verluste	1·59	1·35	1·3	1·22	1·43	1·48	1·39	1·21	1·46	1·27	1·37	1·11	1·3	1·38

*) Zweiphasig.

Digitized by Google

Zum Schlusse mögen noch einige Versuchsdaten on Drehstrom- und Zweiphasen-Induktionsreglern folgen.

Ein solcher Induktionsregler ist im Grunde genommen nichts anderes als ein Induktionsmotor mit festgehaltenem Rotor. Da infolge der Unbeweglichkeit des Systems keine höheren Harmonischen auftreten — abgesehen von jenen, welche durch die besondere Anordnung der Wicklung bedingt sind und hier übergangen werden sollen —, so berechnen sich die Verluste in gleicher Weise wie bei Transformatoren, wobei lediglich auf die drehende Hysteresis Rücksicht zu nehmen ist. Außerdem steht zu erwarten, daß auch die Wirbelstromverluste wegen der verhältnismäßig großen Bearbeitungsflächen größer ausfallen werden.

Eine Trennung der beiden Verluste hat unter diesen Umständen keinen großen Wert. Wir werden deshalb den gesamten Verlust nach der Formel 8)

$$w = w_s \cdot \left(\frac{c}{50}\right)\left(\frac{B}{10000}\right)^2 \cdot G$$

bestimmen, worin an Stelle des Gewichtes G das Volumen V in cm^3, geteilt durch 130, gesetzt werden kann.

Bedeutet ferner

Φ die gesamte Linienzahl pro Pol,
E die Phasenspannung (gleich der Klemmenspannung bei Dreieckschaltung oder der Klemmenspannung geteilt durch 1·73 bei Sternschaltung),
N die gesamte Zahl Drähte aller Phasen,
c die Periodenzahl,
S_k den Querschnitt des Kernes in cm^2,
S_z den Querschnitt sämtlicher Nuten pro Pol, im Zahnmittel gemessen,

B_k und B_z die betreffende Liniendichte, so ist

$$\Phi = \frac{E \cdot 10^8}{0{\cdot}7 \cdot c \cdot N} \text{ bei Drehstrom}$$

oder

$$\Phi = \frac{E \cdot 10^8}{cN} \text{ bei Zweiphasenstrom,}$$

daher

$$B_k = \frac{\Phi}{S_k}; \quad B_z = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\Phi}{S_z}.$$

Die Tabelle VIII enthält nun eine Zusammenstellung der berechneten und gemessenen Verluste von 14 verschiedenen Induktionsreglern, und zwar sind die ersteren ohne irgendwelche Zuschläge bestimmt. Es zeigt sich auch hier wieder, daß die wirklichen Verluste die berechneten erheblich übersteigen, und zwar im Mittel um 35%, was nach dem Gesagten nicht weiter auffällt.

Schlußfolgerungen.

Faßt man das Ergebnis dieser Untersuchungen zusammen, so läßt sich folgendes sagen:

1. Sowohl die Messungen an fertigen Transformatoren als Induktionsreglern ergaben durchwegs höhere Verluste als aus der Verlustziffer geschlossen werden müßte. Im ersteren Falle dürfte ein Zuschlag von 20 bis 25%, im letzteren ein solcher von 35% der Wirklichkeit ziemlich nahe kommen, wenn man die Gesamtverluste nach Formel 8) berechnet.

Unter solchen Umständen hat aber auch die Bestimmung der Verlustziffer auf Bruchteile eines Prozentes genau durchaus keinen praktischen Wert. Viel wichtiger wäre eine im großen Maßstabe durchgeführte Untersuchung an möglichst vielen fertigen Apparaten und Maschinen, um daraus zu praktisch verwertbaren, Formeln zu gelangen. Dies ist aber eine Aufgabe welche nur durch das Zusammenwirken mehrerer großen Firmen nach gemeinsam aufgestelltem Plane und systematischer Bearbeitung des Versuchsmaterials durchführbar ist.

2. Bei gleicher Periodenzahl nehmen die Verluste ungefähr wie die zweite Potenz der Linienzahlen zu. Werden also die Verluste separat berechnet, so wird man zweckmäßigerweise den Exponenten 1·6 in der Steinmetzschen Formel durch 2 ersetzen, wodurch sich auch die Rechnung bedeutend vereinfacht.

3. Die sogenannte „Wirbelstromkonstante" ist in Wirklichkeit eine innert weiten Grenzen veränderliche Zahl, welche nicht nur von der Verlustziffer, sondern auch von der Blechdicke abhängt. Es hat somit keinen Zweck, dieselben neben der Blechdicke im Quadrat als eigenen Koeffizienten anzuführen, vielmehr empfiehlt es sich, den Ausdruck $\beta = \left(\frac{\pi^2}{6\rho} \cdot a^2\right)$ als Wirbelstromkonstante zusammenzufassen. Über die ungefähre Größe dieser Konstanten sowie der Hysteresiskonstanten α geben die Kurven Fig. 9 (Seite 13) Aufschluß. Immerhin bedürfen gerade diese Kurven noch notwendigerweise einer Ergänzung. Es wäre deshalb sehr erwünscht, wenn die üblichen Blechprüfungen auch auf die Ermittlung der spezifischen Widerstände ausgedehnt würden, da die Kenntnis der Verlustziffer allein nur einen unvollständigen Maßstab für die Güte eines Bleches liefert, indem zwei anscheinend gleichwertige Bleche, auf Maschinen angewendet, unter Umständen ziemlich verschiedene Resultate geben können.

4. Besonders auffällig sind die Differenzen zwischen berechneten und gemessenen Verlusten bei Gleichstrommaschinen und Wechselstromgeneratoren, was zum Teil auf zusätzliche Hysteresisverluste durch drohende Magnetisierung, in der Hauptsache jedoch auf vermehrte Wirbelstromverluste zurückzuführen ist. Die ersteren dürften zu ungefähr 30% eingeschätzt sein, wenn man die Berechnung nach Gleichung 3) vornimmt. Zur Bestimmung der Wirbelstromverluste käme, je nachdem es sich um die Wirbelstromverluste im Kern oder in den Zähnen handelt, die Formel 14) oder 22) in Betracht.

5. Ähnlich liegt die Sache bei Drehstrommotoren. Auch hier muß mit etwa 30% größeren Hysteresisverlusten gerechnet werden. Überdies treten aber auch noch vermehrte Wirbelstromverluste auf, welche durch die Veränderlichkeit des Luftwiderstandes hervorgerufen werden und angenähert an Hand der Gleichungen 27) und 30) bestimmt werden können.

Ein Verfahren der stereoskopischen Kinematographie.

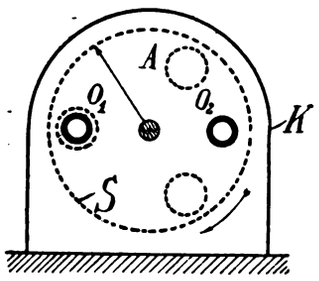
Vor etwa zwölf Jahren, als die Kinematographie noch im Anfangsstadium war, habe ich ein Verfahren der stereoskopischen Kinematographie ersonnen, welches ich nicht veröffentlichte, da es mir nicht einfach genug schien, doch habe ich dasselbe in den letzten Jahren mehreren Fachgenossen mitgeteilt. Da in letzter Zeit ähnliche Verfahren ersonnen worden sein sollen, teile ich dasselbe mit.

Von dem beweglichen Objekte werden mittels zweier Aufnahmeapparate, welche einen gewissen Abstand haben, um stereoskopische Bilder zu erhalten, kinematographische Aufnahmen gemacht. In der Mitte des Gesichtsfeldes sollen vertikal übereinander zwei Marken angeordnet sein, welche natürlich auch auf jedem Bilde sichtbar sind. Für die Beobachtung sind zwei Projektionsapparate notwendig, durch welche die beiden er-

Digitized by Google

haltenen Films durchlaufen, wobei sie von einer gemeinsamen Antriebsvorrichtung bewegt werden. Die Bilder der beiden Films müssen abwechselnd auf dieselbe Stelle eines Schirmes projiziert werden. Die Marken, welche auf den Bildern angebracht sind, ermöglichen, die Projektionsapparate so einzustellen, daß die Bilder auf die gleiche Stelle des Schirmes projiziert werden und gleiche Größe haben; zu diesem Zwecke sollen auf dem Schirme ebenfalls zwei Marken angebracht sein, mit denen die Marken der Bilder zusammenfallen müssen. Ist die Einstellung für zwei Bilder gemacht, so stimmt dieselbe auch für die folgenden Bilder.

Die Augen der Beobachter müssen abwechselnd so abgeblendet werden, daß jedes Auge nur auf den Schirm blicken kann, wenn ein für das betreffende Auge bestimmtes Bild projiziert wird. Für die Abblendung der Augen eines einzelnen Beobachters kann ein Apparat nach Art des in der Figur schematisch gezeichneten verwendet werden. Vor jedem Beobachter ist ein Kasten K aufgestellt, innerhalb dessen sich eine Scheibe S dreht, die ein Loch A oder eine ungerade Zahl von Löchern A in gleichem Abstande enthält; ein Loch ist ausreichend. An der Vorderwand des Kasten sind zwei Rohre O_1 O_2 angeordnet, welche als Okularrohre dienen. In der Kastenwand sind an den Stellen, wo die Okularrohre angeordnet sind und ebenso an den entsprechenden Stellen der Rückwand Gläser eingesetzt, so daß man durch die Okularrohre gegen den Schirm blicken kann, wenn das Auge nicht durch die Scheibe S abgeblendet ist. Um die notwendige Übereinstimmung zwischen der Bewegung der Scheiben S und der Bewegungsvorrichtung der beiden Films zu erreichen, können kleine Synchronmotoren verwendet werden. Für diesen Zweck eignen sich besonders Einankerumformer, welche mit Gleichstrom angelassen und betrieben werden; die Anker aller Motoren sind parallelzuschalten und erhalten einen gemeinsamen Anlaßwiderstand. Die Übereinstimmung des Ganges der Motoren wird dadurch erreicht, daß man dieselben auf der Wechselstromseite elektrisch kuppelt, indem man die Schleifringe der Anker aller Motoren an gemeinsame Verbindungsleitungen anschließt, wobei in jede Anschlußleitung ein Widerstand eingeschaltet sein muß. Diese Widerstände werden, nachdem die Motoren angelassen sind, kurzgeschlossen und dadurch der Synchronismus der Motoren herbeigeführt. Die Scheiben S der Beobachtungsapparate K können jede für sich oder alle gemeinsam durch Ketten- oder Zahnradübersetzung von einem Synchronmotor getrieben werden. In beiden Fällen müssen die Scheiben in übereinstimmender Weise eingestellt sein, was man im Ruhestande der Apparate bewirken kann; zu diesem Zwecke müssen die Scheiben auf ihren Achsen verstellbar angeordnet sein. In gleicher Weise muß auch die Antriebsvorrichtung für beide Films, welche die Projektionsapparate durchlaufen, richtig eingestellt werden, damit in den Zeitmomenten, wenn ein für das linke Auge bestimmtes Bild projiziert wird, auch die linken Augen der Beobachter auf den Schirm blicken können. Dies bietet keine Schwierigkeit. Eventuell können auch an den Projektionsapparaten Blenden nach Art der in der Figur dargestellten angeordnet sein, welche gemeinsam mit den Films von einem Motor gedreht werden.



Bei Anwendung des beschriebenen Verfahrens ist es ohne Belang, wenn sich der Motor, welcher die Films bewegt und die Motoren, welche die Blenden vor den Beobachtern bewegen, nicht ganz gleichzeitig zu bewegen beginnen, da während des Ganges der Motoren nach erreichtem Synchronismus infolge der Einstellung der Blenden und der Antriebsvorrichtung das Gesichtsfeld der Augen stets frei wird, wenn das zugehörige Bild projiziert wird. Die Schwierigkeiten sind insoferne in diesem Falle geringer als beim Kinetophon.

Einen Apparat nach Art des in der Fig. 1 beschriebenen, welcher aber nur mit einem Okularrohr versehen war, benutzte ich im Jahre 1909 zur Messung der momentanen Lichtstärke von Wechselstromlampen, worüber im Hefte Nr. 1, Seite 7, berichtet wurde.

Zusammenfassung: Stereoskopische Bilder werden auf die gleiche Stelle eines Schirmes abwechselnd projiziert und die Augen der Beobachter mittels rotierender Scheiben, die ein oder mehrere Löcher enthalten, im richtigen Momente abgeblendet. Zur Bewegung der Films und der Blenden dienen Einankerumformer in besonderer Schaltung.

Dr. Johann Sahulka.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Die Wirtschaftlichkeit des Maschinenbetriebes einer oberschlesischen Steinkohlengrube. Dipl.-Ing. K. Schultze. Am geeignetesten für die Untersuchung erschien die Ferdinandsgrube (Kattowitz) mit 1 Mill. t Jahresförderung, welche nebst einer modernen elektrischen Zentrale Dampffördermaschinen, Druckluftanlagen und Bewetterungseinrichtungen aufweist. Die Versuche erstreckten sich auf den Betrieb von zehn Monaten.

Die Grube besitzt 18 Zweiflammrohrkessel von je 80 m^2 Heizfläche für Sattdampf von 7 Atm. (Wirkungsgrad 58·6%, 14·8 kg Dampf pro m^2 Heizfläche) und 16 Doppelwalzenkessel von je 88 m^2 Heizfläche (Wirkungsgrad 46·5%, 23·5 kg Dampf auf 1 m^2) für Heißdampf von 10 Atm., 350° C, ersterer für die Dampfförderung (200 PS-Zwillingsmaschine mit Koepesscheibe, 600 PS-Zwillingsmaschine mit Seiltrommel, 1000 PS-Verbundmaschine mit Trommel) und für die Heizung; die letztere (Heißdampf-) Anlage versorgt die elektrische Zentrale. Diese enthält zwei stehende Verbundmaschinen 400 und 600 PS, zwei liegende 1000 PS-Verbundmaschinen, zwei A. E. G.-Curtisturbinen von je 1500 PS, 3000 Touren; dann ist noch ein 485 PS-Kolbenverbundkompressor zu betreiben. Für alle Dampfmaschinen und Turbinen ist eine Zentralkondensation für 60 t pro Std. vorhanden.

Die Zentrale erzeugt Drehstrom von 550 V, 50 ∼; angeschlossen sind 113 Motoren, 33 Transformatoren für 2200 V, ein Viertel der Energie wird an die Marthahütte abgegeben. Die Wasserhaltung ist elektrisch betrieben; auf der 200 m-Sohle eine 90 PS-Riedlerpumpe für 1·5 m^3 pro Min., auf der 300 m-Sohle drei Drillings-Differentialpumpen für je 5·5 m^3 pro Min., auf der 500 m-Sohle zwei Zwillings-Differentialpumpen für 1·5 bezw. 8 m^3 pro Min.; sie werden von 2000 V-Motoren angetrieben. Zur Bewetterung dient ein 50 PS, 2000 V-Motor für 4000 m^3 pro Min. in einem und ein 60 PS, 500 V-Motor für 2500 m^3 in dem zweiten Schacht. In den einzelnen Schächten findet auch elektrische Streckenförderung durch 36 PS- und 150 PS-Haspel statt.

Der gemessene und errechnete Wirkungsgrad erfaßt den Verlauf: Kohle — Dampf — mechanische Arbeit — Nutzarbeit der mit Dampf angetriebenen Maschinen. Die Stromerzeugung ergab sich aus den Ablesungen der kW-Zähler.

Die Nutzarbeit des Kompressors wurde unter Zugrundelegung des isothermischen Verlaufs der Kompression mit $A = \frac{Q/\text{Tag} \,.\, P_0}{3600 \,.\, 75} \ln \frac{P_1}{P_0}$, die der Förderanlagen aus den Nutzlasten G und den Teufen H mit $A = \frac{G \,.\, H}{75 \,.\, 3600}$ PS/Std. ermittelt.

Die Energieabgabe der Heizung wurde unter der Annahme von 4 WE pro m^2 und 1° C Temperaturgefälle ermittelt. Als Wärmebilanz der beiden Kesselanlagen für elf Monate ergab sich:

Heißdampfanlage:

Wärmewert K der verfeuerten Kohlen	331.700	Millionen WE
„ D des erzeugten Dampfes	157.800	„ „
Stromerzeugung	12·42	Millionen l Wh
Drucklufterzeugung	1·677	„ PS Std.
Heizung	2087	Millionen WE
Kesselspeisung	87.520	PS Std.

Digitized by Google

Sattdampfanlage:

Wärmewert	*K* der verfeuerten Kohlen	138.900 Millionen WE
„	*D* des erzeugten Dampfes	84.000 „ „
Schachtarbeit	. . . . .	1·161 Millionen *PS*/Std.
Pumpen	. . . . .	13.287 *PS* Std.
Heizung	. . . . .	2710 Millionen WE
Bad	. . . . .	528 „ „
Imprägnieren	. . . . .	1465 „ „
Kesselspeisung	. . . . .	37.750 *PS* Std.

In der Heißdampfanlage werden also 4·18% des Wertes *K* und 8·78% des Wertes *D*, in der Sattdampfanlage werden 3·94% von *K* und 6·5% von *D* ausgenutzt; diese Werte sind sehr niedrig und deuten auf große Verluste.

Die Turbogeneratoren haben 11·2 bis 11·5 *kg* pro *kWh* Dampf bei 58 bis 70% Belastung und 93% Vakuum verbraucht; bei den Kolbenmaschinen der Zentrale ergaben sich 15·5 *kg* Dampf, beim Kompressor 3·7 *kg* pro m^3 Druckluft von 5·6 Atm. Überdruck. Der Wärmeverlust in den Leitungen war 1·9 bis 2·1% der den Kesseln zugeführten Wärmemengen. Im ganzen gingen nur 4% der Heißdampferzeugung verloren. In allen drei Schächten wurden im Mittel 39·8 *kg* Dampf pro Schacht-*PS*/Std. verbraucht (61·3 *kg* für die kleinste, 30·3 *kg* für die 600 *PS*- und 20·6 *kg* für die 1000 *PS*-Maschine); die Stillstandsverluste waren in zwölf Tagen 62 *t* Dampf oder 18·6%. Bei einer Steigerung der Förderung um 5% waren die Stillstandsverluste um ein Drittel kleiner. Mit Rücksicht auf die großen Kosten der Kondensation wäre diese für die Wirtschaftlichkeit der Dampfförderung nicht empfehlenswert. Die Verluste in den Heizdampfleitungen haben 62·2% ausgemacht; der Heizdampf selbst war aber nur 19% des erzeugten Dampfes. Die Sattdampfanlage hat also große Verluste aufzuweisen.

Was die elektrischen Betriebe anlangt, hat — abgesehen von den 23·61% Energieabgaben an fremde Betriebe — die Wasserhaltung mit 42·12% am meisten Energie erfordert. Die Bewetterung hat 5%, die Förderung 3%, die Aufbereitung und Verladung 7·5% in Anspruch genommen. Bei 10% machen die Verluste (Erregung, Kondensation, Pumpen usw.) aus. Der Wirkungsgrad der Wasserhaltung war 75 bis 78%, der der Förderung mit dem 36 *PS*-Haspel 41%. Die Förderung auf der Strecke erfolgte mit einer Lokomotive für 120 *V*, die 292 *t/km* pro Schicht leistet; pro *t/km* wurden 0·265 *kWh*, pro *t* 0·228 *kWh* verbraucht. Der Wirkungsgrad der Ventilatoranlage war 57%.

Was die Druckluftanlage anlangt, die zu einem Drittel der Bewetterung, zu zwei Drittel der Kohlenerzeugung diente, so waren die Leitungsverluste im Mittel 23%, der Wirkungsgrad des Druckluftmotors am Ort 35%, das Verhältnis der wirklichen Leistung des Werkzeugs zu der Nutzleistung des Kompressors 21·5%. Damit das Werkzeug 1 *PS*/Std. leiste, sind 4·65 *PS*/Std. am Kompressor oder 38 *kg* Dampf erforderlich. Der Wirkungsgrad der Bewetterung war 0·19% (1 m^3 Luft für 0·00013 *PS* Std.).

Für die Beurteilung der so ungünstigen kraftwirtschaftlichen Zustände ist es von Wesenheit, daß der Preis der verfeuerten Kohle mit K 1·92 pro *t* angesetzt wurde, also nahezu unverkäufliches Material verbrannt wurde.

Die Anlagekosten waren 9·36 Millionen Kronen, für Verzinsung wurde 5% gerechnet. Die Kosten der Dampferzeugung für Heißdampf waren K 1·72, für Sattdampf K 1·33 pro *t*; die Stromkosten waren 4·3 h pro *kWh*, die der Druckluft an der Verwendungsstelle 0·68 h pro m^3 oder 9·12 h pro *PS* Std. Die Wasserhaltung hat 8·7 h pro gehobenen m^3 Wasser gekostet. Die Kosten der Hauptschachtfördermaschine waren 14·8 h pro Schacht-*PS*/Std. die der Lokomotivförderung 8·86 h pro *t/km* bezw. 7·6 h pro *t*. Die Kosten der maschinellen Kohlengewinnung waren 1·89 h pro *t*. Somit ergaben sich die gesamten Selbstkosten auf Grund der untersuchten Einrichtungen mit K 3·72 bezw. K 3·43 pro *t* mit bezw. ohne Verzinsung. In Wirklichkeit muß die Zeche mit K 6·6 bis K 7·8 pro *t* Selbstkosten rechnen. Die Differenz machen die Kosten für die nicht untersuchten Betriebe aus.

(Glückauf, Hefte 43 bis 45, 1913.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Ein Verfahren zur Löschung von elektrischen Lichtbögen bei Gleichstromunterbrechung gibt Dr. W. Burstyn an. Er erklärt die Wirkungsweise des Fizeauschen Kondensators bei Funkeninduktorien als eine Hochfrequenzerscheinung. Durch den Kondensator und die Zuleitungen wird ein Hochfrequenzkreis gebildet, in welchem durch den beim Öffnen des Stromes in der Primärspule auftretenden Lichtbogen Schwingungen erzeugt werden, ähnlich wie im Duddell-Kreis. Der Schwingungsstrom schaukelt sich durch einige Perioden hindurch auf, bis er die Größe des zu unterbrechenden Gleichstromes erhalten hat, aber ihm entgegengesetzt gerichtet ist. In diesem Augenblicke löscht also der Lichtbogen plötzlich aus und der Strom ist unterbrochen. Nun ist die Selbstinduktion des Induktoriums mit dem Kondensator in Reihe geschaltet und der Strom nimmt langsam ab. Auf diese Erscheinung stützt sich die neue vom Autor angegebene Einrichtung zum funkenlosen Schalten von Gleichstrom. Die Unterbrechungsstelle muß als Löschfunkenstrecke, am besten Silberelektroden in einer Wasserstoffatmosphäre, gebildet sein. Um die Welle des Löschkreises nicht zu kurz zu machen, wird dem Kondensator eine eisenfreie Drosselspule vorgeschaltet. Es sind Glimmerkondensatoren vorzuziehen. Stellt man in Kurven die Beziehungen zwischen den zu unterbrechenden Stromstärken und den Wellenlängen auf, welche die Schwingungen beim Unterbrechen besitzen, und zwar für verschiedene Werte des Kondensators, so erkennt man, daß für jeden Kondensator eine bestimmte Wellenlänge besteht, bei welcher er den stärksten Strom funkenlos löschen kann; die löschbaren Stromstärken steigen lange nicht in dem Maße an, wie die verwendeten Kapazitäten. Wenn λ die Wellenlänge des Löschkreises in *km*, *C* die Kapazität des Löschkreises in μF und *W* den Widerstand des Stromverbrauchers in Ohm bedeuten, so gilt die Beziehung $\lambda < 1{\cdot}8\,C.\,W$. Um also bei 220 *V* einen Strom von 5 *A* induktionsfrei mit 0·25 μF zu unterbrechen, ist die günstigste Wellenlänge $\lambda < 20$ *km*.

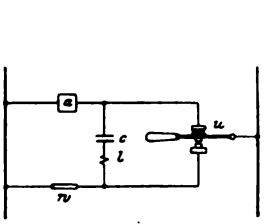


Fig. 1.

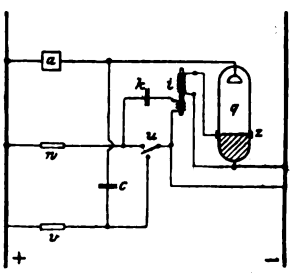


Fig. 2.

Das Verfahren der Bogenlöschung bei Schaltern beruht darauf, daß der Schalter zirka 0·5 *mm* geöffnet, hierauf dem entstandenen Lichtbogen ein ebenso starker und diesem entgegengesetzt gerichteter Stromstoß erzeugt wird, so daß die Stromstärke im Lichtbogen rasch erlischt. Die Fig. 1 zeigt die Einrichtung zum Betrieb eines Induktoriums *a* mittels eines Schalters *u*. *c* ist ein Kondensator, *l* eine eisenfreie Spule und *w* ein hoher Widerstand. Legt man *u* nach oben, so ladet sich *c* an der Netzspannung, legt man *u* nach unten, so entladet sich *c* im Hochfrequenzkreis *c*, *l*, *u*. Nach einer Viertelwelle hat der Schwingungsstrom ein Maximum und fließt im Lichtbogen dem Hauptstrom entgegen. Der Schalter kann als Relais ausgebildet werden. Ein Kondensator von 0·1 μF auf 220 *V* geladen, entwickelt bei der Entladung mit einer Wellenlänge von 1 *km* eine Stromamplitude von 40 *A*, die noch leicht zu unterbrechen ist. Da auf eine Funkenstrecke nicht mehr als 1000 *V* entfallen sollen, so sind bei höherer Spannung Serienfunkenstrecken, zum Beispiel 16 beim Unterbrechen von 10.000 *V* und 35 *A* zu wählen.

Erzeugt man den Löschstromstoß vorher und öffnet den Schalter im Augenblick, wo die resultierende Stromstärke in ihm Null ist, so unterbricht der Schalter funkenlos. Der Autor gibt hiefür eine mechanische Einrichtung an. Für diesen Zweck kann auch die Löschwirkung der Quecksilberlampe herangezogen werden, in der Schaltung nach Fig. 2. Die Kondensatoren *c* und *k* werden über die Widerstände *v* und *w* an der Netzspannung geladen und durch den zum Beispiel als rotierenden Kommutator ausgebildeten Umschalter *u* abwechselnd entladen. An der unteren Stelle von *u* bewirkt der Kondensator *c* die Löschung der Lampe. Die Lampe wird durch die Entladung des Kondensators *k* gezündet, der sich in der oberen Stellung des Umschalters *u* durch die Primäre eines Zündinduktors *i* entlädt, dessen Sekundäre die Zündelektrode *z* speist und dabei durch die Fünkchen an der Quecksilberoberfläche die Lampe zündet und den Hauptstrom einleitet. Der Umschalter kann für 1000 Unterbrechungen pro Sekunde eingerichtet werden. Die Quecksilberlampe erhält als Kathode einen Quecksilberring, in welchem sich das im oberen Kühlraum kondensierte Quecksilber sammelt; konzentrisch zu dem Ring innerhalb desselben liegt die Quecksilberanode. Der Lichtbogen ist also sehr kurz, dadurch sein Widerstand und die Wärmeentwicklung gering.

(E. T. Z. Heft 43, 1913.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Prüfung von Meßtransformatoren. H. B. Brooks. Zur Prüfung des Übersetzungsverhältnisses und der Phasenverschiebung von Meßtransformatoren wird folgende Methode empfohlen: Der zu prüfende Transformator *T* wird mit einem als Einheitsmaß dienenden Transformator T_0 primär an das Netz und sekundär in Gegen-

Digitized by Google

schaltung an ein Wattmeter W angeschlossen, das jede Verschiedenheit des Übersetzungsverhältnisses oder der Phasenverschiebung, bezw. der Sekundärspannung anzeigt. Die Nebenschlußwicklung des Wattmeters wird hiebei als Voltmeter benutzt und der zur Erregung der Hauptstromspule erforderliche Strom über einen Lampenwiderstand und ein Amperemeter von der Sekundären eines Hilfstransformators T_2 entnommen, der an die gleiche Phase wie T_0 und T_1 angeschlossen ist. Die Stromstärke wird dabei konstant auf 5 A erhalten. Ist beispielsweise das Wattmeter für 5 A, 150 V bemessen (mit 150 Skalenteilen), so gibt jedes Watt 1 V im Nebenschlußkreise (1 Teilstrich) an; mithin ist die Spannungsdifferenz zwischen den beiden Sekundären der Zahl der Teilstriche auf der Skala gleich. Die Genauigkeit der Ablesung hängt naturgemäß vom Meßbereich des Wattmeters ab.

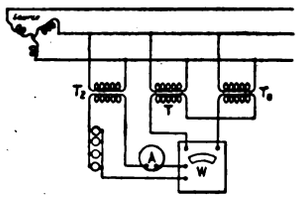


Fig. 3.

Die Phasendifferenz kann gemessen werden, indem man die Wattmeter-Hauptstromspule und die Lampenbelastung mit der anderen Phase verbindet, wobei das Übersetzungsverhältnis gleich sein muß. Die Spannung an der Wattmeterspule ist dann ein Maß für die Phasendifferenz φ zwischen den Sekundärspannungen der beiden Transformatoren; der sin φ wird erhalten durch das Verhältnis der am Wattmeter abgelesenen Volt zur Sekundärspannung des Transformators. Wird die Belastung des Transformators erhöht und zeigt dann das Wattmeter eine höhere Ablesung, so ist dies ein Beweis dafür, daß die Phase des zu untersuchenden Transformators hinter jener des als Normalmaß dienenden zurückbleibt. Die Überprüfung ergab eine Genauigkeit von 0·02 bis 0·08% bei drei verschiedenen sekundären Belastungen. (El. World 1. 11. 1913.)

Leitungen.

Über die Ausbreitung der Spannung und des Stromes beim Einschalten eines Kabels an eine Wechselstromquelle*). M. Siegbahn. Wenn die Spannungsverteilung auf einem Kabel in einem gegebenen Zeitpunkt analytisch durch einen Ausdruck $V = V_0 . c^{-\beta x} . e^{-\alpha x i}$ bestimmt ist, so ist die zugehörige geometrische Darstellung ein Vektor, dessen absoluter Betrag gleich $V_0 . e^{-\beta x}$ ist, der also mit zunehmenden Werten von x nach einer „e^{-t}-Kurve abnimmt, und dessen Richtung, die durch $e^{-\alpha x i}$ dargestellt wird, mit zunehmenden Werten von x eine kontinuierliche Drehung um den Winkel $\alpha . x$ erfährt. Trägt man daher in jedem Punkte x des Kabels einen radius vector senkrecht auf die Kabelachse auf, von der Länge $V_0 e^{-\beta x}$, und gibt ihm eine Drehung um den Winkel $-\alpha x$ von einer festen Anfangslage aus, so bilden die Endpunkte dieser Vektoren eine Spirallinie um die x-Achse als Bild der Spannungsverteilung. Wird diese Raumkurve auf eine Ebene projiziert, senkrecht zur Längsachse des Kabels, so erhält man das Spiralendiagramm, projiziert man hingegen auf eine durch die Längsachse des Kabels gehende Ebene, so erhält man die Momentanwerte der Spannung längs des Kabels. Beim Drehen der Kurve um die Längsachse gibt diese Projektion den Spannungsverlauf zu verschiedenen Zeitpunkten.

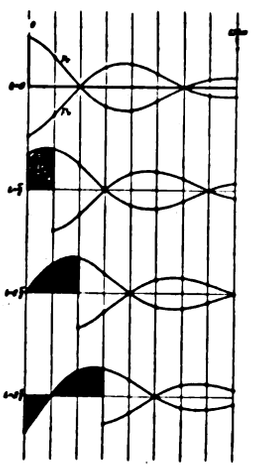


Fig. 4.

Die Fortpflanzung der Spannung beim Einschalten des Generators auf ein unendlich langes Kabel läßt sich dann darstellen durch die Übereinanderlagerung zweier Raumkurven, die mit bestimmter Geschwindigkeit um die Kabelachse gedreht werden. Von diesen beiden Kurven stellt die eine jene Spannungsverteilung dar, welche dem stationären Zustand entspricht, der sich nach der Einschaltung ausbildet, und die zweite stellt jene fortschreitende Welle dar, die der stationären Spannungsverteilung überlagert gedacht werden muß, um den Anfangsbedingungen im Einschaltemoment zu genügen. Wird das Kabel im Moment maximaler Spannung angelegt, so ergibt sich das Bild nach Fig. 4. Für $t = 0$ heben sich die beiden Wellen, von denen p_e die Spannungsverteilung im stationären Zustand und p_v die überlagerte Welle darstellt, auf. Die allmähliche Ausbreitung der Spannung längs des Kabels wird durch den schraffierten Teil gewissermaßen als Resultierende der beiden Wellenzüge dargestellt. Ähnliche Figuren ergeben sich für den Fall des Einschaltens eines offenen Kabels von endlicher Länge.

(Archiv für Elektotrechnik 1913, 2. Band, Heft 4.)

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 857.

Elektrische Beleuchtung.

Elektrische Zugsbeleuchtung in England. Bei dem letzten großen Eisenbahnzusammenstoß in Aisgill (2. September 1913), bei welchem 16 Personen getötet und 38 verletzt wurden, ist ein Teil der Unglücksfälle wiederum auf den durch Gasausströmung verursachten Brand zurückzuführen. Der „Board of Trade" veröffentlichte bei diesem Anlasse eine Statistik der Zugsbeleuchtung und Unglücksfälle auf englischen Eisenbahnen, aus welcher zu ersehen ist, daß in den letzten drei Jahren die Zahl der mit Gas beleuchteten Wagen bei 16 Bahnunternehmungen von 41.474 auf 40.536 gesunken ist, während jene der elektrisch beleuchteten von 10.808 auf 11.906 stieg und gegenwärtig schon 22% aller Eisenbahnfahrzeuge umfaßt.

Die Verteilung zeigt folgende Tabelle:

	Zahl der mit Gas beleuchteten Eisenbahnwagen		Zahl der elektrisch beleuchteten Eisenbahnwagen		Andere Leuchtmittel (Öl, Petroleum usw.)	
Betriebsjahr . . .	1910	1913	1910	1913	1910	1913
Gesamtzahl . . .	41.474	40.536	10.808	11.906	2555	1840
In Prozenten der Gesamtzahl . .	76	74.7	19·8	21·9	4·1	3·4

Bei 13 Eisenbahnunglücksfällen von 1898 bis 1913 kam es in 8 Fällen zu Bränden, welche durch Gasausströmung verursacht wurden; es wird daher die Anwendung der elektrischen Zugsbeleuchtung im Berichte an den „Board of Trade" empfohlen. (The Electr., 28. 11. 1913.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Modernisierung der Elemente zur Stromabnahme bei elektrischen Bahnen. v. Moellendorf bespricht die bei der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft normalisierten Einrichtungen von elektrischen Bahnen. Für den Schleifbügel wird eine Legierung des handelsüblichen Aluminiums von 98 bis 99% Reingehalt mit 0 bis 6% Kupferzusatz gewählt; diese hat sich als die härteste bewährt und hat die Eigenschaft, die Oberfläche am längsten blank zu halten. Für das Profil des Bügels sind 85 Querschnitte üblich. Der Verfasser vereinigt sie in neun Haupttypen, davon drei für Vollbahnen und sechs für Straßenbahnen. Länge und Gestalt der Bügel zu normalisieren, erscheint unmöglich. Für den Fahrdraht wird von den deutschen Staatsbahnverwaltungen Kupfer von 38 kg pro mm^2 Zerreißfestigkeit bis 80 mm^2, von 36 kg pro mm^2 für größere Querschnitte, dabei Material von 97% Leitfähigkeit verlangt. Empfehlenswerter ist die Festsetzung: 1·75 Mikrohm × cm bei 15° C für kaltgerecktes Kupfer. Normale Querschnitte zeigt Fig. 5. Die Größe ist 50, 65, 80, 100, 120 mm^2. Bis 100 mm^2 Querschnitt verwendet man 400 m lange eingelötete Drahtstücke, bei gewissen Querschnitten ist das ungelötete Drahtgewicht 350 kg. In Amerika verwendet man den „Phono-Electric-Draht", Runddraht aus Zinnbronze von 50 bis 100 mm^2, 50 bis 60 kg pro mm^2 und 4·2 bis 4·3 Mikrohm × cm bei 25° C. „Kupferpanzer-Stahldraht" hat bei 25 bis 50 mm^2 Kreisquerschnitt 50 bis 60 kg pro mm^2 und 6 bis 6·5 Mikrohm × cm bei 15° C spezifischem Widerstand; dieser Draht ist aber, wenn der Stahlkern an einer Stelle blos liegt, durch Korrosion gefährdet. Aussichtsreicher erscheint es, den Draht aus Kupfer zu machen und eine Lauffläche aus Bronze anzubringen (Fig. 6), welche 150 bis 200 kg pro mm^2 Härte hat und mit Weich- oder Hartkupferbügel von 60 bis 80 kg pro mm^2 befahren werden kann. Werden Stromabnehmerrollen verwendet, so empfiehlt sich der Ersatz der Gußrollen durch solche, die durch ein Formpreßverfahren erzeugt werden. Solche „Preßrollen" haben eine Lebensdauer von über 20.000 km, also eine doppelt so große als die Gußrollen. (E. T. Z. Heft 48, 1913.)

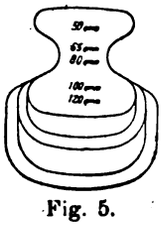


Fig. 5.

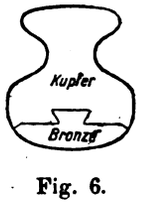


Fig. 6.

Digitized by Google

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Der Audion-Empfänger und Wellenverstärker von Lee de Forest*). Die verbesserte Ausführungsform dieses im Jahre 1906 patentierten Empfängers ist in Fig. 7 dargestellt. Parallel zur Fläche einer Niederspannungs-Tantalfadenlampe F ist eine Nickelplatte W innerhalb der Glasbirne angeordnet; die Platte ist über ein Hörtelephon R oder anderen Empfänger mit dem + Pol einer Batterie B verbunden, deren —Pol an den Sockel der Lampe angeschlossen ist, welche von der Batterie A gespeist wird. Bei der neuen Type wird zwischen Faden und Platte eine dritte Elektrode G in Form eines Drahtgitters oder perforierten Platte angeordnet, in etwa 1·5 *mm* Abstand von beiden. Ein Ende dieser „Gitterelektrode" wird mit dem Sekundärkreis L S des hochfrequenten Schwingungskreises der drahtlosen Empfangsstation verbunden, das andere mit dem Lampensockel bei P. Die Ventilwirkung dieser Anordnung beruht auf der Ionisierung der eingeschlossenen Gase infolge des glühenden Leuchtfadens; die Empfindlichkeit ist so groß, daß bei einer Stromstärke von 1 Milliampere eine merkliche Änderung des Widerstandes des Stromkreises der Lampe erfolgt, welcher auch von der Ladung der Gitterelektrode beeinflußt wird. Wenn die Elektrode G negativ geladen wird, ist ein deutliches Geräusch im Telephon zu hören, welches bei positiver Ladung sofort verschwindet. Bei Verwendung des Audion-Empfängers als Wellenverstärker werden die von einem Mikrophon oder anderen Empfängern aufgenommenen Impulse des Schwingungskreises durch mehrere in Kaskade geschaltete, über Transformatoren an den Schwingungskreis angeschlossene Audion-Empfänger bis zur 120fachen Amplitude verstärkt. Besonders geeignet erscheint dieser Wellenverstärker in Verbindung mit dem durch die magnetischen Impulse beeinflußten Stahldraht eines Poulsenschen „Telegraphons", behufs Verstärkung der mit diesem Apparat aufgenommenen Gespräche oder Musikstücke.

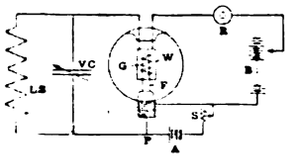


Fig. 7.

(The Electr. 21. 11. 1913.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Die elektrischen Bedingungen beim Übergange von Bogen- zum Funkenspektrum hat Paul Ludewig, Freiberg, untersucht und ist zu folgenden Ergebnissen gelangt. Das Auftreten des Funkenspektrums ist nicht an das Vorhandensein hoher Spannungen geknüpft, noch auch durch das Bestehen elektrischer Schwingungen bedingt. Ein Funkenspektrum tritt dann auf, wenn die Stromkurve aus plötzlichen Stromstößen mit dazwischen liegenden, hinreichend langen Pausen besteht, wobei die Dauer der Stromstöße kleiner als 10^{-4} Sekunden sein muß. Zwischen dem Funkenspektrum und dem Lichtbogenspektrum bestehen eine kontinuierliche Reihe von Übergängen; durch Verlängerung der Dauer der Stromstöße tritt eine allmähliche Annäherung an das Bogenspektrum ein. Daraus folgt, daß das Funken- und Bogenspektrum nur insofern eine besondere Stellung in dieser Skala einnehmen, als sie die bisher bekannten Endglieder dieser Kette bilden. Geeignete Versuchsbedingungen könnten möglicherweise eine Verlängerung der Skala bewirken. Die Versuche machen es wahrscheinlich, daß im Funken eine höhere Temperatur herrscht, als im Bogen, woraus die Verschiedenheit der Spektren folgt. Bei den kurzen Stromstößen des Funkens beteiligt sich nur ein relativ kleines Luftvolumen an der Elektrizitätsleitung, wodurch die Erwärmung des einzelnen Volumenteilchens eine größere ist als beim Bogen, der einen relativ größeren Querschnitt einnimmt. Die Entscheidung, ob die Verschiedenheit des Spektralcharakters auf rein elektrischer Erregung oder auf Temperaturwirkung beruht, werden erst weitere Versuche bringen können.

(Ann. d. Phys. Nr. 13, 1913.)

Messungen im elektromagnetischen Spektrum des Wassers mit wenig gedämpften, durch Stoßerregung hervorgebrachten Schwingungen von 65 bis 20 *cm* Wellenlänge. H. Rukop, Greifswald. Über die Frage des elektromagnetischen Spektrums des Wassers existieren eine große Anzahl von Arbeiten. Der Umstand, daß der Brechungsexponent von dem sehr hohen, bei langen Wellen konstatierten Werte zu dem niedrigen Werte bei den sichtbaren Wellenlängen herabsinkt, deutet auf einen besonders interessanten Verlauf im Bereiche dieses Abfalles; ebenso wäre nach dem einfachen Aufbau des Wassermoleküles ein gut definiertes, theoretisch leicht erfaßbares Spektrum im Gebiete langer Wellen zu erwarten. Es besteht jedoch schon im Umkreis der leicht herstellbaren Schwingungen eine große Verwirrungen und man war noch nicht imstande, den Wert der Dielektrizitätskonstante für kurze elektrische Wellen an den für unendlich lange Wellen mit guter Übereinstimmung festgestellten Wert anzuschließen. Ein vollständiges Chaos herrscht aber im Bereich der Wellenlängen von 100 *cm* abwärts. Neben Untersuchungen, die einen beinahe konstanten Brechungsexponenten (9) bis zu Wellen von wenigen Millimetern ergeben, stehen solche, die schon bei mehreren Zentimetern ein starkes Fallen feststellten. Auch Andeutungen anomaler Dispersion und Absorption finden sich, insbesondere solche sehr eigenartiger Natur in der Arbeit von Colley, die durch ihre Ausdehnung und die angegebene Genauigkeit bemerkenswert ist. Im ganzen ergäbe die experimentelle Sachlage ein Spektrum von unmöglicher Kompliziertheit. Rukop hat, um die Frage zu klären, neue Versuche mit besonders geeigneten Oszillatoren ausgeführt. Es gelang ihm, Stoßerregungsanordnungen für sehr kurze Wellen zu bauen, deren Schwingungszahlenbereich sich etwa über zwei Oktaven erstreckt, innerhalb welchen Bereiches jede Wellänge durch eine einfache Abstimmungsmanipulation herstellbar ist. Die mit diesen Anordnungen erhaltenen Schwingungen sind fast monochromatisch und sehr wenig gedämpft. Bei 20 *cm* Wellenlänge wurde ein Dekrement von 0·04, bei 40 *cm* ein solches von 0·0197 inklusive Resonator erreicht. Die Oszillatoren gestatten, den elektrischen Brechungsindex des Wassers auf 1·5‰ genau zu ermitteln. Die komplizierten Dispersionserscheinungen, die Colley angibt, konnten nicht bestätigt werden. Es ist anzunehmen, daß sie durch eine Überschätzung der Genauigkeit vorgetäuscht wurden. Immerhin zeigt das Wasser im beobachteten Gebiete deutliche Streifen anomaler Dispersion. Die Dispersionskurve im Bereiche von $\lambda = 65\,cm$ bis $\lambda = 20\,cm$ ist eine ziemlich komplizierte. Einige zusammengehörige Wertepaare von λ und n sollen hier angegeben werden, um das starke Schwanken und schließliche rasche Absinken von n zu zeigen:

λ	64	54	48	44	42	40	36	34	32	30	21
n	8·99	9·05	8·98	9·02	9·01	9·02	8·95	9·01	8·99	9·01	8·82

(Ann. d. Phys. Nr. 13, 1913.)

Die elektrische Erregbarkeit von feuergefährlichen Flüssigkeiten. Die Tatsache, daß Flüssigkeiten, wie Benzin, Petroleum, Benzol, Tetrachlorkohlenstoff, Äthyläther, Schwefelkohlenstoff usw. elektrisch erregt werden, hat bereits im Jahre 1907 die Deutsche Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie zur Aufstellung obligatorischer Verhaltungsmaßregeln beim Umfüllen von Benzin usw. veranlaßt. Es sind danach 1. sämtliche Metallteile wie Trichter, Röhren, Gefäße zu erden und 2. in Sonderfällen Trichter aus Glas, Porzellan oder Steingut ungeerdet zu verwenden. Richter (Chem. Ind. 1912, Nr. 24) findet diese Vorschriften für durchaus zweckentsprechend, betont aber, daß es ein Irrtum wäre, die Funkenbildung der Benzinelektrizität zuzuschreiben. Nicht die negative Benzinelektrizität, sondern die positive Woll- oder Metallelektrizität ist die Ursache der zu Hunderten beobachteten Benzinbrände. Zur Entflammung des Benzins sind etwa 1800 bis 2000 *V* nötig. Schließlich findet Richter (siehe auch Chem. Ind. 1911, 733), daß das Benzin und auch andere elektrisch erregbare Flüssigkeiten nicht fähig sind, Volumenladung anzunehmen, so daß sie zu den Isolatoren nicht gezählt werden können. Die Ansicht, daß Kohlenwasserstoffe und ihre Halogen- und Zyanabkömmlinge (im Gegensatz zu Alkoholen, Phenolen, Ketonen, Säuren, Aldehyden u. a.) als Isolatoren benutzt werden können, läßt sich nicht mehr aufrechterhalten, vielmehr hat sich gezeigt, daß im allgemeinen überhaupt keine Flüssigkeit isolierend wirkt, sondern daß sogar feste Isolatoren (Paraffin), wenn man sie verflüssigt, leitend werden.

Nach Dolezalek (Chem. Ind. 1913, Nr. 2) ist hingegen die Isolierfähigkeit des Benzols fast so groß wie diejenige der meisten Glassorten. Es können sich daher auch bei abgeleitetem metallenem Behälter beträchtliche Ladungen auf der Benzoloberfläche ansammeln. Der Äther leitet etwa tausendfach besser als Benzol und liegt daher bei nicht isoliertem Gefäß eine Zündungsgefahr für Äther nicht vor. Beim Hindurchleiten durch Rohrleitungen ladet sich das Rohbenzol gegen Kupfer, Eisen, Aluminium negativ, gegen Messing und Blei hingegen positiv auf. Die stärkste Elektrisierung entsteht in Eisenrohren. Die Tatsache, daß Rohbenzol gegen Kupfer negativ, gegen Messing dagegen positiv elektrisch wird, gibt die Möglichkeit, ein Messing herzustellen, welches mit Rohbenzol keine elektrische Erregung aufweist. Wichtige Feststellungen sind beim Verstäuben von Benzol, bezw. Äther gemacht worden: Benzol nimmt beim Verstäuben nur geringe elektrische Ladung auf, während das Verstäuben von wenigen Gramm Äther genügt, um Potentiale von mehreren tausend Volt zu erzeugen. Ein derartiges Zerstäuben muß also beim Äther unbedingt vermieden werden. Zur Zündung eines explosiblen Gasgemisches sind meist 500 bis 1000 *V* nötig. Strömungsgeschwindigkeiten in Rohrleitungen, welche Potentiale bis etwa 500 *V* erzeugen, können daher unbedenklich verwendet werden.

(Bayer. Ind. u. Gewerbeblatt Heft 38, 1913.)

*) Vergl. E. u. M. 1907, Seite 100.

Digitized by Google

Strahlungslehre.

Okkludierte Gase in Geißler-Röhren. Robert W. Lawson, Armstrong-College, New-Castle-on-Tyne. W. Ramsay, Collie und Patterson haben in einer Mitteilung an die Chemical Society über Versuche berichtet, die nach ihrer Meinung die so wichtige und folgenschwere Theorie von der Transmutation der Elemente in hohem Maße zu stützen vermögen. Es werde beim Durchgange elektrischer Entladungen durch Wasserstoff unter niedrigem Druck Helium erzeugt und ebenso lasse sich Neon aus Helium und Sauerstoff synthetisch erzeugen. Ähnliche Ansichten hat vor einigen Jahren v. Hirsch geäußert und angenommen, daß er bei Versuchen mit Entladungsröhren unabhängig von der Natur des ursprünglich im Rohre vorhandenen Gases Helium erhalten habe. Indessen haben spätere Untersuchungen gezeigt, daß das erhaltene Gas kein Helium war. Auch Soddy hat unter ähnlichen Bedingungen Helium und Neon erhalten, er gibt jedoch bereits der Vermutung Ausdruck, daß es sich hier um okkludierte Gasreste aus dem Elektrodenmetall handle, die von früheren Versuchen mit den betreffenden Gasen herrühren. J. J. Thomson schreibt denn auch die Resultate von Ramsay, Collie und Patterson einer Okklusionswirkung zu und beschreibt Versuche, bei denen ebenfalls Helium und Neon auftraten, die jedoch zweifellos aus Okklusionen in den Elektroden stammten. Lawson hat an einer Reihe von Geißler-Röhren neuerliche Versuche durchgeführt, die ebenfalls für die Erklärungsweise durch Okklusion sprechen. Einige dieser Röhren wurden, um jede Spur einer Okklusion auszutreiben, durch mehrere Monate hindurch häufig in Betrieb gesetzt, die übrigen unbenutzt gelassen. Als dann die eigentlichen Versuche durchgeführt wurden, zeigte sich, trotzdem stets und in allen Fällen Wasserstoff in kleinen Mengen vorhanden war, bei den gebrauchten Röhren keine Spur von Helium oder Neon, wohl aber traten diese Gase in den ungebrauchten Röhren auf. Eine Erzeugung dieser Gase aus dem Wasserstoff durch die Entladung erscheint sonach sehr unwahrscheinlich. Aber auch eine Synthese des Neons aus dem Helium und Sauerstoff ist nicht wahrscheinlich, denn Helium zeigte sich auch nach Austreibung alles Neons und Sauerstoff wurde erst nach stundenlangem Betrieb der Röhren beobachtet. Umgekehrt ist es nach dem relativ reichlichen Auftreten des Sauerstoffes ausgeschlossen, daß dieser aus dem Zerfall von Neon in Helium und Sauerstoff stammen könnte.

(Phys. Zeitschr. Nr. 19, 1913.)

Unfälle.

Statistik über Unfälle auf deutschen Straßenbahnen 1912. H. Alertz. Nach der vom Verein Deutscher Straßen- und Kleinbahnverwaltungen herausgegebenen Statistik wurden bei 143 Bahnen (von 173) im ganzen 239 Personen getötet (hievon 25 Fahrgäste und 214 Passanten) und 1128 Personen schwer verletzt; von letzteren entfallen 542 auf Fahrgäste und 586 auf Passanten. Es kommen auf je 100 Millionen Fahrgäste ein getöteter und 20 schwer verletzte. Von den 25 Fahrgästen verunglückten 24 durch eigene Schuld beim Ein- und Aussteigen. Von den 542 Schwerverletzten entfallen 124 auf Zusammenstöße, Entgleisungen oder zu schnelles Bremsen und Fahren. Der weitaus größte Teil der Unfälle ergibt sich sonach auch hier aus eigenem Verschulden (Auf- und Abspringen während der Fahrt). Auch von den 800 Passanten verunglückten 767 oder 95% durch eigene Unachtsamkeit. Von allen Straßenbahnverunfallten entfallen 41·5% auf Fahrgäste und 58.5% auf Passanten; es kommen ferner auf 602.524 Motorwagenkilometer und je 1·445 Millionen Anhängewagenkilometer je ein Unfall.

(E. K. B. Heft 33, 1913.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Dampfmaschinen.

Die Zwillingsdampfmaschine des Pierre Smal in Brüssel mit für beide Zylinder gemeinsamen Einlaß- und Auslaßöffnungen unterscheidet sich von bekannten Maschinen dieser Art dadurch, daß die Dampfeinlaßöffnungen an dem einen Zylinder angeordnet sind, wogegen der Auslaß durch in der Mitte des anderen Zylinders angeordnete Auslaßschlitze erfolgt, die von einem Abschlußorgan beherrscht werden. (Br. P. Nr. 22.022, A. D. 1911.)

Die doppeltwirkende Kraftmaschine für den Betrieb mit Dampf, gasförmigen und flüssigen Brennstoffen des Emil Schönau in Kranichfeld a. Ilm weist zwei gegenläufige Plungerkolben auf, von denen der äußere mit dem umschließenden Zylinder den einen Arbeitsraum und beide Kolben zwischen einander einen zweiten Arbeitsraum abgrenzen. Dies hat zur Folge, daß Kolbenstangen und Stopfbüchsen geschont werden. (D. R. P. Nr. 261.691.)

Bei der Verbundmaschine ohne Aufnehmer des Hugo Lentz in Grunewald b. Berlin sind zwischen dem Hoch- und Niederdruckzylinder bei möglichst kleinem schädlichen Raum einsitzige Ventile angeordnet und in Verbindung damit die Auslaßkanäle im Niederdruckzylinder derart in bezug auf die Lauffläche des Kolbens vorgesehen, daß sie kurz vor dem Hubende durch Überschleifen des Kolbens verdeckt werden. Hiedurch wird eine rasch ansteigende Verdichtung erzwungen, die ohne besondere Mittel so hoch getrieben werden kann, daß zwischen Hoch- und Niederdruckzylinder kein Druckabfall mehr stattfindet. Eine Mehrleistung der Maschine ergibt sich auch daraus, daß auch die Kompression im Niederdruckzylinder nicht so früh einsetzen muß, um den im Niederdruckzylinder verbleibenden Dampf bis auf die Eintrittsspannung zu verdichten. (Ö. P. Nr. 62.048.)

Die Gleichstromdampfmaschine der Maschinenbau-Anstalt Humboldt in Cöln-Kalk besitzt einen an den Stirnflächen hohl ausgebildeten Kolben, dessen Mantel mit Auslaßöffnungen versehen ist. Die geheizten Hohldeckel ragen in das Zylinderinnere hinein, um die nutzbare Heizfläche nach Möglichkeit zu vergrößern, die übrige, Wärme abgebende Oberfläche der Deckel aber zu verkleinern. (Br. P. Nr. 4596, A. D. 1912.)

Die deutsche Maschinenfabrik A.-G. in Duisburg versieht zur Heizung der Kolben von Gleichstromdampfmaschinen die Stirnflächen des Kolbens mit Hohlräumen, die sich selbsttätig mit Frischdampf anfüllen, und zwischen denen sich ein unbeheizter Hohlraum befindet. Hiedurch kommen die Wärmeverluste in Wegfall, die der Kolbenmantel bei Heizung des ganzen Kolbens an den Auspuffdampf abgeben würde. (D. R. P. Nr. 257.676.)

Die Erfindung des Hugo Lentz in Mannheim betrifft eine Gleichstromdampfmaschine, bei der besondere zwangläufig gesteuerte, bei normalem Gleichstrombetrieb ausrückbare Hilfsauspuff-Abschlußorgane vorgesehen sind, um die Maschine auch im Wechselstrom arbeiten lassen zu können. Erfindungsgemäß sind die Abschlußorgane für den Hilfsauspuff so als federbelastete Ventile ausgebildet, daß sie gleichzeitig als Sicherheitsventile dienen können. Hiedurch wird die Gefahr eines Wasserschlages gänzlich beseitigt, indem bei allfälligem Versagen der Kondensation der über die Anfangsspannung steigende Kompressionsdruck aus dem Zylinder so lange in den Auspuff entweichen kann, bis von dem Maschinenwärter die Verstellung der Steuerdaumen für den Auspuffbetrieb (Wechselstrombetrieb) vorgenommen ist. (D. R. P. Nr. 261.817.)

Hugo Lentz in Berlin-Halensee verbessert die Gleichstromdampfmaschine mit vom Arbeitskolben und einem hintergeschalteten Organ gesteuerten Auslaßschlitzen (Fig. 1), bei der das Auslaßorgan zugleich mit der Einlaßsteuerung angetrieben wird, da-

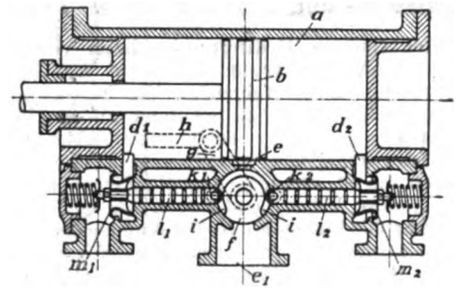


Fig. 1.

durch, daß er das hintergeschaltete Auslaßorgan als ein- oder mehrteiliger Drehschieber *f* ausbildet, an dem die Kurvenbahnen *i* zur Steuerung des Einlasses durch Einschnitte oder durch besondere Einsatzstücke gebildet werden. Das ganze Steuerungsgetriebe der Maschine gestaltet sich dadurch außerordentlich einfach, da dadurch ein besonderer Einlaßmechanismus ganz in Wegfall kommt. Diese Maschine kann auch für Heißdampf verwendet werden, da der Schieber in bekannter Weise gegen die höhere Temperatur des eintretenden Dampfes geschützt ist. (D. R. P. Nr. 261.690.)

Die Gleichstromdampfmaschine des Rodolphe Landolt in Nancy (Frankreich) unterscheidet sich von den bekannten Maschinen dieser Art dadurch, daß beide Zylinderseiten mit je einer Reihe von Auslaßschlitzen versehen sind, zu dem Zwecke, die eine Seite des Zylinders mit einem Kondensator, die andere mit einer den Abdampf dieser Seite ausnutzenden Vorrichtung, zum Beispiel einer Heiz- oder einer Trockenvorrichtung verbinden zu können. Der Kolben ist auf der Gegendruckseite mit einer Aussparung versehen, um bei gleicher Ausbildung der Zylinderdeckel auf beiden Zylinderseiten den auf der Gegendruckseite erforderlichen größeren, schädlichen Raum zu erlangen. (Schweiz. P. Nr. 56.917.)

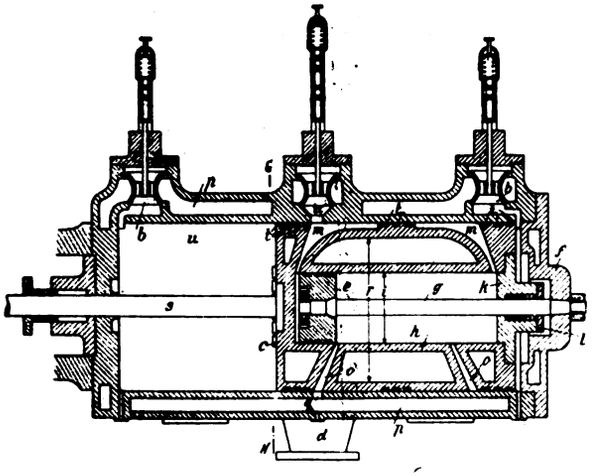
Die Erfindung des Gustav Funke jun. und des Paul Funke in Nimburg a. Saale (Fig. 2) bezieht sich auf eine doppeltwirkende Gleichstromdampfmaschine mit Auslaßschlitzen, die von einem langen hin und her gehenden Arbeitskolben *h* gesteuert werden. Das Neue der Erfindung besteht darin, daß der hin und her gehende Kolben *h* als Arbeitszylinder für einen stillstehenden kleineren doppeltwirkenden Kolben *e* ausgebildet ist. Da der größere Kolben den Niederdruckkolben und den Hochdruckzylinder darstellt, wird bei Benutzung als Verbundmaschine eine einzige Maschineneinheit geschaffen, und zwar eine solche, die bei geringer Vergrößerung des Niederdruckzylinders der bisherigen Gleichstrom-Verbundmaschinen die Leistung des ganzen Aggregates hergibt. Der Dampfeinlaß zum kleineren Zylinder wird durch den beweglichen Arbeitskolben *h* und ein einziges vorgeschaltetes Einlaßorgan *a* gesteuert. Zur Steuerung der neuen Maschine sind nur drei Ventile nötig, von denen das eine (mittlere) beide Hochdruckkolbenseiten steuert. Die Anzahl der Stopfbüchsen

Digitized by Google

ist auf zwei verringert und die örtliche Zusammenziehung der Organe erübrigt vollends die Anordnung einer Zwischenführung ebenso wie die einer Zwischenrohrleitung, die, ihrer Bestimmung gemäß als Aufnehmer zu dienen, von erheblichem Querschnitte sein muß.

(D. R. P. Nr. 266.523.)

Fig. 2.



Von Johann Stumpf in Berlin stammt eine Vorrichtung zur Entnahme von Dampf aus dem Zylinder von Gleichstromdampfmaschinen mit vom Kolben gesteuerten Auslaßschlitzen während der Kompression. Diese Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Dampfentnahme durch die hohle Kolbenstange erfolgt und durch einen im Kolben angeordneten Auslaßschieber gesteuert wird, welcher den Beginn der zweiten Kompression festlegt, während der Beginn der Überströmung des abzuzapfenden Dampfes durch ein selbsttätiges, innerhalb des Auslaßschiebers gelagertes Ventil erfolgt.

(D. R. P. Nr. 264.656.)

Bei der Regelungsvorrichtung für Mehrfachexpansions-Dampfmaschinen mit Zwischendampfentnahme der Maschinenfabrik Thyssen & Co. A.-G. in Mühlheim, Ruhr, bei der der Druck im Aufnehmer durch Druckregelung des Hochdruckauslasses unveränderlich gehalten wird, beeinflußt der Geschwindigkeitsregler bei zunehmender Geschwindigkeit die Füllung des Zylinders niederer Pressung und die des Zylinders höherer Pressung nacheinander. Hiedurch wird verhindert, daß die Maschine bei plötzlicher Entlastung durchgehen kann. (D. R. P. Nr. 259.860.)

Eine andere Regelungsvorrichtung für Verbunddampfmaschinen mit Dampfentnahme aus dem Aufnehmer, bei welchen ein vom Aufnehmerdampf beeinflußter Druckregler auf das Ein- und Auslaßorgan des Hochdruckzylinders so einwirkt, daß eine Verlegung des Verdichtungsbeginnes unter gleichzeitiger, das Entstehen unzulässiger Verdichtungsdrücke verhindernder Früherlegung des Voreinlasses bewirkt wird, stammt von Alfred Aicher in Mühlheim, Ruhr. Der Erfinder läßt diese Früherlegung durch Verdrehung des den Einlaß und Auslaß gemeinsam steuernden Exzenters durch den Druckregler oder von Hand aus erfolgen. (D. R. P. Nr. 262.966.)

Diese Erfindung wird vom selben Erfinder dadurch verbessert, daß auf dem mit der Auslaßexzenterscheibe verbundenen Grundexzenter ein das Einlaßorgan steuerndes Verdrehexzenter angeordnet wird, das von einem Achsenregler verstellt wird. (D. R. P. Nr. 265.302.)

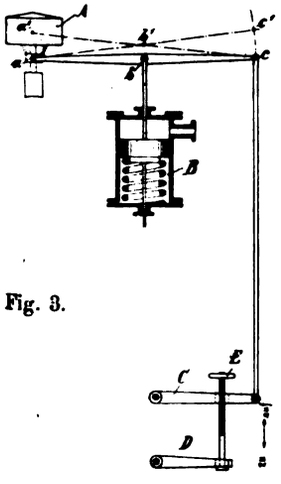


Fig. 3.

Gemäß der Erfindung der Gebrüder Sulzer in Winterthur, Schweiz, und Ludwigshafen a. Rh. und des Franz Sonnleithner in Stuttgart wird bei einer Regelungsvorrichtung für Zwillings-Dampfmaschinen mit Heizdampfentnahme das Einlaßorgan für das Kraftmittel des Heizdampf abgebenden Zylinders durch einen Fliehkraftregler und das Einlaßorgan des mit Auspuff oder Kondensation arbeitenden Zylinders durch einen von den Kochgefäßen oder der Zuleitung zu den Kochgefäßen aus beeinflußten Regler geregelt. (D. R. P. Nr. 259.827.)

Die Elsässische Maschinenbau-Gesellschaft in Mühlhausen i. Els. gibt eine Regelungsvorrichtung für zwei- oder mehrstufige Dampfmaschinen oder Dampfturbinen mit Heizdampfentnahme aus dem Zwischenbehälter an, bei welchen die gekuppelten Geschwindigkeitsregler für die der Dampfentnahmestelle vorangehende und für die ihr nachfolgende Druckstufe oder ein gemeinsamer Geschwindigkeitsregler den Dampfeintritt, bzw. den Füllungsgrad gleichzeitig beeinflußt. Erfindungsgemäß ist die Vorrichtung so eingerichtet, daß die Dampfeintrittsöffnung, bzw. der Füllungsgrad in der der Dampfentnahmestelle vorangehenden Druckstufe bei abnehmender Geschwindigkeit anfänglich langsam und nachher rascher zunimmt, während in der nachfolgenden Druckstufe die Eintrittsöffnung, bzw. der Füllungsgrad sich anfänglich rasch und nachher langsamer vergrößert. Der Heizdampf wird durch ein Drosselventil vom veränderlichen Aufnehmerdruck auf den annähernd konstanten Heizungsdruck hinuntergedrosselt. Bei ungenügendem Druck im Aufnehmer kann durch das gleiche oder ein anderes Drosselventil Dampf aus den Kesseln oder einer anderen höheren Druckstufe der Heizungsleitung zugeführt werden.

(D. R. P. Nr. 261.398.)

Bei der Regelungsvorrichtung für Verbund-Dampfmaschinen mit Heizdampfentnahme aus dem Aufnehmer des Dipl.-Ing. Paul H. Müller in Hannover regelt ein unter dem Aufnehmerdruck stehender Druckregler die Menge des aus dem der Heizdampfentnahmestelle folgenden Zylinder ausgeblasenen Dampfes durch Beeinflussung des Zeitpunktes des Kompressionsbeginnes. Der Kompressionsdampf wird durch ein Rückschlagventil in den Aufnehmer zurückgeführt.

(D. R. P. Nr. 263.601.)

Die Vorrichtung zur Regelung des aus dem Aufnehmer von Verbund-Dampfmaschinen mit gleichbleibendem Drehmoment zu Heizzwecken entnommenen Dampfes auf nahezu gleichbleibenden Druck des Hermann Rücklin in Mülheim, Ruhr, (Fig. 3) besitzt ein unter der gleichzeitigen Einwirkung von Fliehkraft- und Druckregler (*A* bezw. *B*) stehendes Organ, das auf die miteinander gekuppelten Einlaßsteuerungen (*C* und *D*) des Hochdruck- und des Niederdruckzylinders derart einwirkt, daß beide Steuerungen stets im gleichen Sinne verstellt werden. (D. R. P. Nr. 265.179.)

Die Regelungsvorrichtung des Edwin Neukomm in Rochdale, England, betrifft eine solche (Fig. 4) für die Kompression von

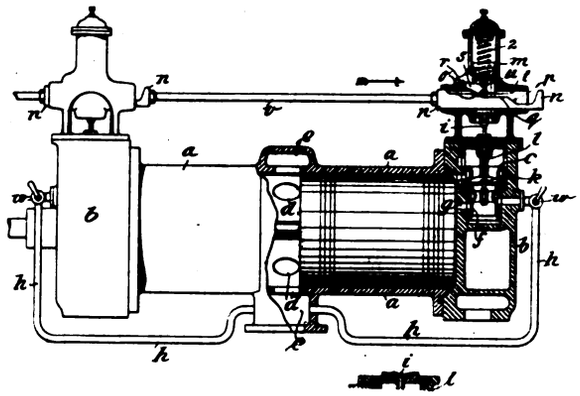


Fig. 4.

Dampf in Dampfmaschinen mit vom Arbeitskolben gesteuerten, für den Auslaß dienenden Öffnungen und dieselben umgebenden Auspuffkammern, bei der in jedem Zylinderkopfe oder Deckel je ein Hilfsauslaßorgan angeordnet ist. Die Ventilspindel *i* des Einlaßventils *c* wird von einer mit zwei steuernden Kurven *o*, *p* versehenen Schubkurvensteuerung *n* gesteuert. Erfindungsgemäß wird auch das Hilfsauslaßorgan *f* durch diese Schubkurvensteuerung bewegt.

(D. R. P. Nr. 262.280.)

Briefe an die Redaktion.

Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Das Übersetzungsverhältnis des allgemeinen Transformators mit beliebig verteilten Wicklungen.

Die Fachwelt wird sich gewiß über die Behauptung des Herrn Prof. Niethammer wundern, daß der gegenseitige Induktionskoeffizient der Transformatorwicklungssysteme „grundverschieden“ ist (Seite 1055), je nachdem die Induktion von der Primär- oder Sekundärwicklung her erfolgt. Denn bis jetzt war man ziemlich allgemein der Ansicht, daß aus dem Prinzip der Erhaltung der Energie die Identität von M_{12} und M_{21} folge. So schreibt schon Helmholtz 1847 in seiner Abhandlung „Über die Erhaltung der Kraft“ (Ostwalds Klassiker, Nr. 1, Seite 50): „Die EMKe der Leiter aufeinander sind sich also gleich, wenn die Stromintensitäten gleich sind, wie auch die Form der Leiter sein mag.“ Ähnlich Maxwell in „Elektr. u. Magn.“, Band II, § 536*b*, Seite 225: „Die Induktion eines Stromes *A* auf eine Strombahn *X* ist ebenso groß wie die Induktion des Stromes *X* auf die Strombahn *A*.“ (Vergl. auch das ganze Kap. VII, Seite 271 bis 276). Und ebenso neuere Autoren, zum Beispiel Cohn in „Elektromagn. Feld“, Seite 286, Gleichung 41 für die Energie des magnetischen Feldes der Ströme:

$$W_m = \frac{1}{2} \sum_h \sum_k p_{hk}\, i_h\, i_k, \quad p_{hk} = p_{kh}.$$

Digitized by Google

Da aber Herr Prof. Niethammer mehr dem Experimente glaubt als der schönsten Theorie, so sei ihm mit Meßdaten gedient. Ich hätte hiezu gerne seine eigenen Messungen benutzt, leider aber war seine Anordnung so, daß man das Experiment nicht umkehren konnte; ich muß daher die älteren Messungen Rogowskis (E. T. Z. 1908, Seite 5 8) nehmen, die an einem ähnlichen Transformator gemacht worden sind. Es sind Leerlaufmessungen, einmal beim Speisen der konzentrierten, dann der zerlegten Wicklung:

J_a	J_b	E_a	E_b
8	0	36·9	24·1
0	8	24·0	18 4

Bei gleichem Strom in der einen wurden also in der anderen Wicklung in beiden Fällen gleiche EMKe induziert; nach Gleichung $E_2 = \omega M J_1$ beweist dies die Gleichheit von M_{ab} und M_{ba}.

Dasselbe läßt sich auch mittels zweier Kurzschlußmessungen beweisen. Beim Kurschluß ist (unter Vernachlässigung der Widerstände):

$$\omega L_1 J_1 + \omega M J_2 = E_1$$
$$\omega M J_1 + \omega L_2 J_2 = 0$$
$$J_1 = E_1 : \omega L_1 \ (1 - M^2 : L_1 L_2)$$
$$J_2 = E_1 : \omega M \ (1 - L_1 L_2 : M^2).$$

Aus der letzten Gleichung folgt, daß, falls $M_{12} = M_{21}$ ist, dann bei gleicher Primärspannung auch die sekundären Kurzschlußströme gleich sein müssen, mag das eine oder das andere System primär gespeist werden. Das Experiment wurde an einem Drehstrommotor improvisiert, indem vom Stator nur eine Phase, vom Rotor zwei Phasen eingeschaltet wurden.

E_s	E_r	J_s	J_r
24·1	0	8·3	3·52
0	25·4	3·73	2·5
(= 0	24·1	3·54	2·37)

Es ist jetzt die Reihe an Herrn Prof. Niethammer, die „Grundverschiedenheit" des G. I. K. durch Experiment zu beweisen. Bis dahin muß ich mit der übrigen Fachwelt an der Identität desselben festhalten und, wo meine EMK-Ziffern nicht mit den Niethammerschen übereinstimmen, die letzteren für falsch erklären.

Zum übrigen Inhalt der Niethammerschen Erwiderung wiederhole ich, daß ich das Übersetzungsverhältnis der Ströme sowohl durch Gleichung 10a) ganz allgemein angegeben, als auch für Einphasenkommutatormotoren fallweise berechnet habe, und zwar aus den EMK-Ziffern.

Meine EMK-Ziffern sind freilich nicht die „üblichen" Ziffern Niethammers. Niethammer setzt (Seite 267) als EMK-Ziffer einer konzentrierten Wicklung auf sich selbst $c_{11} = 2{\cdot}22$; ich setze für diese Wicklung, als die natürlichste Vergleichsbasis für alle anderen Wicklungen, $k_1 = 1$. Das ist der ganze Unterschied zwischen mir und ihm; ist er zu noch „anderen Resultaten" gekommen, so wird ihm wohl nach dem Gesagten nichts übrig bleiben, als den Fehler bei sich selbst zu suchen.

Brünn, 9. Dezember 1913. *Sumec.*

Erwiderung:

Die obigen dogmatischen Auseinandersetzungen sind an dieser Stelle vollständig zwecklos, da wir sie in gar keiner Weise bestreiten und sie auch in gar keinem Widerspruch zu unserer Originalarbeit stehen. Das Prinzip der Erhaltung der Energie lag auch unseren Ableitungen immer zugrunde. Auf Seite 268, linke Spalte, Zeile 20 (Heft 13, E. u. M. 1913), steht deutlich der Passus: „Es sind die primären VA = den sekundären VA".

Im Originalaufsatz, dessen Ergebnisse wir selbstverständlich im vollen Umfang aufrechterhalten und der vollständig unabhängig von der Sumec'schen Arbeit entstanden ist, steht Seite 266, rechte Spalte, Zeile 20, ausdrücklich in Worten: „ . . ., das Verhältnis der Kurzschlußströme

$$k_i = \frac{\text{gegenseitiger Induktionskoeffizient}}{\text{Selbstinduktionskoeffizient der Sekundärwicklung}} \ . \ . \ ."$$

In dem Schlußpassus unserer Erwiderung muß deshalb folgerichtig im Anschluß an das Vorhergesagte, wo es sich nur um Stromverhältnisse handelt, heißen:

„Das Verhältnis $\frac{\text{gegenseitiger Induktionskoeffizient}}{\text{Selbstinduktionskoeffizient}}$ der Transformatorwicklungssysteme ist grundverschieden, je nachdem die Induktion von der Primär- oder Sekundärwicklung her erfolgt". Diese bedauerliche Unterlassungssünde in der Erwiderung erkennen wir selbstverständlich ohne weiteres an.

Brünn, den 30. Dezember 1913.

Niethammer, Dr. Siegel

Elektrotechnischer Verein Brünn.

Vorträge.

Einladung zu dem im großen Hörsaale Nr. 82/83 im Erweiterungsbau der deutschen technischen Hochschule, Jodokstraße Nr. 10 stattfindenden Vortrage über: „Drahtlose Telegraphie in leichtfaßlicher Darstellung" (unterstützt von Lichtbildern und Experimenten) des Herrn k. k. Baurates Ing. Stephan Riedel.

Der I. Teil des Vortrages: „Kurze historische Einleitung, der Fritter, die Wellenbewegung, Induktion, Selbstinduktion, Kapazität, Elektrolyse, das Ion, Polarisation, Resonanz, der Marconisender" findet am 13. Jänner 1914; der II. Teil: „Ausstrahlung der elektromagnetischen Wellen in dem Luftraum, das erste Marconisystem, der Braunsender, Kupplung elektrischer Schwingungssysteme, die Braunsche Funkenstation, das System Slaby-Arco und Telefunken, ungedämpfte Schwingungen, der Poulsensender und andere Systeme" am 27. Jänner 1914; der III. Teil: „Stoßerregung, neuestes Marconisystem, Hochfrequenzmaschinen, Tonempfang, der gesteuerte Tonsender, Hilfszündung, Vieltonsender" am 3. März 1914; der IV. Teil: „Antennen, Detektoren (Audion), Kondensatoren, Variometer, Wellenmesser, Abstimmung, Anruf, Tonverstärker, Reichweite, gerichtete, abgestimmte und Geheimtelegraphie, Bordstation, Allgemeines" am 17. März 1914 statt. Beginn jedes Vortrages präzise 7 Uhr abends.

Der Vorstand.

Vereins-Nachrichten.

Vereinsversammlungen.

Die Vereinsversammlungen werden, wenn nicht anders angegeben, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 11, I. Stock, abgehalten und wurden hiefür für die Vortragsaison 1913/14 folgende Tage festgesetzt:

21. Jänner, 4. und 18. Februar, 4. und 18. März und 1. und 15. April 1914.

Vortrag.

Mittwoch den 21. Jänner, 7 Uhr abends, Vortrag des Herrn Dr.-Ing. Walter Conrad über: „Erfahrungen beim Bau von Seilschwebebahnen" (mit Lichtbildern).

Die Vereinsleitung.

Personalnachricht.

Der Kaiser hat dem Baurat im Eisenbahnministerium Paul Dittes taxfrei den Titel und Charakter eines Oberbaurates verliehen.

Schluß der Redaktion am 6. Jänner 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 13. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Graphische Untersuchung der Brückenschaltung Ohmscher Widerstände. Von Dipl.-Ing. Richard Neumann . . . 45
Aus dem Wirtschaftsleben der elektrischen Industrie. Von Dr. Heinrich Schreiber 49
Elektrische Bahnen in den Vereinigten Staaten 56
Rundschau:
- Elektrizitätswerke, Anlagen 57
- Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 58
- Dynamomaschinen, Transformatoren 58
- Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 58
- Elektrische Apparate 58
- Telegraphie und Telephonie 59
- Funkentelegraphie und -Telephonie 59
- Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 60
- Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 60
- Strahlungslehre 60
- Wirtschaftliches 61

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
- Rotationskraftmaschinen 61

Briefe an die Redaktion 64
Vereinsnachrichten 64
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *25—40*

Graphische Untersuchung der Brückenschaltung Ohmscher Widerstände.

Von Dipl.-Ing. **Richard Neumann.**

Die rechnerische Ermittlung der Strom- und Spannungsverteilung in einer Wheatstoneschen Brücke, deren zwei Diagonalpunkte an eine gegebene Spannung angelegt sind und deren andere zwei Diagonalpunkte durch einen Widerstand verbunden sind, erfordert die Auflösung von fünf Gleichungen mit fünf Unbekannten. Die Lösung ist auch bei Verwendung von Determinanten unbequem und gestattet keinen schnellen Überblick über den Einfluß, den die Änderung eines oder mehrerer Widerstände oder der angelegten Spannung ausübt.

Das im folgenden angegebene Diagramm gibt die Möglichkeit, die sämtlichen Spannungen und Ströme ohne weiteres in dem einmal gewählten Maßstabe abzugreifen, und gestattet eine schnelle Orientierung über den Einfluß irgendwelcher Änderungen im System.

Ohmsche Widerstände lassen sich bekanntlich im Stromspannungsdiagramm auf einfache Weise darstellen, falls man von der Änderung des Widerstandswertes infolge der Temperaturänderung absieht.

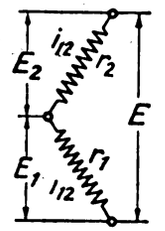


Fig. 1.

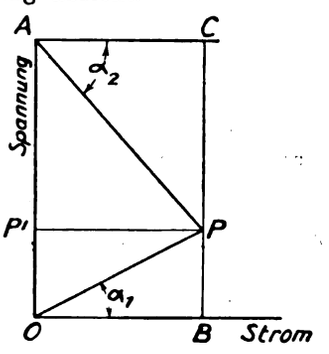


Fig. 2.

Sind die beiden Widerstände r_1 und r_2 (Fig. 1) in Reihe an eine Spanuung E gelegt so ist

$$i_{12} = \frac{E}{r_1 + r_2}; \quad E_1 = i_{12} r_1; \quad E_2 = i_{12} r_2.$$

Im Diagramm Fig. 2 ist

$$E = \overline{OA}; \quad r_1 = \operatorname{tg} \alpha_1; \; r_2 = \operatorname{tg} \alpha_2; \; E_1 = \overline{BP}; \; E_2 = \overline{PC};$$
$$i_{12} = \overline{OB} = \overline{AC} = \overline{P'P}.$$

Die Widerstände sind also dargestellt durch den Tangens des Winkels, den die den Zusammenhang von Strom und Spannung zeigende Gerade mit der Stromordinaten bezw. einer hiezu parallelen Spannungslinie bildet. Der Ohmwert läßt sich auf der Einheitslinie des Stromes, der Leitwert (reziproke Wert des Ohmwertes) auf der Einheitslinie der Spannung abgreifen.

Nebenbei sei daran erinnert, daß sich bei dieser Art der Darstellung eine einfache Konstruktion für den Widerstand verzweigter Leitungen durch Addition der Abszissen ergibt*).

Legt man parallel zu dem Widerstandspaar $r_1 r_2$ ein zweites Widerstandspaar $r_3 r_4$ an die Spannung E (Fig. 3), so erhält man die Wheatstonesche Brücke mit offenem Brückendraht. Fig. 4 zeigt das entsprechende Diagramm, mit $r_3 = \operatorname{tg} \alpha_3$ und $r_4 = \operatorname{tg} \alpha_4$. Aus diesem läßt sich die Spannung E_0 zwischen den Knotenpunkten K_{12} und K_{34} ohne weiteres abgreifen.

*) Vergl. Simon, E. T. Z. 1905, Seite 818.

Digitized by Google

Es ist

$$E_0 = E_3 - E_1 = E_2 - E_4 = \overline{P'Q'},$$

ferner

$$i_{12} = \overline{P'P} \quad i_{34} = \overline{Q'Q}.$$

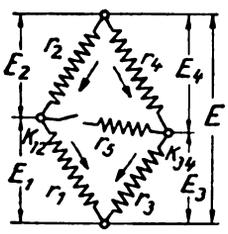


Fig. 3.

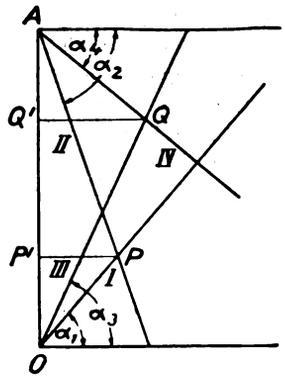


Fig. 4.

Wie ändert sich nun die Strom- und Spannungsverteilung, wenn die Knotenpunkte K_{12} und K_{34} durch einen Widerstand r_5 verbunden werden, wenn also der Brückendraht durch Schließen des Schalters belastet wird?

In dem in Fig 4 dargestellten Beispiele ist das Potential des Knotenpunktes K_{34} höher als das von K_{12}. Durch r_5 wird daher ein Strom i_5 in der Richtung von K_{34} nach K_{12} fließen. Die Stromrichtung in $r_1 r_2 r_3 r_4$ ist in Fig. 3 durch Pfeile angedeutet. Durch das Fließen des Ausgleichsstromes i_5 werden die Ströme in r_1 und r_4 wachsen, in r_2 und r_3 abnehmen. Hiebei ändern sich natürlich auch die Spannungsabfälle in den Widerständen. Im stationären Zustande müssen Ströme und Spannungen wieder ihre durch die Widerstandscharakteristiken *I*, *II*, *III*, *IV* festgelegten Verhältnisse annehmen. Es müssen also

der Endpunkt der Stromordinaten i_1 auf *I*
" " " " i_2 " *II*
" " " " i_3 " *III*
" " " " i_4 " *IV*

liegen. Die Spannungsordinaten müssen sich paarweise zur Klemmenspannung E ergänzen, nämlich es muß

$$e_1 + e_2 = e_3 + e_4 = E$$

sein. Ferner muß

$$e_3 - e_1 = e_2 - e_4 = e_5$$
$$i_1 - i_2 = i_4 - i_3 = i_5$$

und

$$\frac{e_5}{i_5} = r_5 = \operatorname{tg} \alpha_5$$

sein.

In Worten ausgedrückt handelt es sich also darum, zwei einander gleiche wagrechte Strecken (i_5) derart zwischen die Strahlen *I* und *II* einerseits und *III* und *IV* andererseits zu legen, daß ihr senkrechter Abstand (e_5) in einem gegebenen Verhältnis zu ihrer Länge (i_5) steht.

Diese Aufgabe ist leicht lösbar. Man kann zunächst Hilfsstrahlen derart legen, daß von ihnen und der Ordinatenachse begrenzte wagrechte Strecken gleich den zwischen *I* und *II* bezw. *III* und *IV* liegenden wagrechten Strecken sind. Der Hilfsstrahl für *I*, *II* muß durch P_1 und P', der für *III*, *IV* durch Q_1 und Q' gehen (vergl. Fig. 5).

Dann bleibt nur noch die Aufgabe, in ein Dreieck ($P' X Q'$) ein Rechteck mit gegebenem Seitenverhältnis $\left(\frac{e_5}{i_5}\right)$ so zu legen, daß eine Seite in die Richtung der einen Dreieckseite und die gegenüberliegenden Ecken auf die anderen Dreieckseiten fallen.

Das gegebene Seitenverhältnis sei $\frac{\overline{P'Q'}}{\overline{Q'Y}}$. Man verbindet X mit Y. Das gesuchte Rechteck ist $V S' R' W$.

Es ist nämlich

$$\frac{\overline{XV}}{\overline{XQ'}} = \frac{\overline{XS'}}{\overline{XY}} = \frac{\overline{XW}}{\overline{XP'}}$$

daher

$$W S' \parallel P' Y$$
$$\Delta W V S' \sim \Delta P' Q' Y$$

und

$$\frac{\overline{WV}}{\overline{VS'}} = \frac{\overline{P'Q'}}{\overline{Q'Y}}.$$

Das Diagramm Fig. 5 erfüllt alle oben genannten Bedingungen

Es ist hierin

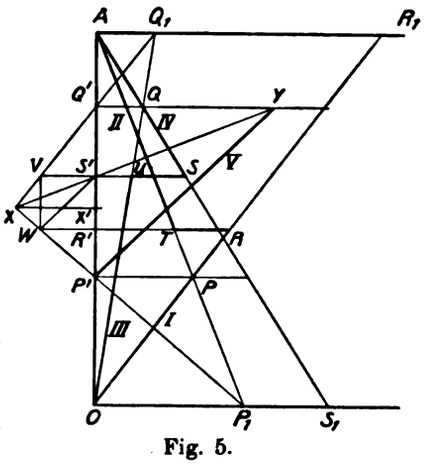


Fig. 5.

$$i_1 = \overline{R'R} \qquad e_1 = \overline{OR'}$$
$$i_2 = \overline{R'T} \qquad e_2 = \overline{R'A}$$
$$i_3 = \overline{S'U} \qquad e_3 = \overline{OS'}$$
$$i_4 = \overline{S'S} \qquad e_4 = \overline{S'A}$$
$$i_5 = \overline{US} = \overline{TR} \qquad e_5 = \overline{R'S'}$$

Es sind also sämtliche Strom- und Spannungswerte in dem Diagramm enthalten.

Es ist sofort zu übersehen, daß

$$\overline{OR'} + \overline{R'A} = \overline{OS'} + \overline{S'A} = E$$
$$\overline{OS'} - \overline{OR'} = \overline{R'A} - \overline{S'A} = \overline{R'S'}$$
$$\overline{R'R} - \overline{R'T} = \overline{TR}$$
$$\overline{S'S} - \overline{S'U} = \overline{US}$$

ist. Gelingt es, zu zeigen, daß

$$\overline{RT} = \overline{US}$$
$$\frac{\overline{R'S'}}{\overline{US}} = \operatorname{tang} \alpha_5 = r_5$$

ist, so ist damit der Beweis für die Richtigkeit des Diagrammes erbracht.

Der Beweis ergibt sich aus der Konstruktion des Diagrammes, die nunmehr ausführlicher beschrieben werde.

Ausgehend von Fig. 4 erhält man Fig. 5 auf folgende Weise:

Man bringt den Strahl *II* mit der Abszissenachse, den Strahl *I* mit der Spannungslinie $A R_1$ zum Schnitt. Die Schnittpunkte seien P_1 bezw. Q_1. Man legt je eine Gerade durch $P_1 P'$ bezw. $Q_1 Q'$ und erhält das Dreieck $P' Q' X$.

Ferner zieht man beispielsweise von P' aus den Strahl *V* derart, daß $\operatorname{tg} \alpha_5 = r_5$ ist. Der Strahl V schneide die Horizontale $Q' Q$ im Punkte Y. Verbindet man X mit Y, so erhält man auf der Ordinatenachse S' und durch den rechtwinkeligen Linienzug $S' - V - W - R'$ auch R'.

Digitized by Google

Nun ist

$$\frac{\overline{VS'}}{\overline{AQ_1}} = \frac{\overline{Q'S'}}{\overline{Q'A}} = \frac{\overline{QS}}{\overline{QA}} = \frac{\overline{US}}{\overline{AQ}},$$

also

$$\overline{US} = \overline{VS'}.$$

Ebenso

$$\frac{\overline{WR'}}{\overline{OP_1}} = \frac{\overline{P'R'}}{\overline{P'O}} = \frac{\overline{PR}}{\overline{PO}} = \frac{\overline{TR}}{\overline{OP_1}},$$

also

$$\overline{TR} = \overline{WR'}.$$

Da

$$\overline{VS'} = \overline{WR'}$$

ist auch

$$\overline{TR} = \overline{US}.$$

Ferner ist, wie bereits erwähnt,

$$\frac{\overline{XV}}{\overline{XQ'}} = \frac{\overline{XW}}{\overline{XP'}} = \frac{\overline{XS'}}{\overline{XY}}$$

also muß

$$WS' \parallel P'Y$$

und

$$\frac{\overline{R'S'}}{\overline{US}} = \frac{\overline{R'S'}}{\overline{WR'}} = \operatorname{tg}\alpha_5$$

sein.

Damit ist die Richtigkeit des Diagrammes bewiesen.

Die weiteren Figuren zeigen den Einfluß verschiedener Änderungen im System.

Zunächst ist schon aus Fig. 5 zu ersehen, wie sich die Verhältnisse ändern, wenn r_5 von o (Kurzschluß der Knotenpunkte) bis ∞ (offene Brücke) wächst.

Bei Kurzschluß nimmt i_5 den Wert XX' an, e_5 wird o; bei offener Brücke (vergl. Fig. 4) ist $i_5 = 0$, $e_5 = E_0 = P'Q'$. Das Dreiek $P'XQ'$ bleibt bei Änderung von r_5 unverändert, seine Basis $P'Q'$ gibt die „Leerlaufspannung", seine Höhe XX' den „Kurzschlußstrom".

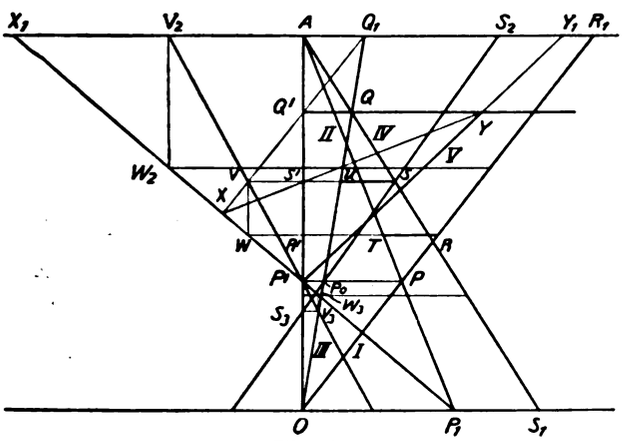


Fig. 6.

Fig. 6 zeigt den Einfluß einer Änderung von r_4. Für $r_4 = o$ rückt X nach X_1 — wobei $\overline{X_1A} = \overline{AR_1}$ ist, wie leicht einzusehen — Y nach Y_1 und die Konstruktion des Diagramms versagt. Führt man jedoch die Konstruktion für einige Zwischenpunkte durch, so erkennt man, daß sämtliche Punkte V auf einer durch P' gehenden Geraden, sämtliche Punkte S auf einer durch P_0 gehenden Geraden liegen. Dies ist mit Rücksicht auf den linearen Charakter der Beziehungen einleuchtend und läßt sich auch leicht nachweisen.

Der Punkt P_0 ist der Schnittpunkt der Widerstandslinie *III* mit der Linie $P'P$, für den die bekannte Beziehung gilt:

$$\frac{r_4}{r_3} = \frac{r_2}{r_1},$$

das heißt die Beziehung, die für die Benutzung der Wheatstoneschen Brücke zur Messung von Widerständen in Frage kommt. Unabhängig vom Werte des Widerstandes r_5 verschwinden hiefür Strom und Spannung im Brückendraht, der Ausschlag des Galvanoskopes wird o.

Die bei $r_4 = o$ auftretenden Strom- und Spannungswerte sind

$$(i_5)_0 = \overline{Q_1S_2}$$
$$(e_5)_0 = \overline{V_2W_2}.$$

Beim Durchschreiten des Wertes

$$r_4 = \frac{r_2 r_3}{r_1}$$

für den $i_3 = i_4$, $i_1 = i_2$ gilt, kehrt bei wachsendem r_4 der Strom in r_5 seine Richtung um. i_3 wird, statt $i_4 - i_5$, zu $i_4 + i_5$. i_4 kann nicht kleiner als o werden, im Grenzfall für $r_4 = \infty$ wird $(i_3)_\infty = (i_5)_\infty = \overline{S_3V_3}$, die zugehörige Spannung ist $(e_5)_\infty = \overline{V_3W_3}$.

Für die Zwischenwerte von r_4 erscheinen die Werte von i_5 als die wagrechten Abstände zwischen den Strahlen S_3A und V_3V_2 bezw. V_3Q_1 und S_3S_2, die Werte von e_5 als die senkrechten Abstände zwischen den Strahlen V_3V_2 und W_3W_2, wobei sich entsprechende Werte von i_5 und e_5 in den Punkten V des Strahles V_3V_2 zusammenordnen.

Auch alle übrigen Werte i_1, i_2, i_3, i_4, e_1, e_2, e_3, e_4 lassen sich in allen Fällen leicht abgreifen.

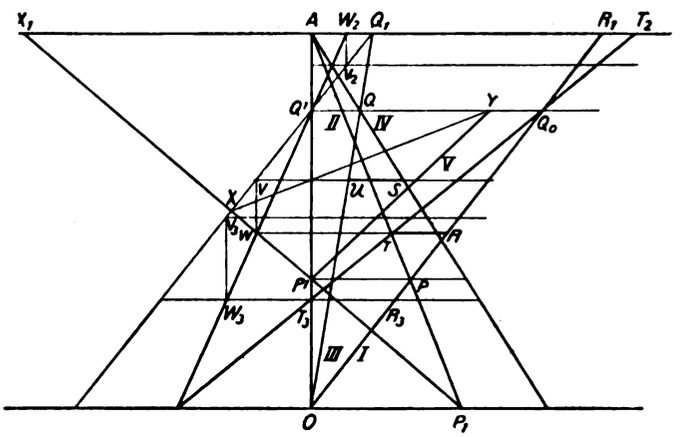


Fig. 7.

Prinzipiell ändert sich natürlich nichts, wenn nach Fig. 7 r_4 als konstant und r_2 als veränderlich betrachtet wird. Die Konstruktion unterscheidet sich von der vorigen nur insofern, als jetzt der Punkt P und somit die Linie P_1X sich verschieben.

Dagegen bleibt die Linie $Q'Q$ unverändert und auf ihr wandert der Punkt Y. Es ist leicht einzusehen, daß die sämtlichen dem Strahle P_1P' entsprechenden Strahlen durch den Punkt X_1 gehen müssen, wobei $\overline{X_1A} = \overline{AR_1}$ ist. Die Punkte W bewegen sich auf einer durch Q' gehenden Geraden, die Punkte T auf einer durch Q_0 gehenden Geraden, wobei für Q_0 wieder die Beziehung

$$\frac{r_2}{r_4} = \frac{r_1}{r_3}$$

Digitized by Google

gilt und i_5 und e_5 unabhängig von der Größe r_5 verschwinden.

Wird $r_2 = \frac{r_4 r_1}{r_3}$, so kehrt sich die Richtung von i_5 um und für $r_2 = o$ wird

$$(i_5)_0 = \overline{AW_2} = \overline{R_1 T_2}$$
$$(e_5)_0 = \overline{W_2 V_2}.$$

Für $r_2 = \infty$ wird

$$(i_1)_\infty = (i_5)_\infty = \overline{W_3 T_3} = \overline{T_3 R_3^\circ}$$
$$(e_5)_\infty = \overline{W_3 V_3}.$$

Für die Zwischenwerte von r_2 erscheinen die Werte von i_5 als die wagrechten Abstände zwischen den Strahlen $T_3 A$ und $W_3 W_2$ bezw. $T_3 T_2$ und $R_3 R_1$, die Werte von e_5 als die senkrechten Abstände zwischen den Strahlen $W_3 W_2$ und $V_3 V_2$, wobei sich entsprechende Werte von i_5 und e_5 in den Punkten W des Strahles $W_3 W_2$ zusammenordnen.

Auch hier lassen sich die übrigen Werte i und e stets leicht abgreifen.

Der Einfluß einer Änderung der an die Diagonalpunkte angelegten Spannung E ist ohne weiteres aus dem Diagramme Fig. 5 zu entnehmen, wenn man sich überlegt, daß sämtliche Beziehungen linearen Charakter haben, und daß für $E = 0$ sämtliche Ströme und Spannungen verschwinden. Man hat daher nur durch den Koordinatenanfangspunkt O Strahlen nach V, W, S und T und die entsprechenden Horizontalen zu ziehen, um zusammengehörige Werte der Ströme und Spannungen i_5, e_5 usw. zu erhalten. Die Widerstandscharakteristiken II und IV und ebenso die Hilfsstrahlen $P_1 X$ und $Q_1 X$ verschieben sich dabei parallel mit sich selbst.

Es fällt sodann auch nicht schwer, einen etwaigen Spannungsabfall in den Zuleitungen zur Brücke zu berücksichtigen. Man konstruiert das Diagramm zunächst für $E = \text{const} =$ der EMK der Stromquelle und ermittelt den Spannungsabfall, der dem Werte

$$i_1 + i_3 = i_2 + i_4$$

entspricht. Nach zwei bis dreimaliger Wiederholung der Konstruktion erhält man die endgültigen Werte, da mit jeder Wiederholung die Annäherung genauer wird.

Auch die gleichzeitige Änderung zweier Seitenwiderstände, wie sie beispielsweise bei der Kirchhoffschen Brückenschaltung erfolgt, wobei der Brückendraht an den Wanderkontakt eines Spannungsteilwiderstandes gelegt wird, läßt sich leicht graphisch verfolgen.

Im Diagramm Fig. 5 würde sich zum Beispiel Punkt P auf einer Vertikalen verschieben, falls die in Reihe liegenden Widerstände I, II als Spannungsteiler ausgebildet sind. Die Punkte U und S bewegen sich auf den unverändert bleibenden Charakteristiken III und IV, die Punkte T und R auf zwei Kurven, die sich im Schnittpunkte der durch P gehenden Vertikalen mit der Linie $Q' Q$ schneiden. Für diesen Schnittpunkt gilt wiederum die bekannte Beziehung

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{r_3}{r_4}.$$

Zum Schluß sei noch gezeigt, daß das Diagramm es auch ermöglicht, eine Aufgabe zu lösen, die sich der rechnerischen Verfolgung überhaupt entzieht. In der Technik werden bekanntlich vielfach Widerstände verwendet, deren Temperaturkoeffizient nicht zu vernachlässigen ist, zum Beispiel die sogenannten Variatoren, die Eisenwiderstände, die einen stark ausgeprägten positiven Temperaturkoeffizienten besitzen. Ihre Widerstandscharakteristik ist eine Linie, die zuerst langsam, dann steil und dann wieder langsam ansteigt.

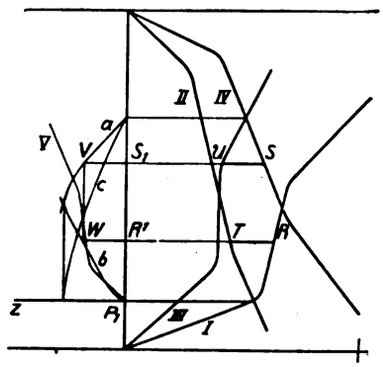


Fig. 8.

In Fig. 8 sind für sämtliche fünf Widerstände Variatoren angenommen. Die Widerstandscharakteristiken sind wieder mit I, II, III, IV, V bezeichnet. Die wagrechten Abstände zwischen I und III einerseits und zwischen II und IV andererseits sind von der Ordinatenachse nach links aufgetragen. Dies ergibt die Kurven a und b.

Die vertikalen Abstände zwischen a und b werden von der Linie $P_1 Z$ aus nach oben zu den zugehörigen Abszissen aufgetragen, woraus sich Kurve c ergibt.

Man bringt c mit V (das der bequemeren Darstellung wegen ebenfalls links von der Abszissenachse aufgetragen ist) zum Schnitt. Der Schnittpunkt wird auf a und b projiziert und man erhält so die Punkte V und W und in den entsprechenden Horizontalen die Punkte S', U, S bezw. R', T, R und damit sämtliche gesuchten Ströme und Spannungen des verallgemeinerten Diagramms.

Das Diagramm stellt die Verhältnisse im stationären Zustande dar.

Die Verwendung eines selbstveränderlichen Widerstandes, der eine große Trägheit besitzt, gibt ein Mittel an die Hand, in einem Stromkreis die Stromrichtung nach einiger Zeit selbsttätig umzukehren. Man kann beispielsweise den einen Seitenwiderstand, etwa r_2, derart veränderlich machen, daß er im kalten Zustande kleiner, im erwärmten Zustande größer als $\frac{r_4 r_1}{r_3}$ ist. Dann wird sich der Strom in r_5 während der Temperaturänderung von r_2 umkehren.

Zusammenfassung.

Für die Wheatstonesche Brückenschaltung wird ein Diagramm angegeben, das die sämtlichen Ströme und Spannungen abzugreifen gestattet. Der Einfluß der Änderungen von Widerständen und angelegter Spannung wird graphisch ermittelt. Das Diagramm ist auch für Widerstände mit nicht geradliniger Charakteristik (Variatoren u. dgl.) brauchbar.

Digitized by Google

Aus dem Wirtschaftsleben der elektrischen Industrie.

Von Dr. Heinrich Schreiber.

Nach einem im Elektrotechnischen Verein in Wien am 3. Dezember 1913 gehaltenen Vortrage.

Gerade in der Zeit, in der die Beurteilung der allgemeinen Wirtschaftslage und der industriellen Konjunktur nichts weniger als erfreulich klingt, in einer Zeit, in der, wie ich neulich in einem Rechenschaftsberichte gelesen habe, es heißt, daß die Woge der Konjunktur auch in der elektrischen Industrie umgeschlagen habe, ist in der Berliner E. T. Z. ein Aufsatz erschienen, der so ziemlich das bestätigt, was die Berliner Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in ihrem Jahresberichte zuversichtlich verkündet hat. Der Artikel ist in Heft 37 ex 1913 veröffentlicht, stammt von A. A. Brandt und bespricht die Möglichkeiten, die Erwerbs- und Verdienstgelegenheiten der elektrischen Industrie*). Wer erinnert sich da nicht an das Wort des jüngst verstorbenen „königlichen" Kaufmannes Kommerzienrat Goldberger in Berlin, der das geflügelte Wort der unbegrenzten Entwicklungsmöglichkeiten, allerdings im Hinblicke auf die amerikanischen Wirtschaftsverhältnisse geprägt hat! In der Brandtschen Abhandlung, die mit entsprechenden statistischen Daten belegt ist, wird nun der Nachweis erbracht, daß die Entfaltungsmöglichkeiten für die Elektrizitätsindustrie noch lange nicht erschöpft sind. Die Produktion kann gewiß noch auf das Dreifache ihres jetzigen Umfanges ansteigen, ohne daß dieser Erzeugungsfortschritt wirtschaftliche Bedenken hinsichtlich einer allfälligen Überproduktion zu erregen vermöchte. Für die deutsche Elektroindustrie ist allerdings bei Sättigung des Inlandsbedarfes, der immerhin angesichts der einbekannten Verlangsamung des Tempos im Einlaufe der Orders voraussehbar oder vielleicht gar schon bevorstehend ist, die Zunahme des Exportes eine unerläßliche Voraussetzung, und es gilt demnach, sich die Pflege des Exportes besonders angelegen sein zu lassen. Rußland mit seiner fortschreitenden Elektrifizierung, die Expansion nach Übersee usw. ist die Exploitation, die gesucht werden müsse und den deutschheimischen Ausfall wettmachen soll. Gerade jetzt steht die Deutsch-Überseeische Elektrizitäts-Gesellschaft im Begriffe, ihr Anlagekapital, das 120 Millionen in Aktien und 110 Millionen in Obligationen erreicht hat, durch neue 30 Millionen Mark in Vorzugsaktien zu vergrößern. Diese Darlegung ist gewiß ungemein beruhigend, man braucht sich keinen allzu großen Befürchtungen über einen tieferen Niedergang und völligen Zusammenbruch der Konjunktur auf dem Gebiete des Elektrizitätswesens, einer sogenannten elektrischen „Diskonjunktur", hinzugeben. Der bereits erwähnte Rechnungsabschluß der Berliner Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, eines Standardunternehmens unserer Industrie, scheint dies in vollem Umfange zu bekräftigen. Allerdings hat, wie seither bekannt geworden ist, in der Generalversammlung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft vom 3. Dezember 1913 der Vorsitzende Walther v. Rathenau sich in wohlabgetönten und bedächtigen Worten etwas zurückhaltender geäußert und eine „Senkung" der Konjunktur zugegeben. Immerhin, die 14%ige Dividende für 155 Millionen Mark Aktienkapital wurde von der Firma aufrechterhalten, obwohl ein um 25 Millionen höheres Aktienkapital zu verzinsen war; ihre Fabriken sind allseits voll beschäftigt, die Aufträge gehen zufriedenstellend ein und man kann demnach die Ansicht hegen, daß die Entwicklung der elektrischen Industrie, dank der Intensität ihrer Arbeit und der Verbesserung ihrer Methoden, in ihrem Fortschritte nicht innehält, daß die Neuerungen und Errungenschaften, die sie uns bietet, sich immer mehren und in ihrer Einschätzung vollwertig und zukunftsreich zu beurteilen sind. Wir wollen hoffen, daß dieses Bild sich auch in der Folge nicht stark verdunkelt, eher wieder helle Farben ansetzt und wir wollen wünschen, daß von unseren heimischen Unternehmungen in ihren Abschlüssen und Berichten gleichfalls Laute der Befriedigung vernehmlich werden. In keinem Falle, weder in guten Zeiten, noch in schlimmen Tagen, kann es indessen unangebracht erscheinen, sich mit den finanzwirtschaftlichen Erscheinungen auf dem Gebiete des Elektrizitätswesens näher zu befassen und insbesondere die Formen in Betracht zu ziehen, unter welchen der kostbarste Faktor für die Förderung der Industrie, das Geld und die Mittel für die elektrische Industrialisierung aufgebracht werden. Es fragt sich hiebei vor allem, ob jene Entwicklungsstadien und Finanzierungsmethoden, die sich im Laufe der Zeit auf dem Gebiete der Elektrizitätsindustrie ergeben haben, ihren Fortschritten nacheifernd eine Ausgestaltung gefunden haben oder etwa erstarrt sind. Es ist nicht allzu lange her, da hat die Finanzierungsmethode in Gestalt der Elektrobanken viel von sich reden gemacht. Es war dies ein ganz neuartiger Typus, und ich selbst habe an verschiedenen Orten und dann insbesondere auch in meinem Buche: „Elektrizität in Recht und Wirtschaft" (pag. 109 ff) das Prinzip und das Wesen der Elektrobanken zum Gegenstande einer eigenen Studie gemacht. In ihnen schien der modernste Typus verkörpert, der dazu ausersehen sei, die Geldmittel bereit zu stellen, die zum Baue und Betriebe elektrischer Anlagen nötig sind. Zum Unterschied von den Kreditbanken sollten die Elektrobanken nicht eigentlich Geld, sondern eher die Waren kreditieren, also Borggeschäfte machen in elektrischen Maschinen, in elektrischen Anlagen und Werkseinrichtungen. In diesem Sinne wurde beiden Begriffen, jenem der Geld- und Kreditbanken oder der eigentlichen Finanzinstitute und jenem der Elektrobanken Geltung verschafft. Ist die Kreditbank vor allem Geldgeber, welcher dem patronisierten Institute und seinem Erwerbszweige sonst wesensfremd gegenüber steht, so sollte die Elektrobank Lieferant und Geldgeber für ein branchenverwandtes Unternehmen in einer Institution verkörpern. Die Elektrobank selbst aber sollte sich die erforderlichen Mittel dadurch beschaffen, daß sie à fond der von ihr gegen entsprechende Sicherstellung in Borg hingegebenen Objekte, ähnlich wie es die Pfandbriefinstitute tun, Obligationen (Schuldverschreibungen) begibt und auf diese Weise die benötigten Geldmittel ihrerseits aufbringt. Der markante Unterschied zwischen den Kreditbanken und Elektrobanken, der in vorstehendem auseinandergehalten ist, wird aber noch schärfer betont durch die Tatsache, daß die Kreditbanken nicht allein mit eigenem Kapital arbeiten, mit jenen Mitteln, die sie sich aus ihren eigenen Aktien und Obligationen verschaffen, sondern auch mit fremden Geldern und Einlagen, die ihnen ihre Kommittenten und Parteien zur Verfügung stellen, während die Elektrobanken in der Hauptsache nur mit eigenem Gelde operieren sollten. Bald jedoch, nachdem der Begriff der Elektrobanken aufgetaucht war, hat er, da sich die Realisierung dieser Idee nicht durchgreifend genug gestalten und bewähren konnte, ein anderes Gesicht angenommen und eine Umwandlung erfahren, die mit den Finanzierungsgesellschaften in modernstem Sinne des Wortes inauguriert worden ist. Die Elektrobanken haben sich als modernwirtschaftliche Finanzierungsunternehmungen, als Trustgesellschaften, Treuhandbanken, die nicht allein Waren kreditieren, sondern vor allem auch das Geld aufbringen, zu sogenannten Beteiligungsgesellschaften

*) Auch wiedergegeben in E. u. M. Heft 46 ex 1913.

Digitized by Google

herausgearbeitet und während der Begriff der Elektrobank mehr in den Hintergrund getreten ist, wenn nicht sich ganz verflüchtigt hat, hat sich die Finanzierungsgesellschaft an deren Stelle gesetzt, so daß Elektrobank und Finanzierungsgesellschaft, wenn sie sich auch nicht völlig decken, so doch begrifflich großenteils zusammengelegt werden können. Es gilt aber nochmals, zur Vermeidung eines Irrtums und einer mißverständlichen Auffassung darauf zu verweisen, daß ebenso wie die Elektrobanken auch die Finanzierungsgesellschaften im eigentlichen Sinne des Wortes keine wirkliche Bank repräsentieren, wie sie uns sonst als Effekten-, Emissions- und Kreditbank geläufig ist. Andererseits darf diese sogenannte Trustgesellschaft nicht verwechselt werden mit dem Trust im landläufigen Sinne des Wortes, als Abart eines Kartells oder eines ähnlichen Zusammenschlusses, wie er sich als eine Vereinigung verwandter Unternehmungen und Betriebe in einem bald innigeren, bald loseren Konnexe versteht. Dergestalt ist die Elektrobank, oder wie wir sie von nun ab nennen wollen, die elektrische Finanzierungsgesellschaft, in dieser Form ein Kind der jüngsten Vergangenheit. In Deutschland, vor allem aber in der Schweiz, hat sie ihr Heimatrecht erworben. Bei uns in Österreich und wohl auch in Ungarn hat sie noch nicht allgemein Fuß gefaßt. Es sind bloß sporadische Ansätze vorhanden, die aber doch das Antlitz der Nacheiferung tragen. Die Vorbedingungen für die Tätigkeit von Finanzierungsgesellschaften sind hier bei uns in Österreich, was die Verwertbarkeit der Elektrizität anbelangt, natürlich die gleichen wie anderswo, was aber ihre wirtschaftliche Zweckmäßigkeit anbetrifft, so möchte ich sagen, daß der Boden bei uns noch vielfach besser und wirksamer für die ersprießliche Wirksamkeit solcher Organisationen vorbereitet ist. Die Entwicklung ist, wie ich ohne Übertreibung hervorheben möchte, bei uns geradezu auf die Finanzierungsgesellschaft gewiesen und ich will dies näher ausführen.

Die elektrischen Finanzierungsgesellschaften sind eine Spezialorganisation auf dem Felde des Elektrizitätswesens, wie sie sich in einer solchen Ausbildung in wenigen anderen Branchen oder Produktionsprozessen, ja vielleicht überhaupt in keinem anderen Industriezweige in solcher Intensität geltend macht. Befördert wird dies in erster Linie durch den unbestreitbar gewaltigen Kapitalsaufwand, welchen die Elektroindustrie vor allem für die Errichtung von Elektrizitätsanlagen in Anspruch nimmt, die nach den Grundsätzen der modernen Elektrizitätspolitik dermalen hauptsächlich in Großwerken und weitausgedehnten Überlandwerken ihren Typus finden. Indessen das allein würde die restlose und völlig zureichende Erklärung noch nicht bieten; denn würde es sich um die Errichtung eines einzelnen Werkes oder einer einzelnen Anlage handeln, so wäre, so groß das Projekt auch gedacht und geraten sein mag, noch immerhin einfach und in den gebräuchlichen Formen das Kapital dafür aufzubringen, ebenso wie für Großanlagen anderer Produktionszweige. Allein bei der Elektroindustrie kommt es nicht so sehr bloß auf einzelne Anlagen an; daran kann insbesondere eine Großfirma mit ihren vielfachen Vorarbeiten, Erfahrungen und Systemen beiweiten nicht ihr Genüge finden. Sie kann sich nicht darauf beschränken, irgendwo eine einzelne Anlage zu errichten und sich auf sie zu konzentrieren, sondern sie muß trachten, ihre Unternehmertätigkeit in einem großen, weitgesteckten Rahmen auszudehnen, wie dies übrigens bei jeder anderen Industrie gleichfalls notwendig ist. Aber darin liegt die Verschiedenheit zwischen der elektrischen Großindustrie und den anderen Großindustrien, daß die elektrische Industrie notgedrungen auf eine Vielheit der Unternehmungen angewiesen ist. Die elektrische Industrie und insbesondere die Energieproduktion erzeugt keine Stapel- und keine Wanderartikel, sondern ihre Erzeugnisse müssen dort abgesetzt werden, wo sie zur Produktion gelangen bezw. in dem von der Unternehmung selbst geschaffenen und gezogenen Leitungsbereiche. Mag auch die Elektrizitätslieferung als Distanzunternehmung zu werten sein wie eine Eisenbahn, mag sie auch die sie insbesondere auszeichnende Eigenschaft besitzen, daß die ihr innewohnende Energie auf weite Entfernungen fortgepflanzt werden kann, was ja gewissen Systemen den Beinamen „Fernleitungssystem“ verliehen hat, so ist es nicht weniger richtig, daß bei dieser Energieproduktion Erzeugungs- und Absatzgebiet an die Grenzen der Anlage gebunden sind, mögen diese Grenzen in den verschiedenen Fällen mehr oder weniger weit gespannt sein. Wer Eisen produziert, Glas, Tuch, Papier usw., ja selbst Kohle und Petroleum usw., der kann diese Produkte, wo sie auch immer gewonnen werden, und ihre kommerzielle Verwertung leicht in einem Mittelpunkte vereinigen, um von dort aus seinen gesamten Umsatz zu suchen und zu beschicken. Anders ist dies bei der Elektrizität; sie ist an ihren Standplatz, wenn er auch, wie bei den Überlandwerken einen ganzen Komplex von Anschlußgemeinden, also einen größeren Bezirk umfassen kann, gebunden. Diese Eigentümlichkeit ist es, welche die Notwendigkeit schafft, daß die Erzeugungsstätten einen selbständigen Charakter aufweisen müssen, daß sie in dem Boden, in dem sie wurzeln, ihre Beständigkeit besitzen sollen, infolgedessen mit einer entsprechenden Lokalfarbe zu tünchen sind, den richtigen Erdgeruch auszuströmen haben. Dazu kommen natürlich gerade bei uns in Österreich vielfach politische Rücksichten und nationale Aspirationen, die mitspielen, um die Notwendigkeit zu verstärken, daß die einzelnen Unternehmungen für die elektrische Energieerzeugung einen örtlichen und nationalen Einschlag erhalten, sich verselbständigen und daß es darum begründet ist, wenn ich behauptet habe, daß das Streben nach Selbständigkeit und Autonomie der einzelnen elektrischen Unternehmungen gerade bei uns in Österreich noch fester begründet und tiefer eingewurzelt ist als anderswo. Es liegt zutage, daß es auch schwer zulässig wäre, solche mehrere, in ihren Interessen und Wirkungssphären heterogene Lokalunternehmungen von einem einzigen Verwaltungsmittelpunkte aus technisch und kommerziell zu leiten und sie einem einheitlichen Willen untertan zu machen. Die finanzielle Beherrschung und die materielle Lenkbarkeit freilich läßt sich auch hier durch die Schaffung einer Zentralstelle und durch die Ingerenz eines Konzerns wirksam erzielen.

Dazu tritt noch ein Weiteres. Die elektrischen Großfirmen haben das natürliche Bestreben, für ihre Fabrikate, Systeme, Anordnungen und Patente immer neue Absatzgebiete zu schaffen, neue Absatzwege ausfindig zu machen, kurz Neuland zu erforschen und ihr Exploitationsinteresse zu propagieren; ihnen muß es daran gelegen sein, das Vertrauen in ihre Anordnungen zu befestigen, ihre technischen Erfahrungen nutzbar zu machen, ihre Ideen zu fruktifizieren und dies ist bei einer speziellen Fachindustrie, die eine größere Kunstkenntnis aufzuwenden und mit neuen, noch nicht eingelebten Errungenschaften zu operieren hat, meist nur dann möglich, wenn sich das betreffende Unternehmen selbst in die Schanze stellt, selbst wagt und unternimmt und in häufigen Fällen auch selbst die Mittel dazu aufbringt. Daher ist es zumeist notwendig, daß das betreffende Unternehmen die Konzessionen selbst erwirbt. Es muß selbst und selbständig auf eigene Gefahr und Rechnung projektieren und realisieren, um dann erst, wenn das Unternehmen in seiner Entwicklung gesichert ist, das Vertrauen in seine Lebensfähigkeit und seine Aussichten sich gefestigt haben, die eigentlichen Inter-

Digitized by Google

essenten für das Projekt zu gewinnen und ihnen die Erwerbung des Unternehmens auf Grund von Beteiligungen daran begehrenswert erscheinen zu lassen. Der Weg dahin wird natürlich auch dadurch geebnet, daß man beizeiten trachtet, sich diese Interessentenkreise vertragsmäßig für einen solchen Fall zu sichern, sei es, daß man von vornherein den entsprechenden Einfluß auf die Kontrahenten gewinnt, oder daß man bei einer unmittelbaren Beteiligung an dem Unternehmen durch die Stellung eines Hauptbeteiligten sich die entsprechenden Macht- und Herrschaftsbefugnisse beizeiten sicherstellt.

Wenn wir im nachstehenden den Ausdruck Finanzierungsgesellschaft gebrauchen, so haben wir immer die elektrische Finanzierungsgesellschaft im Auge. Um systematisch vorzugehen, ist es somit vor allem notwendig, sich mit dem Begriffe einer Finanzierungsgesellschaft vertraut zu machen. Was versteht man darunter? Ich will auf die deutschen und die Schweizer Institutionen, auf die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft oder Züricher Bank für elektrische Unternehmungen, die uns doch etwas ferner liegen, nicht zurückgreifen; ich will das Gebilde an Hand der heimischen Verhältnisse untersuchen und zunächst nachforschen, wo und in welcher Form bei uns eine solche Finanzierungsgesellschaft entstanden ist und sich auf dem Gebiete des Elektrizitätswesens betätigt. Ich greife unter den Statuten solcher Gesellschaften Österreich-Ungarns, die auf den Namen einer Finanzierungsgesellschaft das Anrecht besitzen, als da sind, die Ver, einigte Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, die Stromlieferungsgesellschaft der A. E. G.-Union Elektrizitätsgesellschaft, die Siemens-Betriebe Ges. m. b. H., die Gesellschaft für elektrische Unternehmungen usw., deren Satzungen in diesem essentiellen Titel wohl zunächst in der Hauptsache übereinstimmen, die Bestimmungen der erstgenannten Elektrizitätsfirma heraus, welche wohl in erster Reihe, weil am frühesten, auf die Stellung einer Finanzierungsgesellschaft aspiriert hat. In diesem Statute heißt es nämlich, daß die Unternehmung neben der Erwerbung, der Errichtung und dem Betriebe von Elektrizitätsanlagen und elektrischen Bahnen, neben der Erzeugung der einschlägigen Fabrikate und neben der Pflege aller zugehörigen Geschäftszweige insbesondere auch die Übernahme und die Durchführung von Finanzierungen zu ihrem Wirkungskreise zählt, insoweit diese Finanzgeschäfte Bezug haben auf die Vorbereitung, den Bau, den Erwerb, den Betrieb, die Umwandlung oder die Veräußerung von Unternehmungen im Gebiete der angewandten Elektrotechnik, das ist insbesondere auf dem Gebiete der Beleuchtung, der Kraftübertragung, des Transportwesens und der Elektrochemie. Dann heißt es weiter: Die Unternehmung erwirbt auch Konzessionen zur gewerblichen Ausnutzung der Elektrizität und hat zum Zwecke, sich bei ähnlicher Bestimmung dienenden Unternehmungen des Staates, eines Landes, Bezirkes, einer Kommune oder eines Privaten zu beteiligen oder solche Unternehmungen zu begründen, zu übernehmen, zu pachten und zu finanzieren, diesen Unternehmungen Vorschüsse oder dgl. zu bewilligen, Aktien, Obligationen und sonstige Titel derartiger Unternehmungen, wie auch Forderungen derselben aus ihrem Geschäftsbetriebe gegen Dritte zu belehnen, zu erwerben oder zu veräußern oder sonst zu verwerten. Der Inhalt dieses immerhin wortreichen und weit abgesteckten Wirkungskreises ist fast identisch mit jenen Bestimmungen, welche für den Geschäftsbereich der Bank für elektrische Unternehmungen in Zürich, kurz Züricher Elektrobank genannt, festgesetzt sind. Insoferne ist also dieser Geschäftsbereich mit der Wirkungssphäre einer Elektrobank kat exochen vollkommen gleich. Der zweite Absatz führt das, was im ersten aufgezählt ist, noch näher aus. Ist im ersten Absatze von der Finanzierung von Elektrizitätsunternehmungen die Rede, wird hier im speziellen von der Finanzierung besonders benannter Anlagen gesprochen, und zwar von den Elektrizitätsanlagen der öffentlichen Verbände mit der Maßgabe, alle diese bankmäßigen und banktechnischen Operationen, die mit solchen öffentlichen Unternehmungen im Zusammenhange stehen, zu pflegen. Hier zeigen sich zugleich jene Ansätze und Anfänge, die späterhin zur Ausbildung der neuesten Wirtschaftsform auf dem Gebiete des Elektrizitätswesens, nämlich zu den sogenannten gemischtwirtschaftlichen Unternehmungen geführt haben. Es sind dies jene Unternehmungen der öffentlichen Korporationen, die unter Mitwirkung und Beteiligung von Privatunternehmungen begründet oder betrieben werden sollen. Ich verweise bezüglich dieser gemischtwirtschaftlichen Unternehmungen insbesondere auf zwei Aufsätze: Auf einen Aufsatz, den ich über diese Materie in der Vereinszeitschrift E. u. M. im Heft 31 ex 1913 veröffentlicht habe und einen zweiten Aufsatz, den Herr Hofrat Dr. Arnold Krasny einige Zeit später in der „Neuen Freien Presse", und zwar in der Nummer vom 12. August 1913 und in seiner Sonderschrift: „Wirtschaftliche und rechtliche Grundlagen einer rationellen Elektrizitätsversorgung mit besonderer Berücksichtigung Böhmens" publiziert hat, worin er die gemischtwirtschaftlichen Unternehmungen als gemischtöffentliche Unternehmungen qualifiziert. Ich will hier nicht darauf zurückkommen und es nicht weiter auseinandersetzen, inwieweit sich meine Auffassung von jener des Herrn Hofrates unterscheidet; denn bezüglich der Zweckmäßigkeit und der Aussichten dieser gemischtwirtschaftlichen Unternehmungen in Gestalt einer Kooperation der öffentlichen Verbände und der privatwirtschaftlichen Tätigkeit sind wir ganz verschiedener Meinung. Er neigt dieser Organisationsform lebhaft zu, während ich eine ziemlich ablehnende Haltung eingenommen und auch begründet habe, und er sucht auch in seiner vorzitierten Monographie (Seite 26 ff.) gegenüber den von privatwirtschaftlicher Seite erhobenen Bedenken und Einwänden diesen Zweiflern in lebhafter Weise ihre Intransigenz und ihren Privategoismus vorzuhalten. Wir wollen aber, wie gedacht, an dieser Stelle uns nicht darüber weiter verbreiten, sondern bei unseren Finanzierungsunternehmungen bleiben und somit feststellen, daß sie mithin die Übernahme und die Durchführung von Finanzierungsgeschäften für die Vorbereitung, für den Bau und Betrieb von elektrischen Unternehmungen, aber auch nur für diese Unternehmertätigkeit bezwecken, und zwar gleichermaßen und ohne Unterschied, ob diese Unternehmungen von privaten Projektanten oder von öffentlichen Verbänden ins Werk gesetzt werden. Es liegt auf der Hand, weil es sich aus den Tatsachen ergibt, daß bei einer solchen Finanzierungsgesellschaft auch das Kreditgeschäft und zumal unter Bewilligung von Vorschüssen u. dgl. auf Wertpapiere und auf Forderungen solcher Unternehmungen eingeschlossen ist, wie dies ja auch die obskizzierte statutarische Bestimmung offensichtlich macht. Wollen wir nun aus den vorangeschickten Darstellungen kurz und bündig den Begriff der Finanzierungsgesellschaft oder des Finanzgeschäftes herausschälen, so wird man darunter jedes bankmäßige Geschäft, das ist also jedes Geld- und Kreditgeschäft verstehen müssen. Man kann daher, wie es auch letzthin Dr. Kurt Hafner in seinem Buche über die „Schweizerischen Finanzierungsgesellschaften für elek-

Digitized by Google

trische Unternehmungen" in den Schweizerischen Wirtschaftsstudien Nr. 1 ex 1913 tut*), als Finanzierung jene Geschäfte definieren, welche die Geldmittel aufbringen zu dem Behufe, um elektrische Anlagen zu errichten und zu betreiben, oder den Kredit und das Geld für deren Investitionen und Betriebszwecke zu gewähren. Elektrisch finanzieren ist also in erster Reihe Geld beschaffen zum Baue und Betrieb von Elektrizitätsanlagen. Das kann allerdings auch eine echte Bank; auch diese gründet, auch sie finanziert, aber sie finanziert alles und allerlei, heute eine andere Nebenbank oder Zucker und Wolle, morgen Eisen, Kohle usw. Eine Finanzierungsgesellschaft in unserem Sinne jedoch gründet und finanziert lediglich und ausschließlich elektrische Unternehmungen, wozu sie bestimmungsgemäß und kraft der fachlichen Schulung und Befähigung ihrer Verwaltung und Leitung berufen ist. Gerade diese spezielle Sachkunde ist keine Eigenheit einer gewöhnlichen Bank; sie sucht sie durch industrielle Konsulenten zu ersetzen. Es wäre natürlich zu wenig und unvollkommen, wenn man finanzieren mit kreditieren, mit borgen allein deuten wollte. Das wäre zu eng und nicht erschöpfend. Finanzieren schließt wohl vor allem das Kreditieren, das Borgen in sich, geht aber darüber hinaus. Finanzieren ist vielmehr, um es ausreichend festzustellen, jede Art der Geldbeschaffung für die Errichtung eines Unternehmens schlechtweg und einer Elektrizitätsanlage in besonderem. Dieses Kapital hat in der Regel die Funktion, die dauernden, ständigen Fonds des Unternehmens zu beschaffen, oder wenn wir es im Sinne des Assoziationswesens benennen wollen, es hat die Funktion, das Stamm- und Anlagekapital einer Elektrizitätsunternehmung zu bilden. Es ist das Kapital für die Schaffung, die Bildung, den Kreationsakt eines solchen Unternehmens. Und wenn wir den Begriff ganz schlüssig konstruieren und umschreiben wollen, können wir rundweg sagen, wenn es vielleicht auch nicht anheimelnd und mit Rücksicht auf vergangene Erscheinungen nicht sehr verlockend klingt: finanzieren ist gründen. Eine Finanzierungsgesellschaft ist eine Gründungsgesellschaft, und zwar zur Gründung und zur Nachgründung. Nicht bloß die Aufbringung des ursprünglichen Stamm- und Anlagekapitals, sondern auch die Beschaffung jeder Kapitalsvermehrung oder Kapitalserhöhung für eventuelle Nachschaffungen, für allfällige Nachgründungen, wie es das Aktienregulativ vom 20. September 1899, RGB. Nr. 175, in seinem § 39, Ziffer 1, umschreibt. Finanzieren ist also gründen und nachgründen; denn es ist klar, daß eben dasselbe, was für die Bildung eines Unternehmens gilt, auch maßgebend sein muß für die Erweiterung und für die Umwandlung eines Unternehmens, kurz für alle Kreationsarten und zwischenliegenden Kreationsprozesse. Das Kriterium bleibt aber immer die Beschaffung eines dauernden Verwendungszweckes, nicht der temporäre kurzfristige Kredit für das Darlehens- und das Borggeschäft, sondern die unmittelbare und die dauernde Teilnehmerschaft. Darin liegt ein kennzeichnendes Merkmal zum Unterschied von dem bisherigen Begriffe der Elektrobank. Die Finanzierungsgesellschaft im wahren Sinne des Wortes wird eine Beteiligungsgesellschaft, sie wird nicht bloß der Gläubiger des Unternehmens, sondern durch ihre Partizipation der Teilhaber des Geschäftes, sie ist so mit ein dominus negotii.

Die Erlangung der Teilhaberschaft kann naturgemäß auf verschiedene Weise vor sich gehen. Wenn es sich um eine Aktiengesellschaft als die gebräuchlichste Form handelt, dann wird die Finanzierungsgesellschaft in der Übernahme von Aktien sich betätigen. Die Finanzierungsgesellschaft wird also bei jenem Unternehmen, das sie gründet, das Aktienkapital voll oder zum Teil zeichnen und übernehmen und sohin das gezeichnete und das übernommene Kapital einzahlen, sie nimmt als Beteiligungsgesellschaft die Aktien ihrer Neugründung auf und legt sie in ihr Portefeuille, woraus ja der Begriff der sogenannten Portefeuille-Aktien abgeleitet wird. Dabei muß aber wohl im Auge behalten werden, daß die Menge des übernommenen Aktienkapitals, also die Höhe der Beteiligung einen entsprechenden Umfang und ansehnlichen Wert aufweist, wenn von einer Finanzierung im echten Sinne des Wortes gesprochen werden soll. Die Übernahme eines geringen Aktienpostens, eines kleinen Aktienpaketes kann natürlich auf die ruhmredige Position eines Finanzierungs- und Gründungsunternehmens keinen vollgültigen Anspruch erheben. Diese Gründung ist somit, wie wir gesehen haben, in der Regel als eine Kapitalgründung, als eine Einzahlung von Barmitteln zu vollziehen. Es scheint mir aber nicht ganz berechtigt zu sein, wenn in der Theorie behauptet wird, daß die Gründung einer Gesellschaft, die nicht durch Bareinzahlung erfolgt, sondern durch Apports, durch sogenannte Sacheinlagen, durch Einbringung von Bestandwerten, nicht als Finanzierung angesehen wird. Ich meine nämlich, daß Stammkapital und Anlagekapital nicht in Geld allein zu bestehen brauche, sondern auch in Werten und Sachbeständen sowie in Betriebsobjekten bestehen kann, und wenn eine Finanzierungsgesellschaft, wie es zumeist geschieht, gleichzeitig auch als Fabrikationsfirma sich betätigt und somit, um bei unseren Elektrizitätsunternehmungen zu bleiben, auch die Einrichtungen für solche Anlagen baut, dann kann der Kreationsakt bei einer Finanzierungsgesellschaft auch derart vor sich gehen, daß sie sich für die Lieferung solcher Einrichtungen statt mit barem Gelde mit Aktien bezahlen läßt. Und auch dann liegt, wie wir erkennen müssen, kein reines Borggeschäft vor, sondern eine wirkliche Finanzierung. Die gründende Gesellschaft wird auch da nicht Gläubiger, sondern durch die Hingabe ihrer Entitäten für Aktien qualifiziert sie sich als Beteiligungsgesellschaft im echten Sinne. Ich meine, es kommt auf das nämliche heraus, ob man Geld oder geldwerte Sachen einbringt. Es ist ganz gleichgültig, ob das bar eingezahlte Aktienkapital zur Beschaffung der Objekte und Anlagen verwendet wird, oder wenn statt des Kapitals gleich die betreffenden Objekte und Anlagen eingeschossen werden, wenn nur, wie dies in beiden Fällen geschieht, das Entgelt hiefür durch Übergabe von Aktien geleistet wird. Der Begriff der Finanzierungsgesellschaft und der Lieferungsgesellschaft schließt sich keineswegs aus, es können beide Funktionen ganz gut miteinander zusammenfallen oder mindestens nebeneinander einhergehen. Das Erfordernis, daß die Aufbringung des Kapitals durch die Finanzierungsgesellschaft für dauernde, ständige Zwecke zu erfolgen hat, bringt es mit sich, daß die Finanzierungsgesellschaft nicht leichthin mit erborgtem Gelde, sondern nur mit eigenen Mitteln arbeiten kann. Daraus erfließt die Differenzierung, die zwischen Finanzierungsgesellschaft und wirklicher Bank gemacht wird. Die wahren Banken operieren, wie wir bereits auseinandergesetzt haben, größtenteils auch mit fremden Mitteln und es liegt auf der Hand, daß diese fremden Mittel, die etwa auf eine rasche Realisierbarkeit gewiesen sind, nicht zu dauerndem und bleibendem Zwecke gebunden werden können. Bei den wirklichen Banken spielt demnach die Mobilität und Liquidität eine maßgebliche Rolle. Das nämliche, was den Credit mobilier von dem Credit immobilier in Gestalt der Hypothekenbanken und der Pfandbriefanstalten unterscheidet, das nämliche unterscheidende

*) Vergl. auch die dort angegebene Literatur, insbesondere das Hauptwerk von R. Liefmann über: „Beteiligungs- und Finanzierungsgesellschaften".

Digitized by Google

Merkmal besteht zwischen den Finanzierungsgesellschaften und den Immobiliarbanken. Die Hypothekenbanken und die Pfandbriefanstalten, die den Realkredit pflegen, arbeiten wohl gleichfalls mit fremden Geldern, aber ihre Funktion ist immer der Borg, der Kredit, dessen Beweglichkeit und rasche Realisierbarkeit immerhin an erster Stelle steht, wenn er auch durch das Realitätengeschäft immobilisiert wird. Bei der Finanzierungsgesellschaft kommt aber ein Kredit überhaupt nicht in Frage, sondern hier bilden die auszeichnende Eigenschaft die Teilhaberschaft, welche die Gläubigerstellung völlig mißachtet und ein Aufgehen in die Interessen der Gründung bezweckt. Die Teilhaberschaft setzt naturgemäß die längere, wenn nicht dauernde Herrschaft und Verfügungsberechtigung über die hintangegebenen Gelder und Werte voraus, ohne daß die Finanzierungsgesellschaft gehalten wäre, auf die beschleunigte Versilberung und Veräußerung der dafür übernommenen Titres Bedacht zu nehmen. Gleichwohl müssen auch sie Wert darauf legen, die von ihnen geschaffenen oder übernommenen Titres alsbald wieder umzusetzen in der wirtschaftlich begreiflichen und nützlichen Intention, mit der Einführung und Konsolidierung der jungen Gründung, die auf sie aufgewendeten Geldmittel wieder frei zu bekommen und sie neuen gleichartigen Aufgaben zuzuführen, sie in deren Dienst zu stellen. Dem kommt die Tatsache zustatten, daß die von der Finanzierungsgesellschaft auf Basis ihrer Gründungen emittierten eigenen Titres auch die Gründungswerte mitverkörpern, so daß das dem Gründungsinstitute entgegengebrachte Vertrauen in seine Bonität und Sicherheit auch den Werten der Tochtergesellschaften die über die lokale Beachtung hinausreichende Marktgängigkeit und Verkehrsfähigkeit verleiht. Fremdes Geld freilich muß rascher zirkulieren, spekulieren und stets liquid gehalten werden und das ist die grundsätzliche Mission der Kredit- und Effektenbanken; allein auch die Finanzierungsgesellschaften müssen sich vor Augen halten, einen sich stetig erneuernden Wertumsatz in die Wege zu leiten. In diesem Sinne ist es einleuchtend, daß die Finanzierungsgesellschaften den Banken und insbesondere den Großbanken nicht fremd gegenüberstehen, im Gegenteile, es liegt in der Natur dieser Sache, daß sie an die kapitalskräftigen Bankinstitute Anlehnung suchen. Darauf sind sie besonders auch dann angewiesen, wenn sich ihre Engagements häufen, ihre Mittel nicht mehr ausreichen und sie daher danach trachten müssen, sich die Mitwirkung von Emissions- und Effektenbanken zu sichern, nicht etwa, um bloß Kredit bei ihnen zu erlangen, sondern auch um ihre Beihilfe bei Verwertung der von ihnen geschaffenen Titres zu erwirken. Aufgabe der Banken ist es dann, den Anlagemarkt und die Spekulation für diese Titres zu interessieren, ihnen den Weg zur Börse freizulegen, kurz die Verkehrsfähigkeit und Negotiabilität zu bewirken. Indessen, der Unterschied besteht; denn eigenes Geld kann länger gebunden werden und befähigt die Finanzierungsgesellschaften zum Unterschiede von den Kreditbanken dazu, über den enggezogenen Rahmen eines bloßen Gläubigers heraus, eine dauernde Interessiertheit und Partizipation zu begründen, bis die Absatzfähigkeit durch den Begehr des anlagesuchenden Marktes oder der interessierten Reflektanten und damit die Abstoßung der Anteilscheine zur Geltung kommt. Allein charakteristisch für die Finanzierungsgesellschaft bleibt unbedingt die Benennung einer Beteiligungsgesellschaft, weil sich darin die wahre Natur der Gründungsgesellschaft manifestiert. Der Zweck, den diese Beteiligungsgesellschaften im Auge haben, kann allerdings ein verschiedenartiger sein und je nach diesen Zwecken teilt man die Beteiligungsgesellschaften ein in Kapitalsanlagegesellschaften, bezw. in Übernahmsgesellschaften, in Lieferungsgesellschaften und Kontrollgesellschaften. Den wahren Begriff der Finanzierungsgesellschaften, die Finanzierungsgesellschaft katexochen, verkörpert die Kapitalsanlagegesellschaft, denn sie ist es, die den von ihr begründeten Unternehmungen die Geldmittel zur Errichtung und zum Betriebe verschafft und sie ihr im Gesamterfordernis dauernd beläßt. Der Kapitalsanlagegesellschaft ist es in erster Linie um den Zweck und um die geschäftliche Tätigkeit der gegründeten Unternehmungen unmittelbar zu tun. Sie ist Übernahmsgesellschaft, wenn sie sich vorwiegend in der Aufnahme der Effekten erschöpft. Die Kontrollgesellschaft wieder, welche neben der Übernahme der Effekten wohl auch die Gebarung überwacht, aber die wirtschaftliche Tätigkeit nicht unmittelbar beeinflußt und lenkt, die gewerbliche und wirtschaftliche Betätigung ihrer Gründungen nicht selbst in die Hand nimmt, bescheidet sich damit, die Funktionen und Machtvollkommenheiten eines Großaktionärs auszuüben. Die Lieferungsgesellschaft endlich läßt sich ihre Beteiligung durch die Sicherung von Bestellungen und Lieferungsgeschäften lohnen. Die Kapitalsanlagegesellschaft geht also am weitesten, sie führt und leitet die Unternehmung, als wäre sie die ihre. Ich selbst lege diesen Feinheiten in der Unterscheidung der Unternehmungen zwar kein besonderes Gewicht bei, ich meine vielmehr, daß die Finanzierungsgesellschaft in der Mehrzahl der Fälle alle diese drei verschiedenen Funktionen in sich vereinigt, zusammenzieht und gleichzeitig im Auge behält. Es ist aber keineswegs zu mißachten, daß sich verschiedene Kombinationen und Unterteilungen zwischen diesen Kategorien schaffen lassen und auch vorkommen.

Ein Beispiel dafür ist, wenn eine Fabrikationsgesellschaft eine Übernahmsgesellschaft kontrolliert und dann als dritte eine Betriebsgesellschaft errichtet mit dem Vorsatze, daß die zweitgedachte Übernahmsgesellschaft die Aktien der Betriebsgesellschaft übernimmt und die von dieser Übernahmsgesellschaft für die Aktien geleisteten Einzahlungen dazu herhalten sollen, die Fabrikationsgesellschaft für ihre Lieferungen zu bezahlen. Das Schema wird sich dann folgendermaßen aufbauen. Die Fabrikationsgesellschaft ist Lieferantin, die von ihr kontrollierte Übernahmsgesellschaft Geldgeberin und die drittgegründete Gesellschaft Kundschaft der Fabrikationsgesellschaft. Im allgemeinen aber vollzieht sich in der Hauptsache das Verhältnis der Finanzierungsgesellschaft zu ihren Gründungen nicht in diesen Seitensprüngen, sondern auf einer etwas geraderen Bahn; sie gründet ihre Filialgesellschaften, um sich damit die entsprechende Exploitation für ihre Projekte oder eine entsprechende Kundschaft und Abnehmerschaft zu schaffen, entweder für ihre eigenen Fabrikate oder für die Erzeugnisse der von ihr gegründeten oder ihr nahestehenden Fabriksbetriebe. Die Finanzierungsgesellschaft verfolgt dann mehrere Ziele, oder wenn das vulgär ausgedrückt werden soll, sie trifft zwei Fliegen mit einem Schlag. Die Finanzierungsgesellschaft finanziert eben nicht bloß, sondern, wie bereits erwähnt wurde, sie akquiriert auch. Sie finanziert für sich und mit ihren eigenen Mitteln und sie akquiriert für sich oder für die ihr nahestehenden Lieferanten und Fabrikate, die sie gleichfalls unter ihrer Kontrolle und unter ihren Fittigen hat. Manchmal freilich genügen auch persönliche Beziehungen und Anhänglichkeiten, um diesen Effekt herbeizuführen (siehe vielseitig im Konzern der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft), ohne daß die Kapitalsbeteiligung überwiegt. Die Genesis und die Ursachen dieses Teiles unseres ökonomischen Prozesses liegen, wenn man sich die vorausgeschickten Entwicklungsbedingungen vor Augen

Digitized by Google

hält, klar zutage. Natürlich darf man auch hier nicht über die Schnur hauen, die Propagandatätigkeit einer Finanzierungsgesellschaft darf beileibe nicht dahin ausarten, daß sie um jeden Preis neue Tochtergesellschaften gründet, um ihnen ihre Fabrikate zu hohen Preisen anzuhängen. Das wäre ein ungesunder Zustand, das wäre keine Gründer-, sondern eine Übergründungstätigkeit und könnte leicht dem verläßlichen und aufstrebenden Zuge der Industrie verderbliche Entgleisungen bringen. Es ist daher ein wirtschaftliches Gebot der Finanzierungsunternehmungen, daß sie sich und ihre Tochterunternehmungen vor solchen Gefahren bewahren, daß sie dem Anreiz widerstehen können, nur darauf los zu finanzieren, ohne daß sich der wirkliche wirtschaftliche Bedarf zeigt. Es darf nicht dazu kommen, daß die Finanzierungsgesellschaft bloß darauf bedacht ist, ihre Etablissements mit Ordres zu füllen, ihre Werkstätten in Tätigkeit zu halten und ihre Arbeiter zu beschäftigen und dann die Tochtergesellschaft mit ihren Artikeln zu überfüttern und sie übersättigt ihrem Schicksale zu überlassen. Der wirtschaftliche Wert und die Wirksamkeit der Finanzierungsgesellschaften ist überaus hoch einzuschätzen. Darauf und auf ihre Notwendigkeit habe ich im vorstehenden wohl genugsam verwiesen, aber ebenso ist es geraten, beizeiten auf die Auswüchse aufmerksam zu machen, auf die besonderen und wohl auch breit hervorstechenden Schatten, die das Assoziationswesen auch auf diese Formen geworfen hat, die allerdings doch vor allem erst auf amerikanischem Boden, also mehr auf exotischem Gebiete Wurzel gefaßt und sich dort in Erscheinungen gezeigt haben, die man mit dem Begriff der „Holdings" zu bezeichnen pflegt. Zu übersetzen ist dieses Wort mit „Halten", mit der Innehabung von Gesellschaftsanteilen. Verstanden ist aber darunter das Schachtelsystem: Einschachtelungen und Schiebungen mehrerer Unternehmungen in und untereinander, das Aufpfropfen vieler Unternehmungen auf einen Stamm, die verstriktesten Verästelungen, alles nur auf das eine Ziel gerichtet, mit kleinem Kapitalaufwand eine je höhere wirtschaftliche Übermacht zu erlangen. Das Holdingsystem zielt darauf hinaus, mit geringen Mitteln große Vermögen zu verwalten und zu beherrschen. Es will allein herrschen, um allein zu gewinnen, es will nichts verlieren, bezw. den Verlust mit anderen teilen oder gar ganz auf andere überwälzen. Doch ist der Holding nicht etwa ein Spezifikum der elektrischen Finanzierungsgesellschaften. Vielmehr kann er bei jeder Art industrieller Gründung Anwendung finden und hat in Amerika zumal bei Eisen, Stahl, Petroleum usw. mannigfache Einführung erhalten. Das Prinzip der Beteiligungsgesellschaften ist nun gleichfalls nicht abgeneigt, den Kapitalaufwand möglichst zu restringieren, unbeschadet dessen aber die volle Herrschaft über die begründeten Unternehmungen zu erwirken. Ich brauche Sie nur daran zu erinnern, was Ihnen Herr Dr. Felix Somary in seinem ausgezeichneten Vortrage erzählt hat, den er über die „Finanzierung der Industrie" am 16. März 1912 (veröffentlicht in E. u. M., Heft 22 ex 1912) gehalten hat, wie es möglich ist, mit kleinen Mitteln Großkapital zu beherrschen. Er hat darauf hingewiesen, daß man es beliebt, das Anlagekapital je zur Hälfte in Aktien und in Obligationen zu teilen. Rechtlich können nur die Aktien stimmen; denn die Obligationen sind nicht stimmfähig. Aber auch die Aktien werden in zwei Rangordnungen geteilt; in solche, die voll und in solche, die nur mit einer geringen Quote eingezahlt werden, aber gleichwohl das volle Stimmrecht besitzen*). Und diese nicht voll eingezahlten, also nur quotiell eingezahlten Aktien, die die Finanzierungsgesellschaft (Holding) behält, während sie die volleinzuzahlenden an den Mann bringt, beherrschen dann die volleingezahlten Aktien und die voll begebenen Obligationen, also einen Großteil des Anlagekapitals. Das ist unleugbar der normale Vorgang jeder Beteiligungsgesellschaft, von der erfahrungsgemäßen Tatsache ausgehend, daß der Aktienbesitz gewöhnlich stark zersplittert ist, in viele kleinere schwächere Hände gerät, die sich schwer organisieren und zusammenschließen können. Dr. Somary hat damals an einem Beispiele gerechnet, wie eine Finanzierungsgesellschaft leichthin ein Kapitalvermögen oder ein Aktienvermögen von 20 Millionen mit einer Einzahlung bloß des zwanzigsten Teiles lenken und beherrschen kann. Denken wir nun, daß eine solche Finanzierungsgesellschaft auch ein Fabrikationsunternehmen in sich schließt, das die Übernahmsgesellschaft und die Betriebsgesellschaft kontrolliert und beherrscht und die Tochtergesellschaften dazu verhält, ihre Aktien zu übernehmen, ihre Fabrikate und ihre Artikel zu verwenden, so ist die Folge, daß der Gewinn zum großen Teile in ihre Kassen fließt, daß aber eine Schmälerung des Ertrages, den die Tochtergesellschaften erleiden sollten, sie nur im Verhältnisse, also tangential zu ihrer effektiv eingeschränkten Beteiligung trifft, während das überwiegende Maß des Verlustes von den finanzierten Gründungen und dem zerstreuten Gros der vollzähligen Anteile getragen werden muß. Man hat ein offenes Auge für Auswüchse und Mißbräuche dieser Organisationsform und es soll nicht verhehlt werden, daß sich in der Literatur bereits gewichtige Stimmen dagegen gemeldet haben.

Ein junger, gleichfalls heimischer Autor, dessen Name als Volkswirtschafter einen trefflichen Ruf genießt, Dr. Erwin Steinitzer, hat ein wertvolles Buch über „die Ökonomische Theorie der Aktiengesellschaften", (Leipzig 1908) geschrieben. Er nimmt sich kein Blatt vor den Mund und weiß die „Holdings" im allgemeinen und daneben auch auf dem Gebiete des Elektrizitätswesens mit energischen Akzenten zu fassen. Allerdings vollkommen und durchaus kann man ihm nicht beistimmen; er scheut sich nicht, einen Ingenieur Kreller zu zitieren, der dieses System mit den bissigen, auf eine allergrößte Unternehmung gemünzten Worten stigmatisiert, daß das Endprodukt dieser Elektrizitätsgesellschaft nicht aus Fabrikaten, sondern aus Effekten besteht. Ich erwähne diese Bemerkung nur der Kuriosität halber, und man muß sich gewiß hüten, in diesen Chorus mit einzufallen, der nach der jetzigen Sachlage und nach der überragenden und vollwichtigen Stellung jener Großfirma weit überholt und darum nicht am Platze ist. Steinitzer versteht es jedoch, die amerikanischen Beispiele mundgerecht zu machen und hier muß wohl zugegeben werden, daß sie verschiedentlich mit ihrem Schachtelsysteme unheilvolle Verhältnisse und Abhängigkeiten von dem gründenden Institute geschaffen haben. Die Mittel sind, wie wir und auch Dr. Somary angedeutet haben, entweder die Vermischung stimmberechtigten Kapitals mit stimmlosem (heiseren) Kapital; die Kreierung von Aktien mit hoher Stimme und geringer Einzahlung, die Heranziehung fremder Gelder als Unterlage für den Aktienbesitz und vor allem die Häufung von Holding Companies unter entsprechender Kombination, oder elektrisch gesprochen, durch Hintereinanderschaltung mehrerer Holding Companies, um mit einfacher Majorität eine ganze Gruppe von Gründungen und Nachgründungen, Stamm- und Tochtergesellschaften zu fassen und zu be-

*) Vergl. auch den Vorschlag von Bernhard Popper, Direktor des Wiener Bankvereines: „Wechsel in der Herrschaft von Industriegesellschaften durch Ankauf von Aktienmajoritäten" in der „Neuen Freien Presse" vom 2. Juni 1911 auf Schaffung verschieden stimmberechtigter Aktienserien.

Digitized by Google

herrschen. Die Exzesse, die sich im amerikanischen Wirtschaftsleben verschiedentlich gezeigt haben, finden hier keinen fruchtbaren Boden, sie gehen über unsere Begriffe und über unsere Verhältnisse hinaus. Schon die Sorge um das Renommee und das Streben, sich nicht die Aussichten für die weitere Tätigkeit zu verderben, die noch so vieles zu vollbringen hat, sich nicht die Möglichkeit für die weitere Entwicklung zu verscherzen und abzuschneiden, werden unsere elektrische Industrie davon abhalten, derartige unwirtschaftliche Wege zu wandeln oder gar zu forcieren. Dieses Einschachtelungssystem, um eine Ausschlachtung zu begehen, würde hier kaum goutiert werden können. Dazu ist unsere Entwicklung noch viel zu rückständig, die staatliche Aufsicht und das Konzessionssystem zu strenge und die wenigen, aber ausnahmslos ernst vorwärts strebenden elektrischen Gesellschaften, die sich mit Finanzierungen befassen, werden sich hüten, minder gewissenhaften Spekulationstrieben zu fröhnen. Unsere Gesellschaften sind unverkennbar von dem gewissenhaften Bestreben erfüllt und dem wirksamsten Interesse beseelt, daß auch ihre Gründungen gedeihen und sich entfalten. Immerhin ist das Problem gewiß auch bei uns noch nicht erschöpft, man muß diese Erscheinungen jedenfalls im Auge behalten und die Entwicklung nicht etwa derart überspannen, daß das Einschachtelungssystem bei unseren elektrischen Gründungen allzu lebhafte Nacheiferung findet, das, ohne in den Begriff des wahren Trusts und in seine innige Verschmelzung überzugehen, schon im losen Zusammenhange die Voraussetzungen schaffen will, um sich eine Herrschaft anzueignen, die innerlich und materiell nicht gerechtfertigt ist. Gesund sind solche Angliederungen nur dann, wenn die Finanzierungsgesellschaft den kräftigen, üppigen Stamm darstellt, der fähig ist, die Zweige und Äste wurzelfest zu tragen, um sie mit seinem Safte zu nähren, um sich dann mit ihrem Laub zu schmücken und an ihren Früchten zu erfreuen. Eine solche willkommene Art der elektrischen Finanzierung scheint bei uns im vollen Zuge zu sein bei den großen Wiener Verkehrsprojekten zur Elektrifizierung der Stadtbahn und zum Baue der elektrischen Untergrundbahnen. Hier soll, wie zuverlässig verlautet, ein österreichisches und französisches Kapitalkonsortium sich gemeinsam betätigen, um für die Errichtung des Unternehmens das Kapital aufzubringen (Finanzierung), die Lieferungen (Baugeschäft) zu bewerkstelligen und überdies zum Betriebe (Betriebsgeschäfte) eine Sondergesellschaft einzusetzen, wobei noch eine Kooperation der Gemeinde Wien hinsichtlich der Stromversorgung im Felde steht.

In diesem Zusammenhange soll aber auch, nachdem wir die wirtschaftlichen Grundlagen der Finanzierungsgesellschaft auseinandergesetzt haben, noch von jenen Hemmnissen gesprochen werden, unter denen ihre Entwicklung hierzulande zurückgeschraubt ist. Es sind dies vor allem die gesetzlichen Erschwernisse und Unzulänglichkeiten. Der erste Mangel, der hier ins Gewicht fällt, ist das Fehlen von gesetzlichen Bestimmungen für Elektrizitätsanlagen. Wir haben kein Wegegesetz, wir haben kein Stromrecht, überhaupt kein Elektrizitätsrecht, nicht einmal eine handfeste Konzessionsverordnung. Dazu kommt die jetzige Ungunst der wirtschaftlichen Verhältnisse, die eine Verschärfung in der Steuergesetzgebung findet; der große Steuerdruck und die vexatorische Anwendung der steuerrechtlichen Bestimmungen bilden altbeklagte Fußangeln für die Fortschritte der Industrie im allgemeinen und des Elektrizitätswesens im besonderen. Den heimischen Unternehmungen wird solcherart die materielle Konkurrenzfähigkeit trotz technischer Vollkommenheit gegenüber dem Auslande abgeschnitten. Es würde mich hier zu weit führen, wollte ich im Detail und ziffermäßig auseinandersetzen, wie schwer die Steuerlast drückt, welche die Elektrizitätsunternehmungen im Inlande trifft, um wie viel günstiger sich die Position der gleichen Unternehmungen in den meisten auswärtigen Kulturstaaten stellt. Allein davon muß doch in diesem rasch hingeworfenen Bilde Erwähnung geschehen, daß die Begründung von Tochterunternehmungen und die Lust, sich die Mittel dazu durch Ausgabe von Obligationen zu verschaffen, im Gegensatze zu fremden Gesetzgebungen auf die steuergesetzliche Schwierigkeit stößt, daß die Zinsen dieses Schuldkapitals keine Abzugspost bilden, weil auch die Verzinsung des Passivkapitals besteuert wird. Ein Moment aber ist besonders belastend und kann nicht genug scharf hervorgehoben werden, und das ist die typische Doppel- und Mehrfachbesteuerung der Finanzierungsgesellschaften dadurch, daß ihnen ihre Aktien, die sie in ihrem Schranke behalten und die wir als Portefeuille-Aktien bereits erwähnt haben, nach den Dividenden doppelt und mehrfach besteuert werden. Ich habe in meinem bereits genannten Buche in dem Kapitel über „Maßnahmen zur Förderung des Elektrizitätswesens“ (pag. 381 ff.) darauf hingewiesen und auch ein anderer, sehr berufener Fachmann*) hat meines Erinnerns im „Österreichischen Volkswirt“ die gleiche Materie berührt und mit überzeugendem Nachdrucke moniert. Ich möchte ohne Übertreibung sagen, daß sich eigentlich der Staat das Prinzip der Holding Companies, das er möglicherweise scheel ansieht, selbst zur Richtschnur zu nehmen scheint. Die Holding Companie will das Risiko teilen und doch ganz herrschen nach dem Grundsatze altrömischer Staatskunst „divide et impera“. Allein dieser Grundsatz „divide et impera“ wird gerade vom Staate auf die Steuergesetzgebung und die Steuerpraxis angewendet. Der Staat nimmt die Steuern, wo er sie findet; das ist begreiflich. Er nimmt sich die Steuer vom selben Objekte zwei-, drei- und mehrfach, das ist indessen unbegreiflich. Er holt sich sie von den Dividenden der Tochtergesellschaft, der Muttergesellschaft und nochmals von der Finanzierungsgesellschaft usw., kurz aus allen Sammelbecken, in welchen die Gewinne der Subunternehmungen zusammenfließen, obschon sie sich dorthin bereits mit dem um die Steuer geschmälerten Betrage ergießen. Die Steuer nach den Portefeuille-Aktien muß von dem Gründer und von allen gegründeten Zweiganstalten, also zwei- und vielfach bezahlt werden, so daß der nämliche Betrag, der nur einmal abgeworfen und eingeheimst wird, zweimal und mehrere Male versteuert werden muß. Der Fiskus herrscht also, aber eigentlich dividiert er nicht, sondern er multipliziert. In seinem Regime verwandelt sich das „divide et impera“ in ein „multiplica et impera“. Und darin liegt wohl der Hauptgrund, daß bei uns die Finanzierungsgesellschaften nur recht schwerfällig entstehen und nur kümmerlich sich entfalten können. Das fremde Kapital wird abgeschreckt und zieht sich scheu zurück; denn es findet im Auslande unter besseren und günstigeren Lebensbedingungen eine gleichartige Verwendung und höhere Fruktifizierung. Die heimische Industrie muß sich mit dem dürftigen inländischen Kapital begnügen, sie muß es teuer bezahlen, sie nährt sich von den Brosamen, die ihr karg und gemessen zur Verfügung gestellt werden, obzwar ihrer hier ebenso große und entwicklungsfähige Aufgaben harren, als sie sich wo anders ergeben. Und doch drängt unverkennbar und unaufhaltsam die Entwicklung der Industrie nach der Realisiation großzügiger Projekte in der Form der dampfelektrischen und hydroelektrischen Großanlagen, die sich aber nur pflegen lassen, wenn die Konzeption und die Ausführung in die Hand unternehmungsmutiger und

* Generaldirektor Ingenieur Ernst Egger der Vereinigten Elektrizitäts-Aktiengesellschaft.

Digitized by Google

kapitalskräftiger Finanzierungsgesellschaften der Branche gelegt werden, die das nötige fachmännische Verständnis und die freie Urteils- und Entschlußfähigkeit sowie das nötige Geld für solche Projekte besitzen. Sie haben allerdings zu ihrer Rechtfertigung und zu ihrem aussichtsvollen Wirken sich die Notwendigkeit vor Augen zu halten, daß sie sich vor ungesunden Keimen bewahren und sich vor etwaigen Auswüchsen der geschilderten Art behüten. Diese Entwicklungschancen bedingen aber auch, daß der Staat und seine staatsfinanzielle Politik entsprechende Rücksichten nimmt, daß er sich vor übergroßen fiskalischen Belastungen hütet und statt unüberwindlicher Hemmungen, die der gedeihlichen Entfaltung dieser Finanzierungsgesellschaften entgegengesetzt werden, eine Politik der Einsicht und der Förderung befolgt, auf die die Elektrizitätsindustrie vermöge ihrer Errungenschaften und Erfolge und zum Nutzen der wirtschaftlichen Entwicklung des Landes und seiner produktiven Arbeit alles Anrecht besitzt. Der Kampf darum muß fortgeführt werden und darf nicht erlahmen, auch nicht durch schwächliche und zaghafte Kompromisse diskreditiert und gefährdet werden. Und dieser Kampf wird schließlich, allen Zweiflern zum Trotz und ohne Anlehnung an künstliche Stützpunkte zum Erfolge führen, weil die Elektrizität und die von ihr befruchtete individuelle Arbeit, sind sie auch auf sich allein gewiesen, allein genügend stark und mächtig genug sein werden, die Bedeutung und die Wertung, die sie allerwärts im Kulturleben sich errungen haben, auch in der heimischen Gesetzgebung, in der Verwaltung und im Produktions- und Wirtschaftsleben zur Geltung zu bringen. Wenn Sie in diesem Bewußtsein kämpfen und die Energie, die in der Elektrizität schlummert, auf Sie, als ihre Pfadfinder überströmt, müssen und werden Sie siegen.

Elektrische Bahnen in den Vereinigten Staaten.

Die Wechselstromlokomotiven mit 15-periodigen Kommutatormotoren und Parallelkurbeltrieb haben manche Schwächen: Sie verwenden den verwickeltsten Elektromotor, den es gibt; sie haben das sonst so wertvolle Prinzip des elektrischen Einzelantriebes aufgegeben; sie lassen sich nicht in einfacher Weise aus üblichen Überlandnetzen mit 50- oder 60-periodigem Drehstrom speisen; schließlich lösen sie das Problem der für Gebirgsstrecken zur Verminderung der Schienen- und Laufradabnutzung wichtigen Stromrückgewinnung nur in umständlicher Weise. Der vertikale oder schräge Stangenantrieb ruft durch Hammerwirkung, die hohe Schwerpunktslage durch Trägheitskräfte der rotierenden Massen erhöhte Schienenbeanspruchungen hervor.

Die am amerikanischen Horizont auftauchenden Lokomotivbauarten, die zum Teil schon greifbare Formen angenommen haben, müssen deshalb auch bei uns Interesse finden:

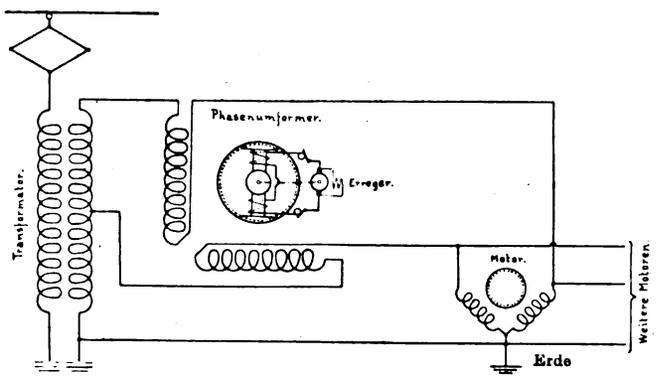


Fig. 1. Einphasen-Mehrphasen-Bahnsystem.

1. Das Einphasen-Mehrphasensystem*) besteht darin, daß dem Fahrzeug hochgespannter Einphasenstrom beliebiger Periodenzahl zugeführt wird; die Triebmotoren sind jedoch zwei oder dreiphasige Induktionsmotoren wie beim Drehstromsystem, deren Betrieb durch Aufstellung eines Phasenumformers auf dem Fahrzeug möglich wird. Die Leistung desselben soll etwa ein Viertel der totalen Motorleistung entsprechen. E. F. W. Alexanderson der General Electric Co. schaltet die gleichphasigen Wicklungen des Phasenumformers und der Motoren hintereinander (Fig. 1) und versieht den Umformer zudem mit Gleichstromerregung, um cos $\varphi = 1$ zu erzielen.

Solche Fahrzeuge mit Phasenspalter wurden schon um 1903 von Ernst Danielson vorgeschlagen und ums Jahr 1911 hat die General Electric Co. (Schenectady) nach den Angaben von E. F. W. Alexanderson eine derartige Versuchslokomotive gebaut. Dieselbe Gesellschaft hat nunmehr eine Einphasen-Mehrphasen-Lokomotive mit Phasenspalter im Bau, die mit sechs Achsen und sechs Motoren zu je 300 *PS* Dauerleistung für 20.000 *kg* Zugkraft bei 24 *km*/Std. und gegen 30.000 *kg* bei 35 *km*/Std. ausgerüstet wird. Jede Triebachse erhält ihren eigenen tiefliegenden Motor offenbar mit Zahnradübersetzung ohne Kurbeltriebe (General Electric Review 1913, Seite 702 ff.).

Das Anlassen und Geschwindigkeitsregeln solcher Lokomotiven kann nach Fig. 1 unter Verwendung von Kurzschlußankermotoren durch Spannungsänderung auf der Einphasenseite geschehen, da die Schaltung einfacher als in den mehrphasigen Stromkreisen wird. Zur Entwicklung besonders hoher Zugkräfte wird man allerdings außerdem noch Widerstände in die Sekundärkreise der Motoren schalten müssen. Bei übersynchronem Antrieb auf Gefällen arbeiten diese Lokomotiven genau so wie reine Drehstromfahrzeuge ganz selbsttätig ins Netz zurück, gestatten also eine nutzbare Stromrückgewinnung unter gleichzeitiger weitgehender Schonung der mechanischen Bremsen, was in einer erhöhten Lebensdauer der Räder und Schienen zum Ausdruck kommt.

Die Westinghouse Electric and Mfg. Co. elektrifiziert zur Zeit eine gegen 50 *km* lange Gebirgsstrecke der Norfolk and Western Railway in West-Virginia (Vereinigte Staaten) nach diesem Einphasen-Mehrphasensystem; die Strecke hat Steigungen bis 20‰. Jede Lokomotive wiegt etwa 120 *t* und übt eine maximale Zugkraft von 26.000 bis 28.000 *kg* aus. Der 25periodige Einphasenstrom, der einer besonderen einphasigen Dampfturbinenzentrale entnommen wird, wird den Lokomotiven (Fig. 2) mit zwei Scherenstromabnehmern zugeführt. Je zwei Mehrphasenmotoren arbeiten mit Zahnrädern auf eine gemeinsame Vorgelegewelle, die auf gleicher horizontaler Höhe mit den Triebachsen liegt. Auf jeder Seite der Motoren ist eine Übersetzung angeordnet. Von der Vorgelegewelle arbeitet eine horizontale Kuppelstange mittels Kurbeln auf zwei Triebachsen. Es sind pro Lokomotive vier Motoren, vier Triebachsen und vorne und hinten je eine Laufachse vorgesehen. Es sollen jeweils zwei solcher Lokomotiven zusammen zum Ziehen oder Schieben der Züge verwendet werden. Die höchste Geschwindigkeit ist 45 *km*/Std. wobei die Motoren mit vierpoligen Wicklungen laufen, bei Umschaltung der Motoren auf acht Pole ergeben sich 22·5 *km*/Std., für den Verschiebedienst sind noch 11 *km*/Std. vorgesehen, die durch Kaskadenschaltung zweier Motoren erzielt werden. Die Bedienung geschieht durch die bekannte Vielfach-Zugsteuerung. Der Luftkompressor wird vom Phasenspalter durch eine Reibungskupplung angetrieben. Auf Stromrückgewinnung im Gefälle wurde mit Rücksicht auf Sicherheit und Wirtschaftlichkeit besonderer Wert gelegt.

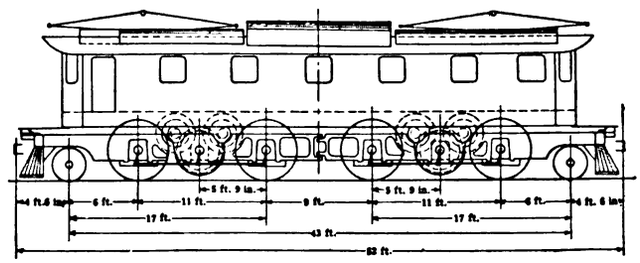


Fig. 2. Einphasen-Mehrphasen-Lokomotive.

2. Das Drehstrom-Gleichstromsystem gewinnt mit der weiteren Durchbildung des Quecksilber-Gleichrichters für große Leistungen entschieden an praktischer Bedeutung. Die General Electric Co. Schenectady bildet dieses System einmal nach Fig. 3 derart aus, daß längs der Strecke dreiphasige Gleichrichter aufgestellt werden, die aus einem beliebigen Mehrphasennetz mit Spannungen bis 150.000 *V* und vor allem auch mit 50 oder 60 Per./Sek. gespeist werden können. Dem Fahrzeug wird Gleichstrom in Spannungen bis 5000 *V* zugeführt; nach Angaben von Armstrong hat die General Electric Co. bereits Gleichstrom-Ausrüstungen für diese Spannung mit Erfolg ausprobiert. Die dreiphasige Anordnung der Gleichrichter hat den großen Vorteil, daß der abgenommene Gleichstrom wesentlich glatter ist als bei einphasiger Anordnung.

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 875, 1007.

Digitized by Google

Die zweite Anwendung des Quecksilber-Gleichrichters besteht darin, daß man ihn in einphasiger Bauart auf der Lokomotive aufstellt, der man Einphasenstrom von 7500 bis 15.000 *V* zuführt. Auch in diesem Falle werden die Triebachsen durch Gleichstrommotoren angetrieben, die aber wegen des starkpulsierenden Gleichrichterstromes wohlgeblätterte Feldgestell erhalten müssen. Das Anlassen und Geschwindigkeitsregeln könnte in besonders wirtschaftlicher Weise durch Änderung der dem Gleichrichter zuzuführenden Einphasenspannung mit Hilfe von Transformatoren mit Abschaltspulen geschehen. Vor kurzem ist in Schenectady eine der 2400 *V*, Butte, Anaconda and Pacific 80 *t*-Lokomotiven von einem 1000 *kW*-Gleichrichter mit Gleichstrom gespeist worden.

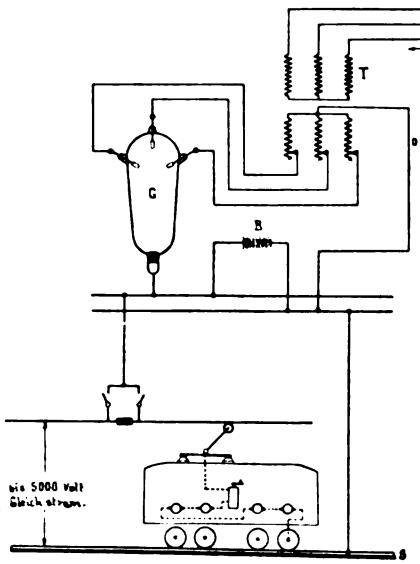


Fig. 3. Drehstrom-Gleichstrom-System. *T* = Transformator, *G* = Quecksilber-Gleichrichter, *R* = Batterie.

3. Außer den zehn Gleichstrom-Lokomotiven*) mit je acht Triebachsen, die 1913 in Betrieb gekommen sind, hat die New York Central and Hudson River Railroad noch sechs Stück bestellt, die je 100 *t* wiegen. Sie haben vier zweiachsige Drehgestelle; auf jeder der acht Achsen sitzt direkt starr ein zweipoliger Gleichstrommotor. Die Dauerleistung der Motoren ist zusammen 2000 *PS*, ihre Stundenleistung 2600 *PS* und vorübergehend geben sie 5000 *PS*. Die Lokomotiven erreichen 100 *km*/Std., die Motoren sind für 1200 *V* isoliert. Außer den Butte, Anaconda and Pacific-Lokomotiven für 2400 *V* Gleichstrom, die zurzeit im Betrieb sind, sind auch für Vollbahnstrecken in Kanada 18 Stück 2400 *V*-Gleichstromlokomotiven in Auftrag gegeben worden, ferner 60 Stück 2400/1200 *V*-Gleichstromlokomotiven für die Michigan United Traktion Co., Jackson.

Niethammer.

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 501.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Die Elektrizitätswerke der Compagnie des Produits Chimiques d'Alais. Die vier Kraftwerke der Gesellschaften nutzen in vier Stufen die Wasserkraft des Arc aus, wobei sich die gesamte hydraulische Leistung von über 50.000 *PS* auf die einzelnen Stufen wie folgt verteilt: Saint Felix 3700 *PS*, Calypso 16.630 *PS*, Pontamafrey 8000 *PS* und Saint Jean 12.000 *PS*. Die Aluminiumerzeugung ist auf zwei dieser Kraftwerke beschränkt, die anderen beiden dienen ausschließlich zur Krafterzeugung. Aus diesem Grunde wurde die Fabrikation im alten Werk Saint Felix aufgegeben und die Wasserturbinen von 1100 *PS* Einheitsleistung mit Drehstromgeneratoren von 700 *kW* bei 400 T. p. M., 600 *V*, 53·3 ∼ gekuppelt. Die Generatorspannung wird auf 5700 *V* zur Energieübertragung durch zwei Aluminiumleitungen von 100 mm^2 nach Calypso in 4 *km* Entfernung erhöht.

Im Werk Calypso sind 13 Einheiten aufgestellt, wovon zehn Turbinen je 1500 *PS* Leistung besitzen und mi 1000 *kW* niedervoltigen Generatoren gekuppelt sind, während zwei Einheiten je 450 *kW* und eine 150 *kW* Leistung besitzen. Außerdem sind zwei Asynchronmotoren mit Käfigwicklung von je 1500 *PS* vorhanden, welche zwei Generatoren von 450 *kW*, 150 *V* antreiben. Die beiden letzten Motorgruppen werden von der Zentrale Saint Felix gespeist, deren Generatoren parallel laufen.

Die Zentrale Pontamafrey dient nur zur Krafterzeugung. Sie besitzt eine Turbine von 4000 *PS*, gekuppelt mit einem Drehstromgenerator von 3600 *kW*, 10.500 *V*, 50 ∼ bei 375 T. p. M.; zwei Turbinen von je 2000 *PS*, gekuppelt mit Drehstromgeneratoren von je 1800 *kW*, 10.500 *V*, 50 ∼ bei 375 T. p. M.; die beiden Erregermaschinen von je 100 *kW*, 110 *V*, 600 T. p. M. werden durch zwei Turbinen von je 150 *PS* betrieben. Die Zentrale ist mit dem Werk Saint Jean durch drei Leitungen von 7 *km* Länge verbunden, die aus Aluminiumkabel von 75, bezw. 150 mm^2 Querschnitt hergestellt sind.

Im Werk Saint Jean entsprechen den drei Generatorgruppen in Pontamafrey zwei Asynchronmotoren von je 1850 *PS*, 9800 *V*, 50 ∼ bei 375 T. p. M., die mit je einem Niederspannungsgenerator von 1250 *kW*, 250 *V* gekuppelt sind. Der dritte Asynchronmotor leistet 3700 *PS* bei 9800 *V*, 50 ∼ 375 T. p. M. und ist mit zwei Generatoren von je 1250 *kW* gekuppelt. Im gleichen Werk sind außerdem zwölf direkt angetriebene niedervoltige Generatoren vorhanden, mit gleicher Einheitsleistung wie vorhin, von denen die Hälfte einzeln durch Turbinen von je 1850 *PS*, die andere Hälfte paarweise durch Turbinen von je 3700 *PS* angetrieben wird.

In allen vier Werken steht zusammen eine elektrische Leistung von 34.700 *kW*, gemessen an den Klemmen der Generatoren, zur Verfügung. (Revue Electrique, 7. 11. 1913.)

Dampfreserven für hydroelektrische Kraftwerke. Von R. Faury. Die Vereinigung von Hilfszentralen für Dampfbetrieb mit hydroelektrischen Kraftwerken verfolgt folgende Zwecke: 1. Schaffung einer Energiereserve für außergewöhnliche Fälle starken Stromkonsums. 2. Reserve für die Zeiten der Trockenheit oder des zu geringen Wasserstandes. 3. Reserve zum regelmäßigen Anschlusse an die hydroelektrische Kraftanlage bei starker Blastung der letzteren. 4. Gleichzeitiger Betrieb mit der hydroelektrischen Kraftanlage.

Eine genügend große Dampfreservezentrale ermöglicht übrigens immer, die Stromerzeugung unter allen Umständen, auch bei kürzeren oder längeren Betriebsstörungen, aufrecht zu erhalten.

Für den ersten der genannten Fälle genügt auch eine mit weniger großen Kosten angelegte kleinere Dampfzentrale.

Die Dampfzentrale soll im Hinblick auf einen leichten und raschen Anschluß an die Transmission der Wasserkraftzentrale, bezw. an das Netz, in nächster Nähe von der letzteren und derart situiert sein, daß die Brennstoffzufuhr leicht und auf billige Weise stattfindet. Auch die Frage der leichten Beschaffung des Kondensationswassers spielt hiebei eine Rolle. Vorteilhafter und billiger ist es, große Krafteinheiten zu verwenden, statt kleinen Maschinenaggregaten. Die Kesselanlage soll derart beschaffen sein, daß der Betriebsdampf mit der erforderlichen Spannung so rasch als möglich bereit und in genügenden Mengen vorhanden ist. Vorteilhaft ist die Verwendung flüssigen Brennstoffes als Feuerungsmaterial dort, wo es die Kosten desselben zulassen.

Im zweiten Fall ist es Aufgabe der Dampfzentralen, die Unregelmäßigkeiten des Wasserstandes der Flußläufe tunlichst auszugleichen. Zum Teil geschieht letzteres auch durch Wassersammelbassins, welche einen Wasservorrat für 24 Stunden und auch mehr aufspeichern; doch genügen diese Maßregeln nicht bei Zeiten großer, länger währender Trockenheitsperioden. Die Größe der Dampfzentrale wird in diesem Falle bedingt durch die Differenz des größten Stromkonsums und die maximale Leistungsfähigkeit der Wasserkraftzentrale in Zeiten großer Trockenheit. Um die größte Ökonomie zu erzielen, soll die Dampfzentrale in diesen Fällen mit der höchsten Belastung arbeiten. Für Wasserkraftanlagen von hohen Gefällen ist es jedoch angezeigt, die betreffende Dampfzentrale mit konstanter Belastung arbeiten zu lassen und die Belastungsschwankungen gegen das Maximum lediglich an die Turbinenanlage (Wasserturbinen) zu übertragen. Die Leistung der Dampfzentrale ist desto wirtschaftlicher, je größer ihre Leistung im Verhältnis zur Gesamtleistung der Kraftanlage ist. Ökonomischer wird immer der Betrieb einer Wasserkraftanlage, wenn man bei Hochwasserständen und anhaltendem Regenwetter das Hochwasser, bezw. Regenwasser in Wasserbassins aufspeichert und die Dampfzentrale in diesen Zeiten ganz ausschaltet.

Der dritte Fall tritt dann ein, wenn die hydraulische Anlage nicht imstande ist, die Spitzenbelastungen des Netzes zu bewältigen oder aber, wenn die beim Bau der Wasserkraftzentrale gemachte Aufstellung über die maximalen Wasserbestände mit den tatsächlichen Wasserverhältnissen zu normalen Zeiten nicht übereinstimmt.

In beiden Fällen braucht die Größe der anzulegenden Dampfzentrale sich nur auf die Differenz der Spitzenbelastung und der mittleren Belastung der Wasserkraftanlage zu beschränken; allerdings muß in beiden Fällen die Dampfzentrale, um tunlichst ökonomisch zu arbeiten, aus möglichst wenig Einheiten bestehen.

Im letzten Falle, beim gleichzeitigen Arbeiten der Wasserkraftanlage mit der Dampfanlage wird angenommen, daß der mittlere Strompreis die Leistungsfähigkeit des hydroelektrischen Kraftwerkes allein übersteigt. Die örtliche Lage der Dampfzentrale soll in diesem Falle möglichst nahe dem Stromkonsumorte sein. Falls für die Bestimmung des Strompreises die Dampfanlage eine größere Rolle spielt als die Wasserkraftanlage, empfiehlt es sich, der Dampfzentrale eine Leistungsfähigkeit zu geben, die der gesamten Belastung entspricht. Die Größe der Einheiten wird in diesem Falle von der Menge des konsumierten Stromes abhängen.

Digitized by Google

Für jeden dieser Fälle sind vor Anlage der betreffenden Dampfzentrale sorgfältige und eingehende Studien der betreffenden örtlichen Verhältnisse unbedingt erforderlich.

(Revue industrielle, 20. 9. 1913.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Über die Korrosion von Kondensatorrohren berichtete kürzlich J. P. Sparrow der Association of Edison Illuminating Companies. Es wurden drei verschiedene Gruppen von Rohrbeschädigungen aufgestellt: 1. Gespaltene oder gesprungene Rohre; 2. eingedrückte Rohre; 3. mehr oder weniger durch Zinkfraß beschädigte Rohre, was sich insbesondere bei spröden, bezw. brüchigen Rohren gezeigt hat. Das Komitee vertritt die Ansicht, daß bisher die als Ursache der Korrosionen angegebene elektrolytische Wirkung von vagabundierenden äußeren Strömen nicht aufrecht erhalten werden könne, daß vielmehr in einer lokalen galvanischen Wirkung der Bestandteile der Rohrlegierung in Anwesenheit eines Elektrolyten, der einzige und wahre Grund der Korrosion der Kondensatorrohre zu suchen sei. Das Spalten der Rohre wird verursacht durch eine nicht richtige Behandlung der Rohre während dem Walz-, Zieh- oder Glühvorgang. Durch starke Biegungsbeanspruchung des Rohres, Vibrationen durch den strömenden Dampf usw. werden sehr häufig Sprünge im rechten Winkel zur Rohrachse erzeugt. Das Spalten der Rohre kann vermieden werden, wenn man dieselben einem besonderen Glühverfahren unterwirft. Beobachtungen, die in der Praxis an Kondensatorrohren gemacht wurden, sowie beschleunigte Korrosionsversuche haben zu der Anschauung geführt, daß die Mikrostruktur der betreffenden Rohrlegierung einen weitaus größeren Einfluß auf die Korrosion und die Lebensdauer der Rohre hat als die Zusammensetzung der Legierung selbst. Ein Rohrsatz, der in einer Schicht im Walzprozeß hergestellt wurde, kann je nach dem Korne und der Härte des Rohrmaterials verschiedene Lebensdauer der Rohre aufweisen. Es wurde die Wahrnehmung gemacht, daß Rohre sowohl von grobkörniger als auch feinkörniger Struktur, wenn sie hart gezogen wurden, kurze Lebensdauer haben und daß nur Rohre aus besonderen Legierungen, die feinkörnige Struktur ergeben, erst dann eine lange Lebensdauer aufweisen, wenn sie nach dem Ziehen einem leichten Ausglühprozeß unterworfen wurden. Es wurde ferner beobachtet, daß alle Rohrbeschädigungen nach den beiden ersten der oben genannten Gruppen bei Rohren mit grobkörniger Struktur vorkamen, während Zinkfraß nach der dritten Gruppe zumeist sich nur bei Rohren mit feinkörniger Struktur vorfand. Versuche, die mit verschiedenen Rohren vorgenommen wurden haben ergeben, daß zum Beispiel Messingrohre, die aus einer Legierung von 70 Teilen Kupfer, 29 Teilen Zink und 1 Teil Zinn bestanden, nur eine maximale Lebensdauer von sechs Jahren hatten. Alle anderen Kupfer-Zinklegierungen haben schlechtere Resultate ergeben. Da das Zink elektrochemische Eigenschaften hat, eignen sich solche Legierungen am besten, die am wenigsten Zink enthalten. Kupfer allein eignet sich deshalb nicht, weil das im Handel vorkommende Kupfer nicht frei von Verunreinigungen ist und immer Kupferoxyd enthält, welches elektronegativ ist. Das Monel-Metall (69 Teile Nickel, 28 Teile Kupfer, 3 Teile verschiedene andere Beimengungen) ist gegen salzhältiges Wasser nicht widerstandsfähig genug. Kupfer-Aluminiumlegierungen haben sich bestens bewährt. Rohre, die aus einer Legierung von 8 Teilen Aluminium und 92 Teilen Kupfer bestanden, haben sich auch bei salzhältigem Wasser gut bewährt und haben während einem 4½jährigen Betriebe einer Korrosion vollkommen Widerstand geleistet. Jedoch nur solche von feinkörniger Struktur. Eine Partie Rohre aus der gleichen Legierung und aus der gleichen Walzenschichte hergestellt, zeigte die charakteristische grobkörnige Struktur und wies unter den gleichen Betriebsbedingungen nur eine Lebensdauer von vier Monaten auf. Aus diesen Erfahrungen und Versuchen kann gefolgert werden, daß der Abnehmer bei der Lieferung von Kondensatorrohren hauptsächlich darauf zu achten hat, daß dieselben durch den Walz- oder Ziehprozeß möglichst ohne Spalten und Risse hergestellt sind, daß sie überall gleiche spezifische Beanspruchung haben und gleichmäßiges feines Korn im Querschnitte zeigen, dessen Feinheit durch ein leichtes Ausglühen bei einer Temperatur von zirka 400° C noch erhöht werden kann. (Power, 14. 10. 1913.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Selbsterregung gesättigter Mehrphasen-Kollektor-Reihenschlußmaschinen. In dem Referat im Heft 52, Seite 1119 des vorigen Jahres wurde versehentlich der Hinweis unterlassen, daß in dem Originalaufsatz Heft 47 der E. T. Z. Dr. Scherbius die Bedingungen der Selbsterregung, wie sie von Binder und Dyhr aufgestellt wurden, mit den von Klinghammer mathematisch abgeleiteten vergleicht und nachweist, daß die von letzterem angegebene Formel günstigere Resultate ergibt und gleichzeitig, daß diese Formel die zureichende Bedingung für das Auftreten der Selbsterregererscheinungen darstellt.

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

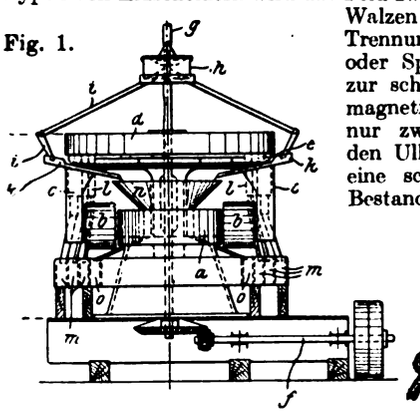
Die Bemessung von Ölschaltern*). Ferguson. Die Bemessung von Ölschaltern erfolgt auf Grund der Kurzschlußleistung, welche die normale Leistung um das 20 bis 50fache innerhalb eines Bruchteiles einer Sekunde übertrifft und die Ursache der Explosionen von Ölschaltern bildet. Solche Explosionen können hervorgerufen werden: 1. Durch ungenügende Bemessung des Gasexplosionsraumes. 2. Zündung der Gase an der Öloberfläche. 3. Funken überschlagen gegen Erde oder zwischen den Phasen innerhalb des Gefäßes oder an den Klemmen. 4. Ungenügende Lichtbogenunterbrechung. Die Gefahr des Kurzschlusses wächst mit der Raschheit des Öffnens, namentlich bei geringen Belastungen; die Verwendung von Zeitrelais hat jedoch den Nachteil der verlängerten Wirkung des Kurzschlusses und bedeutenden Spannungsabfalles (Betriebsunterbrechung). In Kabelnetzen können leicht Überspannungen durch Resonanz entstehen, welche gefährliche Lichtbögen zur Folge haben. Die richtige Bemessung von Ölschaltern erfordert: Genügende Höhe der Ölschichte über den Unterbrecherkontakten und genügende Abstände der metallischen Teile gegen Erde und im Öl (Luft) zwischen den Phasen (Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker). Genügende Zahl der Unterbrechungen pro Phase; rasche Wirkung des Ölschalters; Trennung der Phasen in separaten Gefäßen; genügende mechanische Festigkeit und Beständigkeit gegen Lichtbögen.

Der Verfasser empfiehlt folgende Regel für die Bemessung: „Die maximale Unterbrecherleistung ist als Vielfaches der normalen Kilovoltampere-Kapazität der Anlage auszudrücken, bezogen auf die bei Kurzschluß auftretende Stromstärke bei voller Betriebsspannung". Hiebei ist die innere Reaktanz der raschlaufenden Turbogeneratoren mit 5% anzunehmen; bei langsam laufenden Maschinen kann die Reaktanz und maximale Unterbrecherleistung proportional herabgesetzt werden. Es empfiehlt sich zur Herabsetzung der Kapazität, äußere Reaktanzen anzuordnen. Bei häufigen Kurzschlüssen sind Reaktanzschalter mit Hilfskontakten vorteilhaft, welche vor den Hauptkontakten geöffnet werden; oder es werden die Sammelschienen für höhere Leistungen entsprechend unterteilt und Reaktanzen zwischen die einzelnen Gruppen geschaltet. Die Speiseleitungen erhalten dann je einen Schalter, welcher an den gemeinsamen Gruppenschalter angeschlossen ist. Während in der Zentrale die Reaktanz maßgebend ist, kommt am Ende der Kabelleitung der eingeschaltete Kabelwiderstand bei Bemessung der Unterbrecherkapazität in Betracht. (The Electr., 5. 12. 1913.)

Elektrische Apparate.

Der magnetische Erzscheider Bauart Ulrich. Nach der Zerkleinerung ist die Trennung der Erze in einzelne Bestandteile der wichtigste Prozeß der Aufbereitung der Erze. An Stelle der früher üblichen nassen mechanischen Verfahren ist heute fast durchwegs die magnetische Trennung getreten, die auf der verschiedenen magnetischen Permeabilität der Erzbestandteile beruht. Setzt man die des metallischen Eisens mit 100.000 an, so ist die Permeabilität von Magnetit 40.000, von Eisenspat 760, Eisenglanz 590; die halbe Permeabilität 280 hat Eisenoxyd. Nickeloxyd zeigt nur 35 und Quarz, Kalk usw. noch weniger. Wird also ein Gemenge von Körpern verschiedener Permeabilität in dem Feld zwischen zwei Pole gebracht, so werden die Körper, für welche die magnetische Kraft größer ist als ihre Widerstände (Schwere, Reibung usw.) nach einem Pol hinbewegt, die anderen Körper bleiben an ihrer Stelle; die so getrennten Körper müssen nun durch Förderbänder oder durch die Schwerkraft aus dem Feld herausgebracht werden. Bei einigen Typen von Erzscheidern wird das Feld zwischen zwei sich drehenden Walzen gebildet; hier ist die Trennung keine scharfe. Schneiden oder Spitzen an den Polen sind zur scharfen Trennung schwach magnetischer Körper geeignet, aber nur zweier Bestandteile. Durch den Ullrichschen Erzscheider soll eine scharfe Trennung mehrerer Bestandteile ermöglicht sein.

Fig. 1.



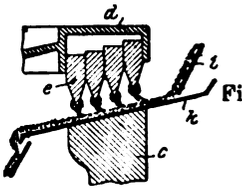


Fig. 2

Bei diesem Apparat wird das Feld zwischen festen Polen und einem sich darüber bewegenden Anker gebildet. Von dem ringförmigen Mittelstück *a* (Fig. 1) gehen strahlenförmig eine Anzahl (zwei bis zehn) wagerechter Arme aus weichem Eisen aus,

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 1101.

Digitized by Google

die die Spulen *b* halten und an deren äußeren Enden die nach aufwärts stehenden einstellbaren Pole *c* befestigt sind. Im Körper *a* ist eine Scheibe *d* gelagert, die eine Kammer zur Aufnahme der unten zugespitzten Ankerringe *e* (1 bis 6) besitzt (Fig. 2); die Scheibe wird durch Kegelräder angetrieben. Bei Verarbeitung von Korngrößen unter 1 *mm* bildet der Polkopf eine geneigte Fläche. Der Polkopf kann auch durch verstellbare Platten gebildet werden, so daß die Feldstärke zwischen diesen und den Ringen verändert werden kann. Bei groben Körnern (5 *cm*) ist nur ein Ring vorhanden. Durch die Speisevorrichtung wird das Gut zwischen dem Pol und dem sich darüber drehenden Ankerring geführt, dort bilden sich so viele magnetische Zonen als Ringe vorhanden sind. Die magnetischen Bestandteile werden an die Schneiden der Ringe gehoben und dort festgehalten, die übrigen werden abgeführt. Ist nur ein Ring vorhanden, so wird das Gut nicht durchgeführt, sondern nur ans Feld herangebracht, die magnetischen Teilchen werden herausgehoben, die anderen fallen aus der Zuführungsrinne nach unten. (Fig. 2). Die Einrichtung kann auch für Naßscheider abgeändert werden. Die Leistung der Apparate richtet sich nach der magnetischen Beschaffenheit und Korngröße. Bei 5 *cm*-Körnern kann man 7 *t* pro Stunde, bei Feinkorn 4 *t* scheiden, stark magnetische Erze angenommen. Bei schwach magnetischen Erzen von 1 *cm* Korngröße kann man nur 0·5 bis 3 *t* stündlich scheiden. Der Arbeitsverbrauch der Maschine ist 0·5 bis 2 *PS*, die Abnutzung gering, das Gewicht 2 bis 3 *t* für die stark- und 2 bis 4·5 *t* für die schwachmagnetischen Erze. (Montan. Rundschau, 1. u. 15. 11. 1913.)

Telegraphie und Telephonie.

Verbesserungen am Wheatstoneschen automatischen Telegraphensender beschreibt R. Lopez. Diese Verbesserungen beziehen sich hauptsächlich auf ein neues Lochverfahren, welches der Verfasser beim Lochen des Papierstreifens zur Übertragung der Morsezeichen mittels automatischen Wheatstone-Apparaten verwendet, und die damit im Zusammenhang stehenden Abänderungen des Apparates. Dabei wird die elektrische Wirkungsweise der Sende- und Empfangsapparate nicht geändert und auch ihre Bedienung bleibt dieselbe.

Sowohl beim alten wie auch beim neuen Lochverfahren unterscheidet man zwei Arten Löcher; die sogenannten Richtungslöcher in der Mitte des Streifens von kleinerem Durchmesser und die sogenannten Arbeitslöcher mit größerem Durchmesser an beiden Rändern des Streifens, die von den Stahlnadeln *E* und *M* (Fig. 3) passiert werden. Während beim alten Lochverfahren die Löcher des oberen und unteren Randes (des Streifens) die Punkte und Striche erzeugen und die Zwischenräume durch Richtungslöcher

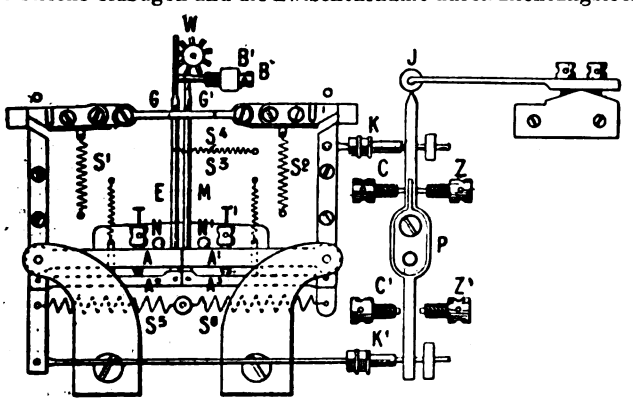


Fig. 3.

gegeben sind, welche nicht von Arbeitslöchern begleitet werden, sind beim neuen Lochverfahren die Arbeitslöcher des oberen Randes nur zur Darstellung der Zwischenräume zwischen Wörter und Buchstaben bestimmt, während der untere Rand nur zur Darstellung der Striche verwendet wird; die Richtungslöcher erzeugen, sofern sie nicht von Arbeitslöchern begleitet sind, im automatischen Sender die Punkte. Zur Darstellung der Punkte ist beim neuen Verfahren kein Arbeitsloch erforderlich und ein Strich wird durch ein Arbeitsloch am unteren Rand erzeugt. Dadurch ist die Arbeit des Lochers im Verhältnis 3 : 1 verringert.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten geänderten automatischen Sender sind die Stifte *N*, *N*¹ auf einem Balanzier befestigt, der eine auf- und absteigende Bewegung vollführt. Die Stahlnadeln *E*, *M* sind an den Hilfshebeln A^2, A^3 drehbar angeordnet und die genaue Einstellung ihrer Länge, die sie dem Sternrad *W* gegenüber haben sollen, wird durch die Schrauben *T*, *T*¹ besorgt. Der gelochte Streifen läuft über dem Sternrad *W* und wird von dessen Zähnen mitgenommen. Die Stahlnadeln *E*, *M* sind mit zwei Nieten *G*, *G*¹ versehen. Die Hebel *A*, *A*¹ werden durch die Federn S^5, S^6 gegen die Stifte *N*, *N*¹ gedrückt und folgen daher der Bewegung des Balanziers. Gleichzeitig verstellen *A*, *A*¹ durch Hebelübersetzung die Anschläge *K*, *K*¹, die ihrerseits den Sendehebel *P* derart beeinflussen, daß er die zur Signalerzeugung erforderlichen Bewegungen vollführt. Der Hebel *P* ist zweiteilig und beide Teile voneinander elektrisch isoliert. Er wird abwechselnd gegen die Kontakte *Z*, *C*, *Z*¹, *C*¹ gedrückt und sendet dadurch den Arbeitsstrom bezw. Ruhestrom in die Leitung. Zwei Metallstreifen *U*, *U*¹ stehen unter der Einwirkung von zwei kleinen, gabelförmig verlaufenden Hebeln. Vor *U*, *U*¹ stehen zwei abgeschrägte Ansätze der Hebel *A*, *A*¹, die ebenso wie *U*, *U*¹ einstellbar sind. Die kleinen Hebel von *U*, *U*¹ werden gegen die Nieten *G*, *G*¹ durch die Federn S^1, S^2 gedrückt und vollführen daher die Bewegungen der Nadeln *E*, *M*.

Die Arbeitsweise ist wie folgt: Angenommen, daß der Hebel *P* in seiner Ruhelage sich befindet, das heißt auf *C*, *Z*¹ geneigt und der Sender wird in Betrieb gesetzt, ohne daß ein Papierstreifen über *W* geht, so machen die kleinen Hebel von *U*, *U*¹ die auf- und absteigende Bewegung von *E*, *M* mit. Beim jedesmaligen Steigen von *E*, *M* werden *U*, U_1 gesenkt und verriegeln die gegenüberliegenden Ansätze der Hebel *A*, *A*¹; die Anschläge *K*, *K*¹ können daher nicht den Hebel *P* beeinflussen, letzterer bleibt also in seiner Ruhelage.

Geht jetzt beispielsweise ein Papierstreifen über *W*, der nur Richtungslöcher besitzt, so können die Nadeln *E*, *M* nicht aufsteigen, weil sie keinen Durchgang durch das Papier finden. Die Metallstreifen *U*, *U*¹ vermögen daher nicht die Ansätze von *A*, *A*¹ zu verriegeln, letztere sind also frei und ermöglichen die regelmäßige Einwirkung der Anschläge *K*, *K*¹ auf den Hebel *P*, wodurch eine Reihe von Punkten erzeugt wird.

In ähnlicher Weise werden die Striche und Zwischenräume erzeugt. Von Vorteil ist ferner, daß die Federn S^5, S^6 nur die Anschläge *K*, *K*¹ betätigen und keinen Druck auf den Papierstreifen ausüben. Man kann daher ihre Spannung beliebig erhöhen und dadurch Kontakte von großer Wirksamkeit zwischen Hebel *P* und Schrauben *C*, *Z*, *C*¹, *Z*¹ erzeugen.

(Journal télégraphique, 25. Nov. 1913.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Der Wellendetektor von Majorana. Der von dem Verfasser als „Elektronenablenker" bezeichnete Apparat soll die von einem glühenden Faden ausgehenden und auf eine kalte Platte auffallenden Elektronen dadurch ablenken, daß durch auftreffende elektromagnetische Wellen positive oder negative Elektrisierungen hervorgerufen werden. Eine ähnliche Einrichtung, die als Ventil wirkt, und zwar nur unter dem Einfluß der negativen Halbwellen, hat Fleming angegeben. Diese negativen Halbwellen werden auch in dem Audion von de Forest*) bevorzugt. Der Apparat nach Fig. 4 hingegen spricht gleichmäßig auf beide Halbwellen an.

In der 3 *cm* breiten Glasbirne ist ein durch die Hilfsbatterie *A* zum Erhitzen gebrachter Glühfaden *F* angebracht, demgegenüber eine Metallplatte *L* gestellt ist. Zwischen beide ragen die beiden Kämme p_1 und p_2 hinein, an welche der Schwingungskreis *c*, *d* anzulegen ist. Bringt man den Faden auf Weißglut, so fließt von der Batterie *B* von 30 *V* ausgehend, auf dem angezeigten Stromweg ein Strom von zirka 0·5 Milliampere. Durch die Kämme wird zirka 10% des Stromes abgeblendet, wenn sie beide auf gleichem Potential sind. Besteht aber eine noch so geringe Potentialdifferenz zwischen *c* und *d*, so tritt sofort im Galvanometer eine Abnahme der Stromstärke ein. Ist diese Potentialdifferenz eine oszillierende, so folgt das Auftreffen der Elektronen auf Platte *L* diesen Ladungsänderungen an den Kämmen; das Galvanometer zeigt eine mitlere Ablenkung an, die kleiner ist als die maximale, das Telephon aber gibt einen Ton, wenn die Frequenz der Ladungen an den Kämmen von Tonhöhe ist. Bei höheren Schwingungszahlen schweigt das Telephon, wenn dieselben länger andauern und konstant sind, bei plötzlichen Schwankungen dieser Schwingungen spricht das Telephon durch Geräusche an, der Apparat kann also in der Funkentelegraphie und Telephonie

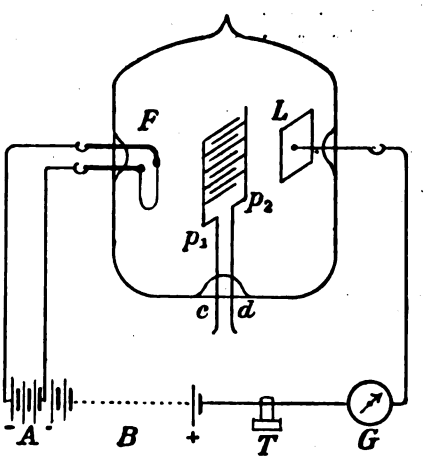


Fig. 4.

*) Siehe E. u. M. 1914, Seite 41.

Digitized by Google

angewendet werden. Der Schwingungskreis soll zweckmäßig von großer Selbstinduktion und kleiner Kapazität sein. An Stelle eines Tantalfadens, der zerstäubt und die Oberfläche von L nichtleitend macht, kann man einen Kohlenfaden benutzen, der jedoch eine größere Energiemenge benötigt. Für die Telephonie genügt es, die beiden Kämme an die Sekundäre einer Spule zu legen, deren Primäre mit dem Mikrophon verbunden ist.

(Jahrb. drahtl. Tel. Bd. 7, Heft 4).

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Ein neues Gaselement gibt Dr. K. Siegl an. Bekanntlich hat schon im Jahre 1838 Matteucci gefunden, daß eine Potentialdifferenz zwischen zwei Platinelektroden dadurch erzeugt werden kann, daß man die Oberflächen derselben mit verschiedenen Gasen bedeckt. Nach einer geschichtlichen Übersicht über die bisher von verschiedenen Forschern angegebenen Gaselemente untersucht der Verfasser den eigentlichen Sitz der Elektrizitätserregung bei einem solchen Element. Er findet, daß bei momentanem Schluß sowie bei Aufladung eines Elektrometers alle Teile der Elektroden elektrizitätserregend sind. Das umgebende Gas ladet die Teile der Elektroden auf, die mit ihm in Berührung stehen, die in die Flüssigkeit hineinragenden Teile tragen zur Elektrizitätserzeugung nichts bei, sondern sind nur schädlich; sie sind also klein zu halten, die Berührungsfläche von Elektrode und Gas muß dagegen sehr groß sein, was dann der Fall ist, wenn eine platinierte Elektrode diskontinuierlich an einem Diaphragma anliegt, das die Gaskammer bildet und von dem Elektrolyten durchtränkt ist. Die Elektroden werden zu diesem Zweck aus platinierten Kohlenkörnern von 3 *mm* Durchmesser gebildet, welche sich in flachen, zugleich die Gaskammern bildenden Tonzellen befinden. Diese sind mit Elektrolyten getränkt und enthalten Kohlenplatten zur Ableitung. Hiedurch ist eine Benetzung der Körner bei gleichzeitiger Berührung mit dem Gas längs einer großen Elektrodenoberfläche ermöglicht. Bei den von der Firma C. Schniewindt in Neuenrade hergestellten Gasbatterien werden beliebig viele solcher flachen Tonzellen, abwechselnd positive und negative, in ein Gefäß gesteckt und entsprechend verbunden. Die Stromdichte ist bei momentanem Schluß im Maximum bis 400 Milliampere, bei längerer Stromentnahme mit 30 und bei kontinuierlicher mit 20 Milliampere zu begrenzen. Durch Steigerung des Druckes läßt sich die Leistung nicht steigern. Einige Betriebsdaten mit Angabe der Betriebskosten und des Gasverbrauches für verschiedene Gaselemente enthält die nachstehende Tabelle:

Cl—H	1·4 *V*	0·3 m^3 H + 0·3 m^3 Cl . .	52	Heller
O—H	0·9 *V*	0·46 m^3 H + 0·23 m^3 C . .	42	„
Luft—H	0·8 *V*	0·52 m^3 H + [0·26 m^3 C] . .	25	„
Luft—Leuchtgas .	0·7 *V*	0·7 m^3 H + [0·35 m^3 C] . .	20·4	„
CO_2—H	0·8 *V*			
Luft—C_2H_2 . .	0·3 *V*			

(E. T. Z. Heft 46, 1913.)

Über Ozonbildung bei verschiedenen Drucken. H. von Wartenberg und L. Mair. Die Ozonisation verläuft nach Krüger (Physik. Z. 1912, 1040) proportional der Menge der durch den Stoß der primär ausgesandten Ionen auf die Gasmoleküle hervorgebrachten Ionen. Nimmt der Druck zu, so nimmt die freie Weglänge der stoßenden Ionen ab, aber die Zahl der getroffenen Moleküle zu und man kann nicht voraussehen, was von größerem Einfluß ist. Um einen mehr qualitativen Überblick über diese Verhältnisse besonders in technischer Hinsicht zu gewinnen, wurden die Ozonkonzentrationen verglichen, die bei zwei bestimmten sekundären Stromstärken bei verschiedenen Drucken resultierten. Die Ozonkonzentration fällt rasch mit steigendem Druck infolge der abnehmenden Ionengeschwindigkeit, und zwar sind schließlich bei 30 Atm. kaum noch Spuren Ozon nachweisbar. Auch bei Drucken unter 0·5 Atm. sinkt die Konzentration schnell, was offenbar damit zusammenhängt, daß ultraviolettes Licht Ozon bei kleinen Drucken rapide zersetzt. Das Maximum der Ozonausbeute in Milligramm O_3 pro Wattsekunde liegt bei etwa 1 Atm. und wird bei den Verhältnissen der Technik sich noch mehr ausprägen, wo schnellere Gasströme und schwächere Ströme benutzt werden als es bei der Versuchsanordnung der Fall war.

(Z. f. Elektroch. Heft 22, 1913.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre. Physik.

Über das Verhalten von ionisierten Funkenstrecken in gekuppelten Kondensatorkreisen. P. Kaltenbach. Wenn die Funkenstrecke eines Kondensatorkreises durch eine kleine Bunsenflamme ionisiert wird, so zeigt sich eine bedeutende Vergrößerung der Schlagweite bei gleicher Spannung. Bei kleineren Funkenstrecken ist diese Vergrößerung relativ nicht so bedeutend wie bei größeren. Der Einfluß, welchen die Ionisation der Funkenstrecke bei einem einfachen Kondensatorkreis ausübt, macht sich auch geltend bei gekuppelten Schwingungskreisen. Der „ionisierte Funke" reißt bei derselben Spannung und derselben Kuppelung leichter ab und erzeugt infolgedessen noch Stoßerregung, wo man ohne Ionisation noch beide Kupplungswellen erhält. Es gibt das ein einfaches Mittel, um zum Beispiel für Meßzwecke eine gewöhnliche Funkenstrecke in eine Stoßfunkenstrecke zu verwandeln. Sehr charakteristische Unterschiede ergeben sich, wenn man die Abhängigkeit der Erscheinung vom Metall der Elektroden untersucht. Die Metalle lassen sich in zwei Gruppen teilen. Während Kupfer, Messing, Silber leicht und bei verhältnismäßig enger Kupplung noch Stoßerregung geben, ist es bei Zink, Magnesium usw. viel schwieriger, die Löschwirkung zu erzielen und gelingt nur in einem beschränkten Bereich bei loser Kupplung. Diese Unterschiede im Verhalten finden sich auch bei der Wirkung der Flammenionisation auf die Schwingungen wieder. Um zu entscheiden, welche Rolle bei diesen Versuchen die Erhitzung der Elektroden durch die Flammentemperatur spielt, wurden Versuche mit gekühlten Elektroden angestellt; es ergaben sich hiebei dieselben Resultate wie ohne Kühlung. Um ferner zu entscheiden, welche Rolle bei den Versuchen mit der Bunsenflamme dem Wasserstoff zukommt, wurde an Stelle der Bunsenflamme eine Kohlenoxydflamme als Ionisator verwendet und es hat sich gezeigt, daß auch diese Flamme die Stoßerregung günstig beeinflußt. Endlich wurden noch andere Ionisationsmittel untersucht. Bringt man einen elektrischen Lichtbogen in die Nähe der Funkenstrecke (1 bis 2 *cm*), so beobachtet man qualitativ dieselben Erscheinungen wie beim Bunsenbrenner. Es ist aber nicht gelungen, einen Einfluß des ultravioletten Lichtes nachzuweisen. Dieselben Erscheinungen wie bei Anwendung der Bunsenflamme waren, wenn auch nicht in so ausgeprägtem Maße, zu erhalten, wenn die eine Elektrode, die aus Platin bestand, bis zum Glühen erhitzt wurde.

(Jahrb. f. drahtl. Telegr. u. Teleph., Bd. 7, Heft 2.)

Magnetochemische Untersuchungen: Messung der absoluten Suszeptibilität des Wassers. W. J. de Haas und P. Dropier. Die moderne Magnetochemie erfordert die genaue Kenntnis der absoluten Suszeptibilität verschiedener Lösungsmittel, insbesondere des Wassers. Gerade darüber jedoch herrscht im Gegensatz zu den Relativwerten noch große Unsicherheit und die Angaben schwanken zwischen 0·51 und $0{\cdot}83 \times 10^{-6}$. Dasselbe ist bezüglich des Temperaturkoeffizienten zu sagen, der nach Curie unmerklich sein soll, nach anderen jedoch -1, $-2{\cdot}5$, bezw. $+0{\cdot}12\,\%$ pro Grad beträgt. Die letzten Messungen der Suszeptibilität des Wassers seit 1900 schwanken um 0·73 als Mittelwert. Genauere Messungen erschienen also wünschenswert. Sie wurden nach einer neu ausgearbeiteten manometrischen Nullmethode durchgeführt und die spezifische Suszeptibilität X wurde nach der Formel

$$X = \frac{k}{D_w} = \frac{(2\,D_m - 2\,D_z - D_a)\,g\,a}{D_w H^2}$$

berechnet, worin k die Suszeptibilität, H den Feldwert, a die nach der angewandten Methode erforderliche Manometerablesung, D_w, D_m, D_z und D_a die Dichten des Wassers, der Manometerflüssigkeit, der Luft und des begrenzenden Gases bei der Beobachtungstemperatur bedeuten. X wurde endgültig gefunden zu $-0{\cdot}747 \times 10^{-6}$ gegen Luft bei 21° und $-0{\cdot}721 \times 10^{-6}$ gegen Wasserstoff bei 20°. (Ann. d. Phys., Nr. 13, 1913.)

Strahlungslehre.

Die elektrodenlose Ringentladung. E. Wachsmuth und B. Winawer, Frankfurt a. M., haben die Erscheinungen, die in elektrodenlosen Röhren (Vakuumkugel mit umgebender Induktionsspule) bei fortschreitender Verdünnung des Gases auftreten, studiert und vom Standpunkte der herrschenden Anschauungen über die Stoßionisation betrachtet. Die erhaltenen Resultate sind die folgenden. Unter passend gewählten Erregungsbedingungen gelangt man bei fortschreitender Verdünnung des Gases zu einem Drucke, bei dem die Stoßenergie hinreicht, um das Gas zu ionisieren (erste Energiestufe). Dieser Druck hängt bei konstanter Erregung von der Füllung der Röhre ab und kann aus den bereits vorhandenen Daten mit guter Annäherung berechnet werden. Bei fortschreitender Verdünnung ist das Verhalten des Gases vorerst genau ein solches, als ob es dem Einflusse eines konstanten Ionisators (einer Röntgenröhre oder einer lichtelektrisch erregten Platte) unterläge. Die Zahl und Geschwindigkeit der erzeugten Jonen wechseln in beiden Fällen in derselben Weise mit dem Druck und führen zu den gleichen Leitfähigkeitskurven. Hiebei ist das Licht des Gases sehr schwach und die meisten stärkeren Linien des endgültigen Spektrums fehlen, so zum Beispiel beim Wasserstoff das ganze erste Spektrum. Wird die Verdünnung noch weiter getrieben und damit die Stoßkraft der Ionen vermehrt, so wird ein zweiter Druck erreicht, der bei gegebener Erregung für das Gas ebenso charakteristisch ist, wie der erwähnte erste Druck. Die Stoßenergie erreicht hier einen zweiten Stufenwert, der sich durch

Digitized by Google

stärkere Ionenabspaltung und intensiveres Licht kundgibt. Erst hier tritt auch das endgültige Linienspektrum des Gases und die eigentliche Ringentladung ein. Eine zahlenmäßige Angabe des zweiten Stufenwertes ist schwierig. Schätzungsweise beträgt die obere Grenze etwa das 25- bis 30fache des ersten Energiewertes. Die untere Grenze ist das zweifache. Beim Übergang von einem Gase zu einem anderen wechselt der zweite Stufenwert der Energie im selben Sinne wie der erste. Der zweite Stufenwert der Energie entspricht demjenigen, den bei Versuchen über das Leuchten von Gasen und die Wirkung der Kathodenstrahlen Gehrke und Seeliger gefunden haben. Nach der Größe des Wertes lassen sich die Gase in die Reihe: Helium, Neon, Argon, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff ordnen. Aus dem Auftreten seines Spektrums ist festzustellen, daß Quecksilber in der Reihe fast genau an der gleichen Stelle wie Sauerstoff steht. Bei diesem Stoff sind die beiden Energiestufen am deutlichsten getrennt. Quecksilber gibt bei schwacher Ionisierung ein kontinuierliches, sei stärkerer ein Linienspektrum. Die Spektren der Gase wurden bei beiden Stufenwerten photographiert und auch der spektroskopische Unterschied ist beim Quecksilber am größten. Außer den Ergebnissen der spektroskopischen Untersuchung deutet auch die beim zweiten charakteristischen Druck einsetzende Vermehrung der Energieabsorption auf die Existenz eines zweiten Stufenwertes hin. (Ann. d. Phys. Nr. 13, 1913.)

Wirtschaftliches.

Verbesserung des Leistungsfaktors in öffentlichen Elektrizitätswerken. R. Nagel. Der mittlere Leistungsfaktor der Werke ist in den letzten Jahren von 0·8 auf 0·75 gesunken. Um ihn zu verbessern, soll man, abgesehen von den bekannten mechanischen und elektrischen Hilfsmitteln, Leerlauf und schwache Belastung von Motoren vermeiden, bei Umformern eher Synchronmaschinen statt asynchroner verwenden und dem Kollektormotor mehr Eingang verschaffen. Am besten ist es, dem Konsumenten geldliche Vorteile zu sichern, wenn er den Leistungsfaktor über den mittleren hebt. Mißt man in einem Drehstromnetz mit gleicher Belastung der drei Zweige die Leistung nach der Zweiwattmetermethode, so ergibt sich der mittlere Leistungsfaktor mit

$$\cos\varphi = \frac{1+x}{2\sqrt{1-x+x^2}},$$

wobei x das Verhältnis des kleineren zum größeren Ausschlag am Wattmeter bedeutet.

Man kann zur Messung zwei Wechselstromzähler mit je einem Zählwerk in der Zweiwattmeterschaltung verwenden und muß dann beide Zifferblätter ablesen; die Summe der Ablesungen gibt den Verbrauch, das Verhältnis beider die Größe x. Man setzt nun die Inanspruchnahme des Werkes bei einem mittleren $\cos\varphi = 0{\cdot}75$ mit 100% fest. Wenn nun ein Konsument bei gleicher Belastung einen $\cos\varphi = 0{\cdot}8$ erzielt, so nimmt er das Werk nur mit 94% in Anspruch. Dieser günstigen Belastung entsprechend werden dann Rabatte auf die Grundtaxe oder auf den gesamten Jahresverbrauch zu gewähren sein. Ein Beispiel ergibt sich wie folgt:

cos φ	Inanspruchnahme des Werkes in Prozenten	Rabatt auf die Grundtaxe in Prozenten	Rabatt auf den gesamten Jahresverbrauch in Prozenten
0·75	100		
0·8	94		
0·85	88	5	1·5
0·9	83	10	3·0
0·95	79	15	4·5
1	75	20	6·0

(E. T. Z. Heft 49, 1913.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Rotationskraftmaschinen.

Eine Erfindung des B. F. Augustine in Buffalo (Ver. St. v. A.) betrifft eine Vorrichtung zur axialen Entlastung der Kolbentrommel von Maschinen mit kreisenden, in der Kolbentrommel radial verschiebbaren Kolben und sichelförmigem Arbeitsraum, dessen äußere Wandung von einem Füllstück des Gehäuses gebildet wird. Zu diesem Zweck sind auf der Außenseite des Füllstückes rechts und links von einem mittleren Flansch Kammern vorgesehen, in denen ein Teil des Dampfes dazu ausgenutzt wird, in entgegengesetzter Richtung auf Endkappen der Kolbentrommel zu wirken, die die Kammern überdecken. (D. R. P. Nr. 262.886.)

Der Universal-Rundlaufmaschine G. m. b. H. in Berlin ist ein Zusatzpatent auf eine Verbesserung an jenen Maschinen erteilt worden, die mit in der kreisenden Kolbentrommel axial verschiebbaren Kolben arbeiten, welch letztere durch ein schräg zur Trommelachse gelagertes, an der Drehung teilnehmendes, ring- oder scheibenförmiges Führungsorgan gesteuert werden, und zwar unter Vermittlung von Universalgelenken, so daß das Organ abwechselnd eine Zug- und Druckwirkung auszuüben hat (vgl. E. u. M. 1913, Seite 42, Fig. 4 und Seite 650, Fig. 3). Dadurch werden aber die die Verbindung zwischen den Kolben und dem Steuerorgan herstellenden Gestänge sowie auch die Universalgelenke ungünstig beeinflußt. Zur Vermeidung dieses Nachteils wird nun an jedem Maschinenende ein Steuergetriebe der genannten Art vorgesehen, so daß beide Steuergetriebe abwechselnd nur eine Druckwirkung auf die Kolben ausüben. Dies bietet noch den weiteren Vorzug, daß man für die Herstellung der Kolben auch Stoffe verwenden kann, die eine Beanspruchung auf Zug nicht zulassen. Auch wird die Bauart des Getriebes erheblich vereinfacht.

(D. R. P. Nr. 260.613.)

Eine Erfindung des G. Martinez in Neapel betrifft eine nach dem Dieselverfahren arbeitende Verbrennungskraftmaschine mit schraubenförmig gestaltetem Kolben und von diesem bewegten rechteckig geformten Schieber. Auf einer zylindrischen Verstärkung der Motorwelle sind zwei schraubenförmig gestaltete Kolben angeordnet, deren jeder in einem besonderen Zylinder untergebracht ist. Jeder Kolben besteht aus zwei Schraubenflächen, von denen die eine in dem einen und die andere in dem entgegengesetzten Sinne gerichtet ist. Zwischen den beiden Kolben, und zwar in einer axialen Ebene durch die Motorwelle, sind zwei mit abgerundeten Ecken versehene rechteckige Scheiben bezw. Platten angeordnet, deren Längsseiten abdichtend an der Außenfläche der Wellenverstärkung, deren andere Ränder dagegen an den einander zugekehrten Flächen der beiden schraubenförmig gestalteten Kolben anliegen. Es werden somit die beiden Zylinder durch ihre Kolben je in zwei Teile geteilt, von denen nur jeweils jener Teil benutzt wird, der sich nach der Motormitte zu befindet. Im wesentlichen zerfällt dann jeder der nutzbaren Zylinderteile bei der Drehung der Motorwelle wieder in drei Unterteile bezw. Kammern, von denen die eine der Expansion, die zweite der Kompression und die dritte der Ein- und Ausströmung dient. (D. R. P. Nr. 265.231.)

Bei einer Maschine von W. Gabbett-Fairfax in London dient als Kolben ein Laufrad, das auf seinem Umfang ausgehölt und hier mit unter einem Winkel zur Radebene in bestimmten Abständen voneinander über den Radumfang angeordneten Scheidewänden versehen ist. Drehbare Widerlager stehen — senkrecht zur Laufradebene — mit den Scheidewänden in Eingriff und werden bei der Rotation des Laufrades in Drehung versetzt. Die Wände und Widerlager bilden sich abwechselnd vergrößernde und verkleinernde Kammern. Fig. 1 zeigt einen Teil der Maschine schematisch in der Abwicklung, wobei zwei Laufräder, eines für die Kompression und eines als Kraftmaschine, vorgesehen sind. Das Gemisch tritt zwischen einer der Scheidewände b und einem der drehbaren Widerlager a_1 am Rade 1 ein, wird in diesen Räumen verdichtet und gelangt dann durch in der Zwischenwand d vorgesehene Kanäle c in das andere Laufrad, wo es zwischen den Wänden b und Widerlagern a^1 Arbeit leistet, nachdem es gleichzeitig mit oder vor dem Schließen der Kanäle c entzündet wird. Nach der Expansion entweicht das verbrannte Gas durch die Kanäle e. Bei einer anderen Ausführung finden Verdichtung und Kraftleistung in einem einzigen Rade statt, das mit Kanälen versehen ist, die mit Taschen im feststehenden Gehäuse zur Deckung gelangen. Die Kammern des Rades geben einmal das verdichtete Gemisch an die Taschen ab, die ihrerseits das Gemisch wieder anderen Radkammern unter gleichzeitiger Zündung weitergeben. Die Maschine kann auch mit Luftspülung arbeiten und auch als Pumpe verwendet werden.

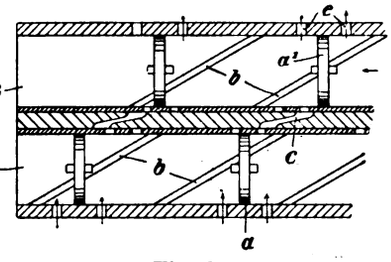


Fig. 1.

(B. P. Nr. 29.039 A. D. 1911.)

Eine für elastische Treibmittel bestimmte Maschine der Buffalo Forge Company in Buffalo (Ver. St. v. A.) besitzt mindestens zwei Rotoren mit schraubenlinienförmig gewundenen Zähnen, die miteinander in Eingriff stehen. Jeder Rotor besitzt rechtsgängig schraubenlinienförmig gewundene, sich über die eine Hälfte seiner Länge erstreckende Zähne und ebenso viele linksgängige, sich über die andere Hälfte der Rotorlänge erstreckende Zähne. Beide Zahngruppen treffen sich in der Mitte des Rotors und die rechtsgängigen des einen stehen mit den linksgängigen Zähnen des anderen Rotors in Eingriff. Dadurch bilden sich an der Eingriffsstelle Taschen, die sich beim Drehen der Rotoren vergrößern, bis die Zähne außer Eingriff kommen. Der in diese Tasche mündende Einlaßkanal ist so angeordnet, daß die Treibmittelzufuhr zu jeder Tasche unterbrochen wird, bevor die Zähne der Tasche außer Eingriff kommen. Der Treibmitteleinlaß ist in einer feststehenden, die Tasche begrenzenden Rippe vorgesehen, die sich den beiden Rotoren aufwärts bis zum Schnittpunkt ihrer Umfänge anschmiegt. Die Einlaßkanäle sind in der Rippe so angeordnet, daß das Mittel beide Rotoren gleichzeitig beaufschlagt.

(Schweiz. P. Nr. 57.369.)

Eine weitere Ausgestaltung dieser Maschine zeigt die in Fig. 2 u. 2a dargestellte Konstruktion von J. H. Van Deventer in Buffalo. Auf den Wellen 6 und 7 sind die Rotoren 8 und 9 gelagert, von denen jeder rechtsgängig gewundene Zähne 10, 10a und linksgängig gewundene Zähne 11, 11a besitzt. Um nun die bei dem vorgenannten Patent besprochenen Taschen zu vergrößern, besteht hier die Neuerung darin, die Zähne aus zwei miteinander zusammenhängenden Teilen 10 und 10a bezw. 11 und 11a zu bilden, von denen die kürzeren Teile 10a bezw. 11a unter einem größeren Winkel zur Achse geneigt sind als die längeren 10 bezw. 11. Aus einem Stück mit der Grundplatte 5 ist die Rippe 12, die bis zum Schnittpunkt der beiden Rotorumfangskreise reicht. Die Rippe kann aber auch, statt wie gezeichnet, zu einem die beiden Rotoren ganz einhüllenden Gehäuse ergänzt werden. Das Treibmittel strömt

Digitized by Google

durch das Rohr 16 und die Kanäle 15, 14, 13 in die sich zwischen den Zähnen 17, 18, 19 bildende und allmählich vergrößernde Tasche 20. Wenn diese Zähne den Einlaßkanal 13 überlaufen haben, wird die Treib-

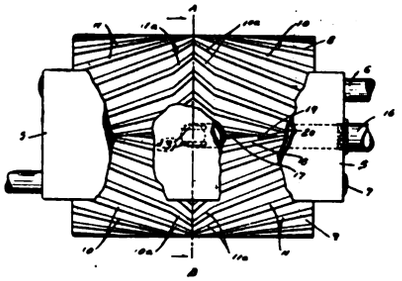


Fig. 2.

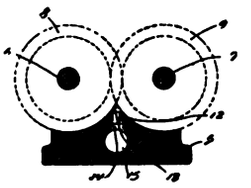


Fig. 2 *a*.

mittelzufuhr zur Tasche abgeschnitten, worauf die Expansion beginnt, die andauert, bis die die Tasche bildenden Zähne außer Eingriff gelangen. Die Expansionsdauer hängt somit ab von der Größe und Lage des Einlaßkanals, vom Winkel, den die die Tasche bildenden Zähne mit der Wellenachse einschließen und von der Länge der Zähne. Aus der Konstruktion ist auch ersichtlich, daß Treibmittelverluste auf ein Minimum beschränkt sind. (A. P. Nr. 1,046.687.)

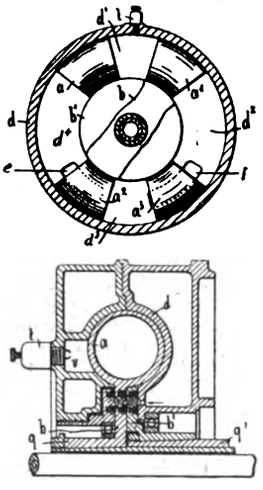


Fig. 3.

Die in Fig. 3 dargestellte Maschine von A. Sanchez und C. Baradat in Paris besitzt einen ringförmigen Zylinder *d*, der zwei Paare von Kolben einschließt, von denen je zwei einander gegenüberliegende an einer auf der zentral gelagerten Welle befestigten Scheibe angebracht sind. Die Kolben a^1 und a^2 sitzen auf der Scheibe *b* der Hohlwelle *q*, die Kolben *a* und a^3 auf der Scheibe b^1 der Hohlwelle q^1. Die beiden Scheiben sind auf Hohlwellen *q* und q^1 aufgekeilt, die mit einem Getriebe verbunden sind, das in bekannter Weise die Kolben zwingt, sich abwechselnd langsam und schnell zu drehen, wobei sich die Kammern d^1, d^2, d^3, d^4 abwechselnd erweitern und verengen. Bei *t* ist die Zündkerze, bei *e* die Einlaß- und bei *f* die Auspufföffnung angebracht. In jeder der vier Kammern treten die vier Phasen des Ottoschen Kreislaufes nacheinander ein und zwar eine jede Phase in dem Augenblick, wenn die betreffende Kammer an die für diese Phase bestimmte Stelle des Zylinders gelangt. Erfindungsgemäß wird nun die Bewegung der Kolben so geregelt, daß sie sich beim Ausstoßen der Abgase und daher auch bei der Verdichtung des frischen Gas-Luftgemisches einander sehr weit nähern. Um dabei den für die Kompression erforderlichen Raum zu schaffen, ist an der Stelle des Zylinders an der die Kompression stattfindet, in der Zylinderwand eine Hilfskammer *v* vorgesehen, deren Volumen sich zu dem der Kammer addiert, in der gerade die Kompression stattfindet. Man erzielt hiedurch eine sehr weitgehende Ausstoßung der Abgase, wodurch auch eine größere Menge frischen Gases angesaugt und der Wirkungsgrad der Maschine verbessert wird. Aber auch die Expansion und der Kolbenweg werden vergrößert, was noch weiter zur Erhöhung der Leistung beiträgt. Die Zündkerze kann statt in der Hilfskammer *v* (wie dargestellt) auch in einer besonderen kleinen Kammer untergebracht sein, jedoch bietet die Anordnung in der Kammer *v* den Vorteil, daß sie dort besser gegen das fortgeschleuderte Öl geschützt wird und daher nicht so leicht verschmutzt.
(D. R. P. Nr. 265.099.)

Eine Verbrennungskraftmaschine mit kreisendem Kolben und mit abwechselnd stillstehendem und dem Kolben nacheilendem Gehäuse besitzt nach einer Ausführung von B. Felsenmaier in Blagowtschensk (Sibirien) ein kreissektorförmiges, an beiden Stirnseiten offenes Gehäuse, das während einer Kolbenumdrehung nacheinander durch einen am Gehäuse gelagerten Deckel auf der einen Stirnseite geschlossen, darauf in der Richtung der Kolbendrehung geschwenkt und endlich in die Anfangsstellung wieder zurückgeschwenkt wird, in der es durch den Deckel wieder geöffnet wird. Gemäß der Erfindung wird der bei bekannten Maschinen zur Anwendung gelangende, sich mitdrehende Hilfskolben durch einen Deckel ersetzt, der sich mit dem Gehäuse dreht. Vorteile der Konstruktion liegen in der Entfernung der Abgase ohne Kraftverbrauch bezw. besondere Vorrichtungen und daß das zur Verbrennung gelangende Gemisch frei von Rückständen des vorhergehenden Arbeitsganges ist. Vorteilhaft ist auch, daß der Arbeitshub doppelt so groß ist, als der Saug- und Kompressionshub zusammengenommen. Durch Anordnung einer größeren Anzahl von Maschinen mit auf der Welle versetzt zueinander befestigten Kolben kann ein vollkommener Kraftausgleich erzielt werden.
(D. R. P. Nr. 265.334.)

Eine Explosionskraftmaschine mit abwechselnd festgestellten und kreisenden zweiteiligen Kolben von E. W. Stürmer in Lehnin i. M. setzt jene Konstruktion als bekannt voraus, bei der ein Kolbenteil zur Welle der Maschine verschiebbar ist und bei der Zündung gegen Rückschwingen durch eine Klinke, die innerhalb des Kolbengehäuses gelagert ist, gesichert ist. Demgegenüber besteht die Erfindung im wesentlichen darin, daß das Kolbengehäuse schwingbar gelagert ist und die den verschiebbaren Kolbenteil stützende Klinke trägt, die durch eine Öffnung des Kolbengehäuses sowie dieses Kolbenteiles in ihre Sperrstellung schwingt. In den gegen die Welle der Maschine verschiebbaren Kolbenteilen sind kleine Kolben angeordnet, die unter dem Gasdruck beide Kolbenteile durch eine Klinke miteinander kuppeln.
(D. R. P. Nr. 263.307.)

Die in Fig. 4 u. 4*a* dargestellte Maschine von Ch. C. J. Reveillé und L. Deruelle in Paris besitzt acht Kolben, von denen *A*, *B*, *C*, *D* auf der Scheibe *J* und *E*, *F*, *G*, *H* auf der Scheibe *J'* befestigt sind. Angenommen, daß die Welle sich dreht und die Scheibe *J* mit den Kolben *A*, *B*, *C*, *D* von dem feststehenden Zylindergehäuse durch die Riegel *I*, *I'* festgehalten wird, so ist die Scheibe *J'* mit ihren Kolben *E*, *F*, *G*, *H* durch die Riegel *K*, *K'* mit der sich drehenden Welle gekuppelt. Das zwischen *B* und *F* sowie *D* und *H* verdichtete Gemisch wird mittels der Zündkerzen *b*, *b'* entzündet. Da die Kolben *B* und *D* feststehen, werden *F* und *H* im Sinne des Uhrzeigers gedreht und nehmen hiebei *E* und *G* sowie die Welle mit. *E* und *G* öffnen, sobald sie sich von *A* und *C* entfernen, je eine Einlaßöffnung und saugen Gemisch in die

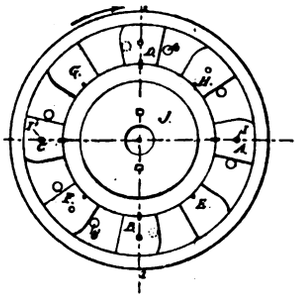


Fig. 4.

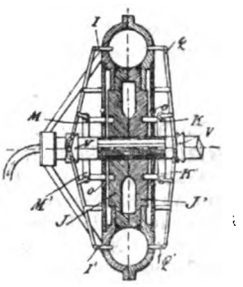


Fig. 4 *a*.

zwischen diesen Kolben entstehenden Räume. Gleichzeitig wird das unmittelbar vorher eingelassene Gemisch zwischen *E*, *B* und *G*, *D* verdichtet. Hat die Verdichtung ihren Höchstwert erreicht, so verschiebt die auf der Antriebswelle aufgekeilte Nutenscheibe *V* die Riegel *I*, *I'*, wodurch die Verbindung zwischen *A*, *B*, *C*, *D* und dem feststehenden Gehäuse gelöst wird. Andererseits greifen die Riegel *M*, *M'* in die die Kolben tragende Scheibe *J* ein, wodurch diese mit dem beweglichen Teil, das heißt mit der Welle gekuppelt werden. Die beiden Scheiben *J*, *J'* werden folglich mit ihren zugehörigen Kolben in Umdrehung versetzt und bringen das Gas-Luftgemisch zu den Zündkerzen *b*, *b'*. Die von der Nutenscheibe *V'* bewegten Riegel *K*, *K'* treten nun aus der Scheibe *J'* heraus, wodurch diese mit den Kolben *E*, *F*, *G*, *H* von der Welle entkuppelt werden. Gleichzeitig greifen die Riegel Q, Q' in die Kolben *E*, *F*, *G*, *H* ein und bringen sie mit dem Zylindergehäuse in Verbindung. Bei der jetzt stattfindenden Explosion werden die Kolben *B*, *D* vorwärts bewegt und drehen die Antriebswelle mit. Während zwischen *E*, *B* und *G*, *D* verdichtet wurde, haben *F*, *H* die Auspufföffnung freigegeben und die verbrannten Gase austreten gelassen. Die Riegel *M*, *M'* und *K*, *K'* werden bei der Drehung der Welle ständig mitgenommen. (D. R. P. Nr. 262.296.)

E. Spindler in Kassel konstruierte eine Explosionskraftmaschine mit abwechselnd sich drehenden und festgestellten Kolbenpaaren, die an mit ebenen Flächen gegeneinanderliegenden Ringstücken befestigt sind. Letztere besitzen im Inneren diametral gegenüberliegende Rasten, in die entsprechend gestaltete, auf einer exzentrisch gelagerten Welle ebenfalls diametral angeordnete Marken eingreifen. Um ein Zurückschleudern des Kolbenpaares, das zuletzt die Arbeit geleistet hat, zu verhindern, besitzen die nach außen liegenden Kanten der die Kolben tragenden Ringstücke Vertiefungen, in die unter Federwirkung stehende Klinken eingreifen. (D. R. P. Nr. 267.641.)

Bei der Maschine von G. R. Inshaw in Uddingston wirkt das Kraftmittel auf Gruppen von Kolben ein, die mit ungleichförmiger Geschwindigkeit um eine gemeinsame Achse laufen und mit der Maschinenwelle durch ein Getriebe (Exzenterräder) verbunden sind. Dieses Getriebe ändert das Übersetzungsverhältnis zwischen den Kolben und der Maschinenwelle entsprechend der ungleichförmigen Geschwindigkeit der Kolben derart, daß die Maschinenwelle eine gleichförmige Bewegung erhält. Das die Kolben einschließende Gehäuse ist derart mit einer der Kolbengruppen verbunden, daß es an der ungleichförmigen Bewegung dieser Kolbengruppe teilnimmt und vermöge des veränderlichen Übersetzungsverhältnisses der Verbindung mit der Maschinenwelle seine ungleichförmige Bewegung als gleichförmige Bewegung auf die Maschinenwelle überträgt. Das Gehäuse wirkt somit im Verein mit den beiden Kolbengruppen als Schwungrad.
(Schweiz. P. Nr. 60.184.)

Eine von A. Sanchez und C. Baradat in Paris herrührende Explosionskraftmaschine mit kreisendem, ringförmigem Zylinder und mehreren Paaren schwingender Kolben, die sich im Viertakt einander nähern und voneinander entfernen, besitzt zur Hervorrufung der Kolbenbewegung ein Epizykloidengetriebe. Gegenüber bekannten Maschinen ähnlicher Art unterscheidet sich die neue dadurch, daß der ringförmige Zylinder nicht feststeht, sondern eine gleichförmige Drehbewegung ausführt, während die Kolben eine Schwingbewegung im Viertakt ausführen. Jede der vier Phasen des Viertaktes findet nacheinander in den einzelnen zwischen den Kolben gebildeten Arbeitskammern dann statt, wenn die Ein- oder Auslaßöffnung oder die Zündvorrich-

Digitized by Google

tung über die Arbeitskammer tritt. Die schwingenden Kolben übertragen ihre Bewegungen auf Zahnräder, die sich in feststehenden Lagern drehen und in ein großes Zahnrad eingreifen, das sich mit dem Zylinder dreht. (D. R. P. Nr. 265.095.)

Eine Erfindung des O. B. Jacobs in Cleveland (Ver. St. v. A.) bezieht sich auf Kraftmaschinen, bei denen sich eine umlaufende Kolbentrommel um feststehende Innenteile dreht, und zwar soll die Kolbentrommel exzentrisch zum Innenkörper liegen. Erfindungsgemäß kann nun die Maschine sowohl als Verbunddampfmaschine als auch als Explosionskraftmaschine betrieben werden. Zu diesem Zwecke sind Hilfskammern usw. eingebaut und Hilfsmittel vorgesehen, um die Leistung für beide Betriebsarten in jeder der beiden Umdrehungsrichtungen so vollkommen wie möglich zu gestalten. (D. R. P. Nr. 264.200.)

Zur Type mit kreisendem Kolben und einem verschiebbaren Widerlagschieber gehört die Explosionskraftmaschine von W. Bartz und A. Brinkmann in Bielefeld. Da hier der Widerlagschieber einen Explosionsraum abzuschließen hat, so muß er besonders schnell betätigt werden. Mit Rücksicht auf die hohen Tourenzahlen des kreisenden Kolbens ist es unbedingt nötig, daß im Augenblick des Durchganges des Kolbens unter dem Widerlager das Gemisch vor diesen strömen muß, und zwar ohne lange Umwege machen zu müssen. Nur unter diesen Umständen ist es möglich, die Explosion voll und ganz auf den Kolben wirken zu lassen, das heißt unmittelbar hinter dem Widerlagschieber. Zum Unterschied von bekannten Explosionskraftmaschinen, bei denen die Bewegung des Schieberorganes durch den Kolben selbst erfolgt und bei denen der als Schieberkolben ausgebildete Widerlagschieber gleichzeitig die Kompression des Gemisches bewirkt, sind nach der Erfindung Doppelschieber angeordnet, die es ermöglichen, das Gemisch unmittelbar nach dem Durchgang des Kolbens hinter diesem zur Explosion zu bringen. Diese Doppelschieber bewirken einen schnellen und sicheren Abschluß. Der den Explosionsraum von der ringförmigen Explosionskammer abschließende Widerlagschieber ist mit einer dem Explosionskammerquerschnitt entsprechenden Öffnung versehen, die beim Hochgehen des Schiebers (verursacht durch eine ansteigende Fläche des Kolbens) von dem zweiten Schieber unter Vermittlung einer Zahnradübertragung geschlossen wird. Dabei steuert der Hauptschieber das Einströmventil für das komprimierte Gemisch derart, daß erst bei vollkommenem Abschluß der Explosionskammer Gemisch eintritt, das unmittelbar nach der Öffnung der Explosionskammer zur Explosion gebracht wird. (D. R. P. Nr. 262.798.)

Eine Explosionskraftmaschine von A. Zaubitzer in Bremerhaven und O. Füssinger in Lehe besitzt einen als Ladepumpe dienenden Widerlagschieber, der bei jedesmaligem Vorbeigang des Kolbens durch eine Steuerung angehoben wird. Das Gemisch tritt in den Pumpenzylinder h (Fig. 5 u. 5a) mittels eines Rückschlagventils ein

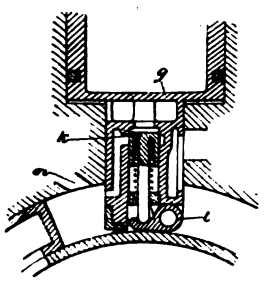


Fig. 5.

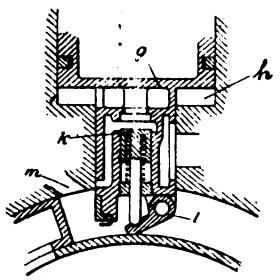


Fig. 5a.

und wird beim Niedergange des Pumpenkolbens g verdichtet. Der Kompressionsdruck wirkt auf den Kolbenschieber k, der mittels Stift auf die Klappe l drückt und diese abwärts dreht. Diese Klappe bewirkt einen vorläufigen Abschluß der Explosionskammer, damit das Gemisch, das durch den inzwischen vom Kolbenschieber freigegebenen Kanal in die Explosionskammer gelangt, nicht entweichen kann. Hat der Kolbenschieber seinen tiefsten Punkt erreicht, so schließt er selbst mit seinem unteren Teil den Explosionsraum dicht ab, wobei eine nur schleifende, aber nicht bremsende Abdichtung herbeiführende Feder den Explosionsdruck nicht voll auf die Klappe wirken läßt. Letztere liegt jetzt horizontal und hat dabei den Kolbenschieber k wieder soweit angehoben, daß er den Einströmkanal abschließt, so daß bei der dann folgenden Explosion kein Explosionsdruck im Ladepumpenzylinder entstehen kann. Jetzt tritt eine Zündvorrichtung bei m in Wirkung und die Kolbenscheibe wird angetrieben. Dieser Vorgang wiederholt sich so oft als Explosionskammern in den Umfang der Kolbenscheibe eingebaut sind. Die Maschine kann mit fertigem Gemisch oder auch als Einspritzverbrennungskraftmaschine arbeiten. (D. R. P. Nr. 263.137.)

Von B. F. Augustine in Buffalo (Ver. St. v. A.) stammt eine Explosionskraftmaschine mit in der exzentrischen Kammer des Zylindereinsatzstückes sich drehenden Kolbenträgern. Die exzentrische Expansionskammer des Einsatzstückes ist einerseits mit der Explosionskammer und andererseits mit der Außenseite des Einsatzstückes verbunden, so daß ein Teil der Gase aus der Expansionskammer auf die Endkappen des kreisenden Kolbenträgers wirken und diesen gegen seitliche Drücke entlasten kann. Bei Maschinen dieser Art setzen sich die aus der Explosion der Ladung hervorgehenden arbeitenden Kräfte aus dem Stoß und dann aus der Expansion der Gase zusammen. Diese Kräfte sind bei Explosionskraftmaschinen naturgemäß veränderlich, da der Gasreichtum des Gemisches wechselt. Bei derartigen Maschinen treten fortgesetzt Veränderungen in den sich aus dem Stoß und der Ausdehnung der Gase ergebenden Kräften auf, was die Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit der Maschine beeinträchtigt. Letztere hängt von den Kräften ab, die in seitlicher Richtung auf die sich bewegenden Teile der Maschine einwirken, also nicht zur Kolbendrehung beitragen, sondern ein Stoßen der Lagerzapfen der beweglichen Teile in ihren Lagern verursachen. Auch der auf der Hauptwelle angeordnete Kompressor, der von derselben Bauart wie die Maschine ist, besitzt die wesensgleiche Entlastungseinrichtung. (D. R. P. Nr. 265.226.)

Aus der großen Zahl der Neuerungen auf dem Gebiete der Verbrennungskraftmaschinen mit kreisenden Zylindern können hier — da die meisten dieser Maschine nur für die Luftschiffahrt Bedeutung haben — bloß einige von allgemeinem Interesse besprochen werden.

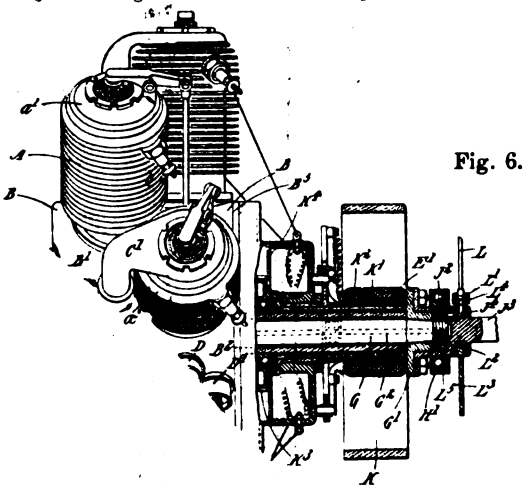


Fig. 6.

Fig. 6 zeigt eine besondere Anordnung der magnetelektrischen Zündvorrichtung für solche Maschinen, bei denen die Kurbelwelle in dem der Zylinderdrehung entgegengesetzten Sinne umläuft. Die von Ch. B. Redrup in Cardiff (Engl.) herrührende Neuerung besteht darin, daß die Ankerwicklung K auf einer die Kurbelwelle G umschließenden und von ihr durch ein Getriebe K^3 angetriebenen Hülse K^2 innerhalb der unmittelbar auf der Kurbelwelle sitzenden Feldmagnete K angeordnet ist. Ein besonderer Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß die Zündvorrichtung in der mit Rücksicht auf die Kurbelbewegung erforderlichen Weise von der Maschine selbst und ohne Zuhilfenahme irgendwelcher ortsfest angeordneter Teile betrieben wird. Infolgedessen kann die ganze Maschine aus ihren Lagern gehoben werden, ohne daß eine Störung des Zusammenhanges und der richtigen Anordnung der Bestandteile eintritt. Die Anordnung gestattet weiters, daß die Maschinenwelle und die Zylinder nach Belieben und je nach der Belastung mit gleicher oder verschiedener Geschwindigkeit umlaufen, wobei entweder die Welle oder die Zylinder festgehalten werden können, ohne die Arbeitsweise der Maschine zu beeinträchtigen. (Ö. P. Nr. 60.177.)

Bei einer Maschine von H. Manrodt in Brooklyn (Ver. St. v. A.) sind die Zylinder in einem Gehäuse angeordnet, das sich in einem feststehenden Gehäuse dreht. Die einander entsprechenden Flächen des umlaufenden und feststehenden Teiles sind Kugelflächen, die gegeneinander durch Dichtungsringe mit kugelförmigen Oberflächen in rings um die Zylinderöffnung herumlaufenden Nuten abgedichtet werden. (D. R. P. Nr. 260.633.)

Der letztgenannte Erfinder hat für seine Maschine auch eine Auspuffanordnung angegeben. Die verbrannten Gase werden aus den Zylindern durch die von den Getriebeteilen beeinflußten Kolben rein ausgestoßen und im wesentlichen unter Eigenspannung durch das Innere von zwei ineinanderliegenden Rohren abgeleitet. Dabei steht das äußere Rohr unter der durch die aus dem inneren Rohr ausströmenden Abgase hervorgerufenen Saugwirkung und ist mit der Außenluft verbunden. Dadurch wird erreicht, daß fast die gesamte Menge der verbrannten Gase bis auf geringe Spuren von letzteren gesondert abgeführt und die letzten Reste etwa mitgerissener Gase durch Frischluft aus den Zylindern ausgewaschen werden, daß also verhindert wird, daß in die Zylinder beim Zurückgehen der Kolben vor der Saugperiode wieder etwas von den verbrauchten Gasen mitgenommen wird. (D. R. P. Nr. 260.538.)

L. Haubner in London ordnet zu beiden Seiten eines auf dem Zylinderdeckel angeordneten Schiebergehäuses eines jeden Zylinders je ein endloses, sämtliche Zylinder umschließendes Rohr an, welche beiden Rohre mit der als Ein- und Auslaß dienenden, durch einen einzigen Schieber gesteuerten Öffnung im Zylinderdeckel derart in Verbindung treten, daß die Speisung aller Zylinder durch das eine, der Auspuff aus allen Zylindern in das andere Rohr erfolgt. Infolge dieser Anordnung kommen die Rohre möglichst dicht aneinander zu liegen, so daß die in den beiden Rohren stattfindenden ungleichen Wärmedehnungen verringert bezw. ausgeglichen werden. (Ö. P. Nr. 62.379.)

Eine von der Firma G. A. Bräuer & Co., Werkzeugmaschinenfabrik in Chemnitz i. Sa. herrührende Zweitaktexplosionskraftmaschine (Ö. P. Nr. 58.760, siehe E. u. M. 1913, Seite 652) wies den Nachteil auf, daß es schwer war, den Zylindern die zur Höchstleistung nötige Füllung zu geben, weil der Querschnitt der Gemischeinlaßöffnung nicht genügend groß gehalten werden kann. Diesem Übelstand wird nun dadurch abgeholfen, daß der Kolben als Stufenkolben ausgebildet ist und mit seinem ringförmigen Ende, in dem eine große Anzahl von Saugventilen untergebracht werden kann, als Pumpenkolben dient, der das Gas-Luftgemisch beim Krafthub des Kolbens in den Pumpenraum einsaugt und beim Verdichtungshub durch eine

Digitized by Google

gleichfalls ringförmige Kammer hindurch anfangs in den Arbeitsraum des Zylinders und den Vorratsbehälter und später in den letzteren ausschließlich hineinschiebt. Die stufenförmige Ausbildung des Kolbens und die ringförmige Anordnung der Ventile hat außer dem Vorzug beliebig großer Durchgangsquerschnitte den weiteren Vorteil, daß die Ventile sich in der gleichen Richtung mit dem Kolben bewegen, so daß beim Kreisen der Zylinder das Gasluftgemisch bereits unter der Einwirkung der Zentrifugalkraft in den Arbeitsraum des Zylinders strömt. (D. R. P. Nr. 263.310.)

Briefe an die Redaktion.

Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Die Frage der vagabundierenden Ströme usw. Von Ing. Johannes Rautenkrantz.

Der Aufsatz des Herrn Ing. Johannes Rautenkrantz in Heft 32 d. J. gibt mir zu folgenden Bemerkungen Veranlassung.

1. Erdwiderstand. Die der Haberschen Abhandlung entnommene Angabe über die Größenordnung der Erdwiderstände in Städten, das ist 200 bis 300 Ohm/cm^3 Würfel, halte ich nach meinen Erfahrungen für zu hoch. Ich hatte Gelegenheit, in einer großen Anzahl von Städten Widerstandsmessungen an den verschiedenartigsten Erdbodenproben vorzunehmen. Die gefundenen Werte liegen, von krassen Ausnahmefällen abgesehen, etwa zwischen 10 und 1000 Ohm. Ein einigermaßen zuverlässiger Mittelwert läßt sich nur aus einer großen Anzahl von Messungen ableiten. Nach meinen Messungen liegt er ungefähr bei 100 Ohm. Prof. Dipl.-Ing. S. Ruppel*) fand Werte zwischen 7·7 Ohm (Lehm mit 40 Volumenprozent Wasser) und 129 Ohm (Sand mit 9 Volumenprozent Wasser); bei starkem Frost erhöhte sich der Widerstand bis um 1000%, durch Austrocknen des Bodens bis um 100%, durch Temperaturerhöhung von 20% erniedrigte er sich bis um 60%.

2. Schienenwiderstand. In der für den Widerstand pro m Schiene angegebenen Formel

$$1{\cdot}1 \,.\, \frac{m}{p} \,.\, 10^{-3} \text{ Ohm},$$

in der p das Gewicht der Schiene in kg/m bedeutet, ergibt sich der Faktor 1·1 aus dem Quotienten: spezifisches Gewicht dividiert durch spezifische Leitfähigkeit. Wird das spezifische Gewicht zu 7·85 angenommen, so erhält man daraus für Schienenstahl die verhältnismäßig hohe spezifische Leitfähigkeit von 7·1 Siemens. Die von der Vereinigten Erdstromkommission an in Deutschland üblichen Schienenprofilen festgestellten Werte sind wesentlich niedriger, ungefähr zwischen 4 und 6 Siemens. Es wäre interessant, zu erfahren, ob jener Faktor 1·1 mittleren Verhältnissen bezüglich des in Österreich verwendeten Schienenstahls entspricht. An mehreren Rillen- und Vignolesschienen aus österreichischem Martinstahl fand ich Werte zwischen 6·1 und 6·5 Siemens; eine neue, im Jahre 1912 gewalzte Rillenschiene hatte jedoch die außergewöhnlich hohe Leitfähigkeit 7·3.

3. Schädigungsgrenzen. Es wird erwähnt, daß schon bei einer Austrittsstromdichte von 1 $MA\,dm^2$ am Rohr von Schädigungen gesprochen werden könnte, und daß daher die Deutsche Erdstromkommission in § 5 ihrer Vorschriften die Grenze des höchst zulässigen Austrittsstromes mit 0·75 MA/dm^2 festgelegt habe.

Dies kann meines Erachtens leicht zu der irrtümlichen Meinung Veranlassung geben, daß kleinere Werte der Dichte als den Rohrleitungen praktisch nicht mehr schädlich anzusehen seien. Wer sich eingehend mit Erdstrommessungen beschäftigt, wird aber finden, daß die Grenze der zulässigen Rohrgefährdung in vielen, wenn nicht in den meisten Fällen, tiefer liegt. Diese Gefährdung (Schädigungsgrenze) läßt sich überhaupt nicht durch einen allgemein feststehenden Wert der Stromdichte ausdrücken, sondern muß je nach den örtlichen Verhältnissen unter sachgemäßer Berücksichtigung aller die Gefährdung beeinflussenden Nebenumstände — Beschaffenheit des Erdbodens, der Rohroberfläche usw. — von Fall zu Fall entschieden werden.

Bei dem Entwurf der Deutschen Vorschriften, die bekanntlich für neue, das heißt seit dem 1. Juli 1910 errichtete Bahnen und Erweiterungen gelten sollen, und die sich auf mittlere Verhältnisse beziehen, wurde daher die Möglichkeit in Betracht gezogen, daß Röhren unter besonders ungünstigen Verhältnissen auch bei Erfüllung der §§ 1 bis 4 der Erdstromvorschriften noch unzulässig gefährdet sein könnten. Um auch für derartige Fälle die Gefährdung nach Möglichkeit herabzusetzen, wurde nach einem Wert der Stromdichte gesucht, bei dem die Rohrleitung „unbedingt" gefährdet ist, und bei dessen Auftreten infolge von Bahnerdströmen weitere Schutzmaßnahmen getroffen werden müssen, selbst dann, wenn die übrigen Vorschriften erfüllt sein sollten.

*) E. T. Z. 1913, Heft 43, Seite 1221. (Vgl. E. u. M. 1913, S. 1101.)

Dem im Interesse des Schutzes der Rohrleitungen liegenden Bestreben, diesen Wert so niedrig wie möglich festzusetzen, stand jedoch entgegen, daß weitergehende Maßnahmen an der Bahnanlage, namentlich wenn sie nachträglich durchgeführt werden müssen, unter Umständen mit Kosten verbunden sind, die zu der dadurch erreichten Verminderung der Rohrgefährdung in keinem angemessenen Verhältnis stehen können.

Unter diesen Gesichtspunkten ist der in § 5 der Vorschriften angegebene Wert von 0·75 MA/dm^2, der nach meinen Erfahrungen an und für sich im allgemeinen entschieden bedenklich ist, zu betrachten.

Es sei übrigens noch darauf hingewiesen, daß wegen der gewöhnlich ungleichmäßigen Verteilung des Stromes auf der Rohroberfläche das Ergebnis der Stromdichtemessung außer vom Zufall auch davon abhängen kann, welche wirksame Fläche — 1 dm^2 oder weniger — der Meßrahmen hat. Je kleiner die Fläche ist, desto größer wird bei ungleichmäßig verteiltem Strom die gemessene Dichte sein, wenn der Rahmen gerade über einer eng zusammengedrängten Anfressungsstelle liegt; umgekehrt kann die gemessene Dichte dann desto kleiner ausfallen, wenn der Rahmen die Anfressungsstellen nicht oder nur zum Teil bedeckt.

Frankfurt a. M., 10. November 1913. *Friedrich Besig.*

Erwiderung:

Der Erdwiderstand ist allerdigs sehr verschieden, deshalb empfahl ich in meinem Aufsatze auch jeweilig mit der Kohlrauschschen Wechselstrommeßbrücke den Widerstand zu bestimmen. Bezüglich des Schienenwiderstandes bemerke ich, daß die Formel wohl genauer

$$\frac{\gamma}{\sigma} \,.\, \frac{m}{p} \,.\, 10^{-3} \text{ Ohm}$$

heißt; wobei γ das spezifisches Gewicht und σ die spezifische Leitfähigkeit bedeutet. Für letztere gibt J. A. Capp Werte von 4·5 ÷ 9·7 also im Mittel 7·1 an, die auch in den Kalender für Elektrotechniker übernommen sind.

Im allgemeinen dürfte die Messung des Schienenwiderstandes nach dieser Methode selten vorgenommen werden, da er gewöhnlich bekannt ist. Bei den Stößen kommt es gewöhnlich nur darauf an, festzustellen, ob der Stoß gut oder schlecht ist.

Bei der Anführung der Schädigungsgrenze habe ich ausdrücklich hervorgehoben, daß schon merkliche Einwirkungen bei einer Stromdichte von $^1/_{10}$ Milliampere pro dm nachweisbar sind. Jedenfalls ist die weitere Darlegung des Begriffes „Schädigungsgrenze" durch Herrn Besig im Interesse der Sache freudig von mir begrüßt.

Wien, den 25. Dezember 1913. *Rautenkrantz.*

Vereins-Nachrichten.

Neue Mitglieder.

Vidmar M., Dr., Laibach.
Lißner Johann, Dr., Wien.
Winter Nikolaus, stud. techn., Wien.
Wirz Emil, Dr., Burgdorf.
Seifert Adolf, Wien.
Rokos Wilhelm, Breslau.
Scholze Rudolf, Christofsgrund.
Gabron Josef, Berlin.
Mellinger Andreas, Dipl.-Ingenieur, Berlin.
Hausenblas Franz, Elektrotechniker, Modlan.
Bonulj Josef, Dipl.-Ingenieur, Nürnberg.
Langer Franz, Maschinenwärter, Mallnitz.
Beckmann Hermann, Ober-Ingenieur, Dr., Berlin.

Vereinsversammlungen.

Die Vereinsversammlungen werden, wenn nicht anders angegeben, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 11, I. Stock, abgehalten und wurden hiefür für die Vortragsaison 1913/14 folgende Tage festgesetzt:

21. Jänner, 4. und 18. Februar, 4. und 18. März und 1. und 15. April 1914.

Vortrag.

Mittwoch den 21. Jänner: Vortrag des Herrn Dr.-Ing. Walter Conrad: „Bau und Betrieb von Seilschwebebahnen für Personenverkehr". (Mit Lichtbildern.)

Ausgeführte Systeme österreichischer Seilschwebebahnen für Personenverkehr. Vorführung und Beschreibung der Vigiljochbahn bei Meran und der Kohlererbahn bei Bozen. Der Bau der Bahn von Chamonix auf die Aiguille du Midi im Montblanc-Gebiet. Vorgeschichte. Projekt, Baujahr 1913, Bauführung auf 2400 m Seehöhe, Vorbereitungsarbeiten bis 2950 m Seehöhe.

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 13. Jänner 1914.

Digitized by Google

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.428.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 12. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechszehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Analytische Beziehungen für den mehrphasigen Asynchronmotor (allgemeiner Wechselstromtransformator). Von Marine-Ing. H. Kafka 65
Die hydroelektrische Anlage der Portlandzementfabrik in Brassó. Von Ober-Ing. W. Fuchs, Budapest 71
Die Relativitätstheorie 76
Rundschau:
Elektrizitätswerke, Anlagen 82
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 82
Elektrische Beleuchtung 83
Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 83
Elektrische Apparate 83
Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen 84
Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 84
Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie 84
Stoffe für die Elektrotechnik 84
Strahlungslehre 85
Chronik 85
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Dampfturbinen 86
Vereinsnachrichten 88
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *41—56*

Analytische Beziehungen für den mehrphasigen Asynchronmotor (allgemeiner Wechselstromtransformator).

Von Marine-Ing. **H. Kafka.**

Im nachfolgenden sollen für den mehrphasigen Asynchronmotor einige analytische Beziehungen abgeleitet werden, insbesondere Ausdrücke für die Komponenten des Primärstromes I_1, des Sekundärstromes I_2 und des Magnetisierungsstromes I_μ in Abhängigkeit von der Schlüpfung s sowie Ausdrücke für die Mittelpunktskoordinaten und Radien der zugehörigen Betriebskreise.

Der Einfachheit wegen soll das Übersetzungsverhältnis zwischen Stator und Rotor = 1 angenommen werden; bei anderen Übersetzungsverhältnissen sind die sekundären Größen in bekannter Weise auf den Primärkreis zu reduzieren.

In den abgeleiteten Formeln ist sowohl der Ohmsche Widerstand der Statorwicklung r_1 als auch die Konduktanz des „Verluststromkreises" $\frac{r_a}{x_a^2 + r_a^2}$ berücksichtigt. Vorausgesetzt ist die Konstanz der Größen r_1, x_1, r_a, x_a, r_2 und x_2 (siehe Fig. 1) bei allen Belastungen. Die Entwicklungen gelten „pro Phase".

Für den Primärstrom und den zugehörigen Betriebskreis hat unter denselben Voraussetzungen bereits Dr. Krug in seiner Arbeit „Das Kreisdiagramm der Induktionsmotoren" (Berlin 1911, Verlag J. Springer) analytische Ausdrücke abgeleitet.

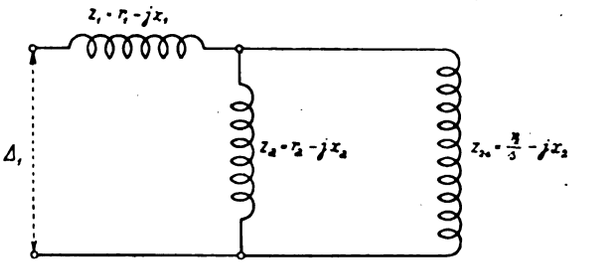


Fig. 1.

Aus dem Ersatzstromkreis für den mehrphasigen Asynchronmotor, Fig. 1 (siehe auch Arnold, W. T., V. 1, Seite 79), ergibt sich für die mit der Schlüpfung s veränderliche Gesamtimpedanz Z_s die vektorische Gleichung:

$$\left.\begin{aligned} Z_s \mathrel{\widehat{=}} z_1 + \frac{1}{\frac{1}{z_a} + \frac{1}{z_{2s}}} \mathrel{\widehat{=}} z_1 + \frac{z_a z_{2s}}{z_a + z_{2s}} \mathrel{\widehat{=}} \\ \mathrel{\widehat{=}} \frac{z_1 z_a + z_1 z_{2s} + z_a z_{2s}}{z_a + z_{2s}} \end{aligned}\right\} \quad 1).$$

Es ist somit die konstant anzunehmende primäre Klemmenspannung $\Delta_1 \mathrel{\widehat{=}} I_1 Z_s$ und der Primärstrom $I_1 \mathrel{\widehat{=}} \frac{\Delta_1}{Z_s} \mathrel{\widehat{=}} \Delta_1 Y_s$:

$$I_1 \mathrel{\widehat{=}} \Delta_1 \frac{z_a + z_{2s}}{z_1 z_a + z_1 z_{2s} + z_a z_{2s}} \quad \ldots \quad 2).$$

Wenn wir für die Teilimpedanzen die komplexen Ausdrücke einführen:

$$z_1 = r_1 - jx_1$$
$$z_a = r_a - jx_a$$
$$z_s = \frac{r_2}{s} - jx_2;$$

so erhalten wir

Digitized by Google

Nach der Auswertung der Ausdrücke für α, β und γ wird die Abszisse des Mittelpunktes des I_1-Kreises:

$$m_1 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{2\sigma k_1 k_2 + z_a^2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad . \quad 14)$$

und die Ordinate

$$n_1 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{2 (r_1 k_2 + r_a x_2)}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad . \quad 15)$$

sowie der Radius

$$R_1 = \sqrt{m_1^2 + n_1^2 - \Delta_1^2 \frac{k_2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2}}.$$

Wenn wir unter der Wurzel die Quadrierung ausführen und auf gleichen Nenner bringen, so resultiert im Zähler der Ausdruck:

$$4\sigma^2 k_1^2 k_2^2 + 4\sigma k_1 k_2 z_a^2 + z_a^4 + 4 r_1^2 k_2^2 + 8 r_1 r_a k_2 x_2 + + 4 r_a^2 x_2^2 - 4\sigma k_1^2 k_2^2 - 4 r_1^2 k_2^2 - 8 r_1 r_a k_2 x_2 - 4 r_a^2 k_2 k_2.$$

Beachten wir, daß die ersten zwei Glieder dieses Ausdruckes

$$= 4\sigma k_1 k_2 (k_1 k_2 - x_a^2) + 4\sigma k_1 k_2 x_a^2 + 4 (k_2 k_2 - x_2^2) r_a^2$$

sind, so heben sich alle Glieder des Zählerausdruckes bis auf z_a^4 weg und wir erhalten:

$$R_1 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{z_a^2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad . \quad 16).$$

I_2-Kreis.

Analog ergeben sich für den Sekundärstrom die beiden Gleichungen:

$$\Delta_1 r_a = v\left[\frac{r_2}{s}(r_1 + r_a) + r_1 r_a - \sigma k_1 k_2\right] + + u\left[\frac{r_2}{s} k_1 + r_1 k_2 + r_a k_2\right]$$

$$\Delta_1 x_a = v\left[\frac{r_2}{s} k_1 + r_1 k_2 + r_a k_2\right] - - u\left[\frac{r_2}{s}(r_1 + r_a) + r_1 r_a - \sigma k_1 k_2\right].$$

Durch Eliminierung von $\frac{r_2}{s}$ resultiert schließlich die Gleichung des genauen I_2-Kreises:

$$u^2 + v^2 - u \Delta_1 \frac{r_a \gamma + k_1 x_a}{\beta\gamma - \alpha k_1} - v \Delta_1 \frac{x_a \gamma - r_a k_1}{\beta\gamma - \alpha k_1} = 0 \quad 17).$$

Der I_2-Kreis geht durch den Ursprung, da für Synchronismus ($s = 0$) der Sekundärstrom $I_2 = 0$ wird.

Aus der Gleichung 17) ergibt sich die Abszisse des Mittelpunktes

$$m_2 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{x_a (x_1 + x_a) + r_a (r_1 + r_a)}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} = = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{x_1 x_a + r_1 r_a + z_a^2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad 18)$$

und die Ordinate

$$n_2 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{r_1 x_a - r_a x_1}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad . \quad 19)$$

sowie der Radius

$$R_2 = \sqrt{m_2^2 + n_2^2}.$$

Wenn die Quadrierung unter der Wurzel ausgeführt wird, resultiert im Zähler der Ausdruck:

$$x_1^2 z_a^2 + r_1^2 z_a^2 + 2 z_a^2 (x_1 x_a + r_1 r_a) + z_a^4 = z_a^2 [k_1^2 + (r_1 + r_a)^2]$$

und damit

$$R_2 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{z_a \sqrt{k_1^2 + (r_1 + r_a)^2}}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad . \quad 20).$$

Dieser Ausdruck für R_2 wird später noch in eine einfache Beziehung zu R_1 gebracht werden.

R_2 läßt sich auch auf andere Weise ermitteln.

Wir fanden

$$I_2 = \Delta_1 \frac{z_a}{\sqrt{\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 g + \frac{r_2}{s} h + i}}.$$

Da der I_2-Kreis durch den Ursprung geht, ist $I_{2\,max} = 2 R_2$; wir erhalten demnach für $\frac{r_2}{s}$ entsprechend $I_{2\,max}$ die Bedingungsgleichung:

$$\frac{d I_2}{d\left(\frac{r_2}{s}\right)} = \Delta_1 \cdot \frac{-z_a \cdot \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 g + \frac{r_2}{s} h + i}} \left(2 \frac{r_2}{s} g + h\right)}{\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 g + \frac{r_2}{s} h + i} = 0.$$

Es ergibt sich

$$2 \frac{r_2}{s} g + h = 0 \text{ und daraus } \frac{r_2}{s} = -\frac{h}{2g}.$$

Demnach

$$I_{2\,max} = 2 R_2 = \Delta_1 \frac{z_a}{\sqrt{\frac{h^2}{4g} - \frac{h^2}{2g} + i}} = \Delta_1 \frac{2 z_a \sqrt{g}}{\sqrt{4 g i - h^2}}$$

und

$$R_2 = \Delta_1 \frac{z_a \sqrt{g}}{\sqrt{4 g i - h^2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 20a).$$

I_μ-Kreis.

Für den Magnetisierungsstrom I_μ ergeben sich die beiden Gleichungen:

$$\Delta_1 \frac{r_2}{s} = v\left[\frac{r_2}{s}(r_1 + r_a) + r_1 r_a - \sigma k_1 k_2\right] + + u\left[\frac{r_2}{s} k_1 + r_1 k_2 + r_a k_2\right]$$

$$\Delta_1 x_2 = v\left[\frac{r_2}{s} k_1 + r_1 k_2 + r_a k_2\right] - - u\left[\frac{r_2}{s}(r_1 + r_a) + r_1 r_a - \sigma k_1 k_2\right]$$

und daraus analog wie früher die Gleichung des genauen I_μ-Kreises:

$$u^2 + v^2 - u \Delta_1 \frac{k_1 x_2 - \alpha}{\beta\gamma - \alpha k_1} - v \Delta_1 \frac{x_2 \gamma + \beta}{\beta\gamma - \alpha k_1} + + \Delta_1^2 \frac{x_2}{\beta\gamma - \alpha k_1} = 0 \quad 21).$$

Die Abszisse des Mittelpunktes wird:

$$m_\mu = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{2\sigma k_1 k_2 - x_1 x_a - r_1 r_a}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad . \quad 22),$$

die Ordinate:

$$n_\mu = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{r_1 (x_2 + k_2) + r_a (x_2 + k_2)}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad . \quad 23)$$

und der Radius

$$R_\mu = \sqrt{m_\mu^2 + n_\mu^2 - \Delta_1^2 \frac{x_2}{\beta\gamma - \alpha k_1}} = = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{z_1 z_a}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} = \frac{z_1}{z_a} \cdot R_1 \quad 24).$$

Es ist selbstverständlich

$$m_1 = m_2 + m_\mu \text{ und } n_1 = n_2 + n_\mu.$$

Die Radien R_1, R_2 und R_μ lassen sich nun in eine bemerkenswerte Beziehung bringen.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechszehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Analytische Beziehungen für den mehrphasigen Asynchronmotor (allgemeiner Wechselstromtransformator). Von Marine-Ing. H. Kafka 65
Die hydroelektrische Anlage der Portlandzementfabrik in Brassó. Von Ober-Ing. W. Fuchs, Budapest 71
Die Relativitätstheorie 76
Rundschau:
Elektrizitätswerke, Anlagen 82
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 82
Elektrische Beleuchtung 83
Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 83
Elektrische Apparate 83
Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen 84
Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 84
Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie 84
Stoffe für die Elektrotechnik 84
Strahlungslehre 85
Chronik 85
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Dampfturbinen 86
Vereinsnachrichten 88
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *41—56*

Analytische Beziehungen für den mehrphasigen Asynchronmotor (allgemeiner Wechselstromtransformator).

Von Marine-Ing. **H. Kafka.**

Im nachfolgenden sollen für den mehrphasigen Asynchronmotor einige analytische Beziehungen abgeleitet werden, insbesondere Ausdrücke für die Komponenten des Primärstromes I_1, des Sekundärstromes I_2 und des Magnetisierungsstromes I_μ in Abhängigkeit von der Schlüpfung s sowie Ausdrücke für die Mittelpunktskoordinaten und Radien der zugehörigen Betriebskreise.

Der Einfachheit wegen soll das Übersetzungsverhältnis zwischen Stator und Rotor = 1 angenommen werden; bei anderen Übersetzungsverhältnissen sind die sekundären Größen in bekannter Weise auf den Primärkreis zu reduzieren.

In den abgeleiteten Formeln ist sowohl der Ohmsche Widerstand der Statorwicklung r_1 als auch die Konduktanz des „Verluststromkreises" $\frac{r_a}{x_a^2 + r_a^2}$ berücksichtigt. Vorausgesetzt ist die Konstanz der Größen r_1, x_1, r_a, x_a, r_2 und x_2 (siehe Fig. 1) bei allen Belastungen. Die Entwicklungen gelten „pro Phase".

Für den Primärstrom und den zugehörigen Betriebskreis hat unter denselben Voraussetzungen bereits Dr. Krug in seiner Arbeit „Das Kreisdiagramm der Induktionsmotoren" (Berlin 1911, Verlag J. Springer) analytische Ausdrücke abgeleitet.

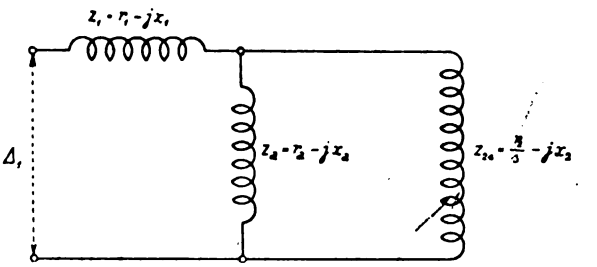


Fig. 1.

Aus dem Ersatzstromkreis für den mehrphasigen Asynchronmotor, Fig. 1 (siehe auch Arnold, W. T., V. 1, Seite 79), ergibt sich für die mit der Schlüpfung s veränderliche Gesamtimpedanz Z_s die vektorische Gleichung:

$$\left.\begin{aligned} Z_s \mathrel{\widehat{=}} z_1 + \frac{1}{\frac{1}{z_a} + \frac{1}{z_{2s}}} \mathrel{\widehat{=}} z_1 + \frac{z_a z_{2s}}{z_a + z_{2s}} \mathrel{\widehat{=}} \\ \mathrel{\widehat{=}} \frac{z_1 z_a + z_1 z_{2s} + z_a z_{2s}}{z_a + z_{2s}} \end{aligned}\right\} \quad 1).$$

Es ist somit die konstant anzunehmende primäre Klemmenspannung $\Delta_1 \mathrel{\widehat{=}} I_1 Z_s$ und der Primärstrom $I_1 \mathrel{\widehat{=}} \frac{\Delta_1}{Z_s} \mathrel{\widehat{=}} \Delta_1 Y_s$:

$$I_1 \mathrel{\widehat{=}} \Delta_1 \frac{z_a + z_{2s}}{z_1 z_a + z_1 z_{2s} + z_a z_{2s}} \quad \ldots \quad 2).$$

Wenn wir für die Teilimpedanzen die komplexen Ausdrücke einführen:

$$z_1 = r_1 - jx_1$$
$$z_a = r_a - jx_a$$
$$z_s = \frac{r_2}{s} - jx_2,$$

so erhalten wir

Digitized by Google

Nach der Auswertung der Ausdrücke für α, β und γ wird die Abszisse des Mittelpunktes des I_1-Kreises:

$$m_1 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{2\sigma k_1 k_2 + z_a^2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad . \quad 14)$$

und die Ordinate

$$n_1 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{2 (r_1 k_2 + r_a x_2)}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad . \quad 15)$$

sowie der Radius

$$R_1 = \sqrt{m_1^2 + n_1^2 - \Delta_1^2 \frac{k_2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2}}.$$

Wenn wir unter der Wurzel die Quadrierung ausführen und auf gleichen Nenner bringen, so resultiert im Zähler der Ausdruck:

$$4\sigma^2 k_1^2 k_2^2 + 4\sigma k_1 k_2 z_a^2 + z_a^4 + 4 r_1^2 k_2^2 + 8 r_1 r_a k_2 x_2 + + 4 r_a^2 x_2^2 - 4\sigma k_1^2 k_2^2 - 4 r_1^2 k_2^2 - 8 r_1 r_a k_2 x_2 - 4 r_a^2 k_2 k_2.$$

Beachten wir, daß die ersten zwei Glieder dieses Ausdruckes

$$= 4\sigma k_1 k_2 (k_1 k_2 - x_a^2) + 4\sigma k_1 k_2 x_a^2 + 4 (k_2 k_2 - x_2^2) r_a^2$$

sind, so heben sich alle Glieder des Zählerausdruckes bis auf z_a^4 weg und wir erhalten:

$$R_1 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{z_a^2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad . \quad 16).$$

I_2-Kreis.

Analog ergeben sich für den Sekundärstrom die beiden Gleichungen:

$$\Delta_1 r_a = v\left[\frac{r_2}{s}(r_1 + r_a) + r_1 r_a - \sigma k_1 k_2\right] + + u\left[\frac{r_2}{s} k_1 + r_1 k_2 + r_a k_2\right]$$

$$\Delta_1 x_a = v\left[\frac{r_2}{s} k_1 + r_1 k_2 + r_a k_2\right] - - u\left[\frac{r_2}{s}(r_1 + r_a) + r_1 r_a - \sigma k_1 k_2\right].$$

Durch Eliminierung von $\frac{r_2}{s}$ resultiert schließlich die Gleichung des genauen I_2-Kreises:

$$u^2 + v^2 - u\Delta_1 \frac{r_a \gamma + k_1 x_a}{\beta\gamma - \alpha k_1} - v\Delta_1 \frac{x_a \gamma - r_a k_1}{\beta\gamma - \alpha k_1} = 0 \quad 17).$$

Der I_2-Kreis geht durch den Ursprung, da für Synchronismus ($s = 0$) der Sekundärstrom $I_2 = 0$ wird.

Aus der Gleichung 17) ergibt sich die Abszisse des Mittelpunktes

$$m_2 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{x_a (x_1 + x_a) + r_a (r_1 + r_a)}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} = = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{x_1 x_a + r_1 r_a + z_a^2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad 18)$$

und die Ordinate

$$n_2 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{r_1 x_a - r_a x_1}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad . \quad 19)$$

sowie der Radius

$$R_2 = \sqrt{m_2^2 + n_2^2}.$$

Wenn die Quadrierung unter der Wurzel ausgeführt wird, resultiert im Zähler der Ausdruck:

$$x_1^2 z_a^2 + r_1^2 z_a^2 + 2 z_a^2 (x_1 x_a + r_1 r_a) + z_a^4 = z_a^2 [k_1^2 + (r_1 + r_a)^2]$$

und damit

$$R_2 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{z_a \sqrt{k_1^2 + (r_1 + r_a)^2}}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad . \quad 20).$$

Dieser Ausdruck für R_2 wird später noch in eine einfache Beziehung zu R_1 gebracht werden.

R_2 läßt sich auch auf andere Weise ermitteln.

Wir fanden

$$I_2 = \Delta_1 \frac{z_a}{\sqrt{\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 g + \frac{r_2}{s} h + i}}.$$

Da der I_2-Kreis durch den Ursprung geht, ist $I_{2\,max} = 2 R_2$; wir erhalten demnach für $\frac{r_2}{s}$ entsprechend $I_{2\,max}$ die Bedingungsgleichung:

$$\frac{d I_2}{d\left(\frac{r_2}{s}\right)} = \Delta_1 \cdot \frac{- z_a \cdot \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 g + \frac{r_2}{s} h + i}} \left(2 \frac{r_2}{s} g + h\right)}{\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 g + \frac{r_2}{s} h + i} = 0.$$

Es ergibt sich

$$2 \frac{r_2}{s} g + h = 0 \text{ und daraus } \frac{r_2}{s} = - \frac{h}{2 g}.$$

Demnach

$$I_{2\,max} = 2 R_2 = \Delta_1 \frac{z_a}{\sqrt{\frac{h^2}{4 g} - \frac{h^2}{2 g} + i}} = \Delta_1 \frac{2 z_a \sqrt{g}}{\sqrt{4 g i - h^2}}$$

und

$$R_2 = \Delta_1 \frac{z_a \sqrt{g}}{\sqrt{4 g i - h^2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 20a).$$

I_μ-Kreis.

Für den Magnetisierungsstrom I_μ ergeben sich die beiden Gleichungen:

$$\Delta_1 \frac{r_2}{s} = v\left[\frac{r_2}{s}(r_1 + r_a) + r_1 r_a - \sigma k_1 k_2\right] + + u\left[\frac{r_2}{s} k_1 + r_1 k_2 + r_a k_2\right]$$

$$\Delta_1 x_2 = v\left[\frac{r_2}{s} k_1 + r_1 k_2 + r_a k_2\right] - - u\left[\frac{r_2}{s}(r_1 + r_a) + r_1 r_a - \sigma k_1 k_2\right]$$

und daraus analog wie früher die Gleichung des genauen I_μ-Kreises:

$$u^2 + v^2 - u\Delta_1 \frac{k_1 x_2 - \alpha}{\beta\gamma - \alpha k_1} - v\Delta_1 \frac{x_2 \gamma + \beta}{\beta\gamma - \alpha k_1} + + \Delta_1^2 \frac{x_2}{\beta\gamma - \alpha k_1} = 0 \quad 21).$$

Die Abszisse des Mittelpunktes wird:

$$m_\mu = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{2\sigma k_1 k_2 - x_1 x_a - r_1 r_a}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad . \quad 22),$$

die Ordinate:

$$n_\mu = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{r_1 (x_2 + k_2) + r_a (x_2 + k_2)}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad . \quad 23)$$

und der Radius

$$R_\mu = \sqrt{m_\mu^2 + n_\mu^2 - \Delta_1^2 \frac{x_2}{\beta\gamma - \alpha k_1}} = = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{z_1 z_a}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} = \frac{z_1}{z_a} \cdot R_1 \quad 24).$$

Es ist selbstverständlich

$$m_1 = m_2 + m_\mu \text{ und } n_1 = n_2 + n_\mu.$$

Die Radien R_1, R_2 und R_μ lassen sich nun in eine bemerkenswerte Beziehung bringen.

Digitized by Google

Betrachten wir das Spannungsdiagramm bei Synchronismus ($s = 0$, ideeller Leerlauf), Fig. 2, so wird, wenn $E_{1\,0}$ die hiebei induzierte primäre Gegen-EMK und $I_{\mu\,0} = I_{1\,0}$ den ideellen Leerlaufstrom bedeuten:

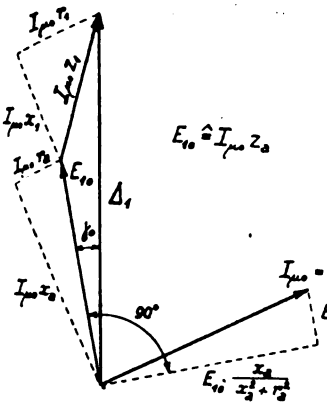


Fig. 2.

$\Delta_1 \mathrel{\widehat{=}} C_0 E_{1\,0} \mathrel{\widehat{=}} C_0 I_{\mu\,0} z_a$, wobei $C_0 = |C_0| \cdot e^{j\varphi_0}$ in komplexes Verhältnis darstellt (siehe Arnold, W.-T. V 1, Seite 66).

Aus Fig. 2 ergibt sich

$$\Delta_1 = I_{\mu 0} \sqrt{(x_1 + x_a)^2 + (r_1 + r_a)^2}$$

und daher

$$|C_0| = \frac{1}{z_a} \sqrt{k_1^2 + (r_1 + r_a)^2}$$

Wir fanden für R_2 den Ausdruck:

$$R_2 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{z_a \cdot \sqrt{k_1^2 + (r_1 + r_a)^2}}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2}.$$

Unter Benutzung von C_0 wird

$$R_2 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{C_0 \cdot z_a^2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} = C_0 \cdot R_1 \quad 20).$$

Die dritte Seite des Spannungsdreiecks bei Synchronismus ist $I_{\mu\,0} z_1 \mathrel{\widehat{=}} \frac{z_1}{z_a} \cdot E_{1\,0}$.

Da $R_\mu = \frac{z_1}{z_a} \cdot R_1$ ergibt sich somit die Ähnlichkeit zwischen dem Spannungsdiagramm bei Synchronismus und dem aus den drei Radien $R_1 R_2$ und R_μ gebildeten Dreiecke. Es verhält sich also

$$R_1 : R_2 : R_\mu = E_{1\,0} : \Delta_1 : I_{\mu\,0} z_1 = 1 : C_0 : \frac{z_1}{z_a} \quad 25).$$

Auf weitere Beziehungen, die sich aus dieser Ähnlichkeit ergeben und auf die praktische Verwendung derselben für die Konstruktion der Betriebskreise werde ich in einem späteren Aufsatz zurückkommen.

Nachstehend sind die analytischen Ausdrücke für die Stromkomponenten der charakteristischen Punkte der Betriebskreise sowie die Ausdrücke für die Mittelpunktskoordinaten und Radien der letzteren zusammengestellt. Die von r_2 freien Glieder der Stromkomponenten wurden dabei etwas umgeformt, um die Abhängigkeit dieser Ausdrücke von r_1 und r_a besser hervortreten zu lassen.

1. Betriebskreis für den Primärstrom I_1.

Die Koordinaten des Synchronismuspunktes (ideeller Leerlauf) ergeben sich, wenn in den allgemeinen Ausdrücken für die Stromkomponenten (Gleichungen 5′ und 5″) $s = 0$ gesetzt wird.

$$I'_{10} = \Delta_1 \cdot \frac{r_1 + r_a}{k_1^2 + (r_1 + r_a)^2} \qquad I''_{10} = \Delta_1 \cdot \frac{k_1}{k_1^2 + (r_1 + r_a)^2}.$$

Wird in den Gleichungen 5 und 5′ $s = 1$ gesetzt, so resultieren die Koordinaten des Kurzschlußpunktes (Stillstand des Motors):

Für $s = \infty$ erhalten wir die Stromkomponenten bei ideellem Kurzschluß:

$$I_{1\infty} = \Delta_1 \cdot \frac{r_1 (k_2^2 + r_a^2) + r_a x_2^2}{(\sigma k_1 k_2)^2 + r_1^2 (k_2^2 + r_a^2) + 2 r_1 r_a x_2^2 + r_a^2 k_2^2}$$

$$I''_{1\infty} = \Delta_1 \cdot \frac{\sigma k_1 k_2^2 + r_a^2 k_2}{(\sigma k_1 k_2)^2 + r_1^2 (k_2^2 + r_a^2) + 2 r_1 r_a x_2^2 + r_a^2 k_2^2}$$

Die Mittelpunktskoordinaten des I_1-Kreises und der Radius desselben sind:

$$n_1 \text{ (Ordinate)} = \Delta_1 \cdot \frac{r_1 k_2 + r_a x_2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2}$$

$$m_1 \text{ (Abszisse)} = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{2 \sigma k_1 k_2 + z_a^2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2}$$

$$\text{Radius } R_1 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{z_a^2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2}$$

Wird in den Ausdrücken $r_a = 0$ gesetzt, so vereinfachen sich dieselben wesentlich. Die Vernachlässigung von r_a ist gebräuchlich und wird die Konduktanz des „Verluststromkreises" im Kreisdiagramm meist durch angenäherte Hilfskonstruktionen berücksichtigt, wie solche verschiedentlich in der Literatur zu finden sind.

Bei Vernachlässigung von r_a ergeben sich für die Stromkomponenten bei Synchronismus und ideellem Kurzschluß sowie für die Koordinaten des Mittelpunktes des I_1-Kreises die Ausdrücke:

$$I'^{(r_1)}_{1\,0} = \Delta_1 \cdot \frac{r_1}{k_1^2 + r_1^2} = \frac{\Delta_1}{k_1} \cdot \frac{\frac{r_1}{k_1}}{1 + \left(\frac{r_1}{k_1}\right)^2}$$

$$I''^{(r_1)}_{1\,0} = \Delta_1 \cdot \frac{k_1}{k_1^2 + r_1^2} = \frac{\Delta_1}{k_1} \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{r_1}{k_1}\right)^2}$$

$$I'^{(r_1)}_{1\,\infty} = \Delta_1 \cdot \frac{r_1 k_2^2}{(\sigma k_1 k_2)^2 + r_1^2 k_2^2} = \frac{\Delta_1}{k_1} \cdot \frac{\frac{r_1}{k_1}}{\sigma^2 + \left(\frac{r_1}{k_1}\right)^2}$$

$$I''^{(r_1)}_{1\,\infty} = \Delta_1 \cdot \frac{\sigma k_1 k_2^2}{(\sigma k_1 k_2)^2 + r_1^2 k_2^2} = \frac{\Delta_1}{k_1} \cdot \frac{\sigma}{\sigma^2 + \left(\frac{r_1}{k_1}\right)^2}$$

$$n_1^{(r_1)} = \Delta_1 \cdot \frac{r_1 k_2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2} = \frac{\Delta_1}{k_1} \cdot \frac{r_1}{k_1} \cdot \frac{1}{\sigma + \left(\frac{r_1}{k_1}\right)^2}$$

$$m_1^{(r_1)} = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{2 \sigma k_1 k_2 + x_a^2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2} = \frac{\Delta_1}{k_1} \cdot \frac{1 + \sigma}{2} \cdot \frac{1}{\sigma + \left(\frac{r_1}{k_1}\right)^2}$$

Die gleichen Ausdrücke hat Ossanna in der „Starkstromtechnik", 2. Auflage, Seite 559 und 560 angegeben.

Bei Vernachlässigung von r_1 und r_a erhalten wir schließlich aus den obigen Ausdrücken die Bestimmungsgrößen des gewöhnlichen Heylandkreises.

$$I'_{1\,k} = \Delta_1 \cdot \frac{r_2^2 (r_1 + r_a) + r_2 (2 r_1 r_a + z_a^2) + r_1 (x_2^2 + r_a^2) + r_a x_2^2}{r_2^2 [k_1^2 + (r_1 + r_a)^2] + 2 r_2 (r_1 z_a^2 + r_a z_1^2) + (\sigma k_1 k_2)^2 + r_1^2 (k_2^2 + r_a^2) + 2 r_1 r_a x_2^2 + r_a^2 k_2^2}$$

$$I''_{1\,k} = \Delta_1 \cdot \frac{r_2^2 k_1 + 2 r_2 r_a x_1 + \sigma k_1 k_2^2 + r_a^2 k_2}{r_2^2 [k_1^2 + (r_1 + r_a)^2] + 2 r_2 (r_1 z_a^2 + r_a z_1^2) + (\sigma k_1 k_2)^2 + r_1^2 (k_2^2 + r_a^2) + 2 r_1 r_a x_2^2 + r_a^2 k_2^2}$$

Digitized by Google

Der Oberwasserkanal ist durchwegs aus einem Betonrohr mit 2 *m* Durchmesser hergestellt, dessen Trassierung an der ziemlich gleichmäßigen Bergseite keine besonderen Schwierigkeiten bot; die ganze Länge des Kanals bis zur Einmündung in das Wasserschloß beträgt 3683 *m*, wovon 210 *m* auf den Tunnel, 42 *m* auf die Brücke und 240 *m* auf das Siphon fallen.

Die Betonierungsarbeiten der Rohrleitung sind auf Fig. 1 dargestellt.

Der Tunnel hat denselben Querschnitt, wie der übrige Teil des Kanals, ist teils in festem Lehm, teils in sehr festem Sandgestein ausgehöhlt und nachher betoniert worden.

Fig. 2. Kanalbrücke.

Die Kanalbrücke überschreitet ein kleineres Tal mit sieben sechsmetrigen Öffnungen. Fig. 2 zeigt die Ausführungsart deutlich, wobei noch bemerkt werden muß, daß das Rohr selbst als Tragkonstruktion ausgebildet und in der Zugzone mit Rundeisen armiert ist. Die Wandstärke beträgt 20 *cm*.

Fig. 3. Armierung des Siphons.

Eine größere Bodeneinsenkung wurde durch ein Siphon durchquert. Der Bau eines Siphons ist einer langen Kanalbrücke vorgezogen worden und beträgt der Druckverlust im Siphon gegenüber einer Kanalbrücke nur 13 *cm*. Am tiefsten Punkt des Siphons befindet sich ein Schlammauslaß. Die Armierungsarbeiten dieses Siphons sind auf Fig. 3 dargestellt.

Das Druckbecken ist mit einem 25 *m* langen Überfall verbunden, um eventuell die ganze Wassermenge, ohne die Leerlaufschleuse zu öffnen, in den Leerlauf zu führen.

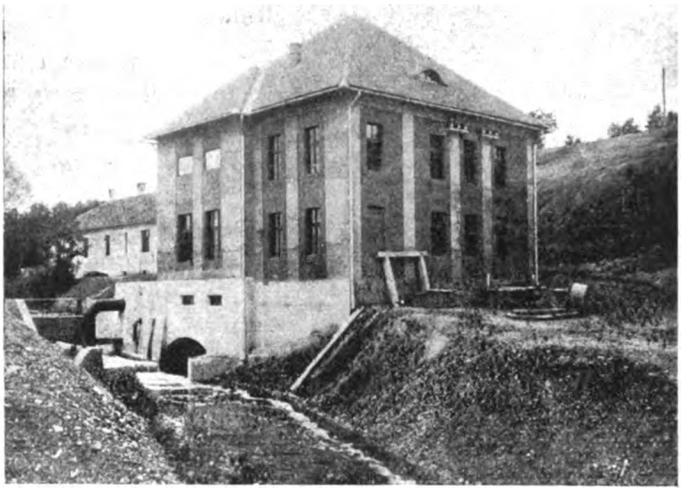


Fig. 4. Ansicht des Maschinenhauses in Wolkendorf.

Das Maschinenhaus (Fig. 4) ist in dem ortsüblichen Stil gehalten und paßt mit seinen einfachen, gediegenen Umrissen in die Landschaft.

Der Unterschied zwischen dem Wasserspiegel beim Druckbecken und beim Maschinenhaus beträgt 26·60 *m*, die größte Wassermenge 4 m^3/Sek.

Der ganze Wasserbau wurde von der Firma Demeter Gärtner & Co. in Kronstadt entworfen und ausgeführt.

Laut den oben angegebenen Wasserdaten steht eine Leistung von 1100 *PS* an den Turbinenwellen zur Verfügung und es wurden zwei Aggregate aufgestellt, jedes zu 550 *PS*, so daß für eine Reserve der halben Leistung gesorgt ist. Die Aufstellung einer weiteren Reserve hat sich nicht als notwendig erwiesen, da ja die Betriebsdampfmaschine der Fabrik als solche bestehen bleibt. Dieser letztere Umstand hätte leicht zum Gedanken führen können, für die ganze Leistung nur ein Aggregat aufzustellen; nachdem aber von der Zentrale aus auch die Beleuchtung der Gemeinde Wolkendorf besorgt werden mußte, war die Aufstellung eines Reserveaggregates notwendig geworden.

Aus dem Wasserschlosse wird das Wasser den Turbinen durch ein schmiedeisernes Druckrohr von 1500 *mm* lichter Weite zugeführt, welches sich zu den zwei Turbinen verzweigt. Eine schmiedeiserne Rohrleitung von 650 *mm* Durchmesser bildet den Leerlauf und endet im Unterwasserkanal in einem Auslauftrichter.

Die Turbinenanlage besteht aus zwei Francis-Spiralturbinen für eine Leistung von je 550 PS_e, bei 300 Touren pro Minute. Jede Turbine hat eine mit Öldruck-Servomotor versehene automatische Regulierung und ist das Aggregat in Fig. 5 ersichtlich. Die Turbine ist in ein spiralförmiges gußeisernes Gehäuse eingebaut, welches durch einen abnehmbaren Deckel verschlossen ist, wodurch die leichte Zugänglichkeit zur inneren Konstruktion ermöglicht wird. Die Turbine hat kein Lager und ist das Laufrad fliegend auf die verlängerte Generatorwelle aufgesetzt, was eine gedrängte

Digitized by Google

Betrachten wir das Spannungsdiagramm bei Synchronismus ($s = 0$, ideeller Leerlauf), Fig. 2, so wird, wenn E_{10} die hiebei induzierte primäre Gegen-EMK und $I_{\mu 0} = I_{10}$ den ideellen Leerlaufstrom bedeuten:

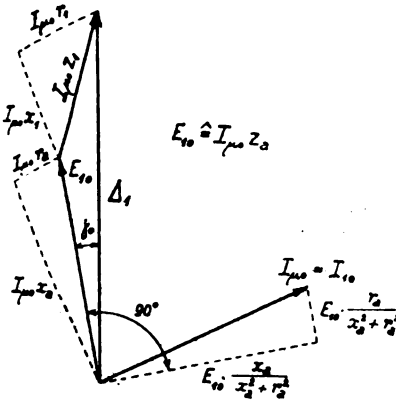


Fig. 2.

$\Delta_1 \mathrel{\widehat{=}} C_0 E_{10} \mathrel{\widehat{=}} C_0 I_{\mu 0} z_a$, wobei $C_0 = |C_0| \cdot e^{i\varphi_0}$ in komplexes Verhältnis darstellt (siehe Arnold, W.-T. V 1, Seite 66).

Aus Fig. 2 ergibt sich

$$\Delta_1 = I_{\mu 0} \sqrt{(x_1 + x_a)^2 + (r_1 + r_a)^2}$$

und daher

$$|C_0| = \frac{1}{z_a} \sqrt{k_1^2 + (r_1 + r_a)^2}$$

Wir fanden für R_2 den Ausdruck:

$$R_2 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{z_a \cdot \sqrt{k_1^2 + (r_1 + r_a)^2}}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2}.$$

Unter Benutzung von C_0 wird

$$R_2 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{C_0 \cdot z_1^2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} = C_0 \cdot R_1 \quad 20).$$

Die dritte Seite des Spannungsdreiecks bei Synchronismus ist $I_{\mu 0} z_1 \mathrel{\widehat{=}} \frac{z_1}{z_a} \cdot E_{10}$.

Da $R_\mu = \frac{z_1}{z_a} \cdot R_1$ ergibt sich somit die Ähnlichkeit zwischen dem Spannungsdiagramm bei Synchronismus und dem aus den drei Radien $R_1 R_2$ und R_μ gebildeten Dreiecke. Es verhält sich also

$$R_1 : R_2 : R_\mu = E_{10} : \Delta_1 : I_{\mu 0} z_1 = 1 : C_0 : \frac{z_1}{z_a} \quad 25).$$

Auf weitere Beziehungen, die sich aus dieser Ähnlichkeit ergeben und auf die praktische Verwendung derselben für die Konstruktion der Betriebskreise werde ich in einem späteren Aufsatz zurückkommen.

Nachstehend sind die analytischen Ausdrücke für die Stromkomponenten der charakteristischen Punkte der Betriebskreise sowie die Ausdrücke für die Mittelpunktskoordinaten und Radien der letzteren zusammengestellt. Die von r_2 freien Glieder der Stromkomponenten wurden dabei etwas umgeformt, um die Abhängigkeit dieser Ausdrücke von r_1 und r_a besser hervortreten zu lassen.

1. Betriebskreis für den Primärstrom I_1.

Die Koordinaten des Synchronismuspunktes (ideeller Leerlauf) ergeben sich, wenn in den allgemeinen Ausdrücken für die Stromkomponenten (Gleichungen 5′ und 5″) $s = 0$ gesetzt wird.

$$I'_{10} = \Delta_1 \cdot \frac{r_1 + r_a}{k_1^2 + (r_1 + r_a)^2} \qquad I''_{10} = \Delta_1 \cdot \frac{k_1}{k_1^2 + (r_1 + r_a)^2}.$$

Wird in den Gleichungen 5 und 5′ $s = 1$ gesetzt, so resultieren die Koordinaten des Kurzschlußpunktes (Stillstand des Motors):

Für $s = \infty$ erhalten wir die Stromkomponenten bei ideellem Kurzschluß:

$$I'_{1\infty} = \Delta_1 \cdot \frac{r_1 (k_2^2 + r_a^2) + r_a x_2^2}{(\sigma k_1 k_2)^2 + r_1^2 (k_2^2 + r_a^2) + 2 r_1 r_a x_2^2 + r_a^2 k_2^2}$$

$$I''_{1\infty} = \Delta_1 \cdot \frac{\sigma k_1 k_2^2 + r_a^2 k_2}{(\sigma k_1 k_2)^2 + r_1^2 (k_2^2 + r_a^2) + 2 r_1 r_a x_2^2 + r_a^2 k_2^2}$$

Die Mittelpunktskoordinaten des I_1-Kreises und der Radius desselben sind:

$$n_1 \text{ (Ordinate)} = \Delta_1 \cdot \frac{r_1 k_2 + r_a x_2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2}$$

$$m_1 \text{ (Abszisse)} = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{2 \sigma k_1 k_2 + z_a^2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2}$$

$$\text{Radius } R_1 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{z_a^2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2}$$

Wird in den Ausdrücken $r_a = 0$ gesetzt, so vereinfachen sich dieselben wesentlich. Die Vernachlässigung von r_a ist gebräuchlich und wird die Konduktanz des „Verluststromkreises“ im Kreisdiagramm meist durch angenäherte Hilfskonstruktionen berücksichtigt, wie solche verschiedentlich in der Literatur zu finden sind.

Bei Vernachlässigung von r_a ergeben sich für die Stromkomponenten bei Synchronismus und ideellem Kurzschluß sowie für die Koordinaten des Mittelpunktes des I_1-Kreises die Ausdrücke:

$$I'^{(r_1)}_{10} = \Delta_1 \cdot \frac{r_1}{k_1^2 + r_1^2} = \frac{\Delta_1}{k_1} \cdot \frac{\frac{r_1}{k_1}}{1 + \left(\frac{r_1}{k_1}\right)^2}$$

$$I''^{(r_1)}_{10} = \Delta_1 \cdot \frac{k_1}{k_1^2 + r_1^2} = \frac{\Delta_1}{k_1} \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{r_1}{k_1}\right)^2}$$

$$I'^{(r_1)}_{1\infty} = \Delta_1 \cdot \frac{r_1 k_2^2}{(\sigma k_1 k_2)^2 + r_1^2 k_2^2} = \frac{\Delta_1}{k_1} \cdot \frac{\frac{r_1}{k_1}}{\sigma^2 + \left(\frac{r_1}{k_1}\right)^2}$$

$$I''^{(r_1)}_{1\infty} = \Delta_1 \cdot \frac{\sigma k_1 k_2^2}{(\sigma k_1 k_2)^2 + r_1^2 k_2^2} = \frac{\Delta_1}{k_1} \cdot \frac{\sigma}{\sigma^2 + \left(\frac{r_1}{k_1}\right)^2}$$

$$n_1^{(r_1)} = \Delta_1 \cdot \frac{r_1 k_2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2} = \frac{\Delta_1}{k_1} \cdot \frac{r_1}{k_1} \cdot \frac{1}{\sigma + \left(\frac{r_1}{k_1}\right)^2}$$

$$m_1^{(r_1)} = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{2 \sigma k_1 k_2 + x_a^2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2} = \frac{\Delta_1}{k_1} \cdot \frac{1 + \sigma}{2} \cdot \frac{1}{\sigma + \left(\frac{r_1}{k_1}\right)^2}$$

Die gleichen Ausdrücke hat Ossanna in der „Starkstromtechnik“, 2. Auflage, Seite 559 und 560 angegeben.

Bei Vernachlässigung von r_1 und r_a erhalten wir schließlich aus den obigen Ausdrücken die Bestimmungsgrößen des gewöhnlichen Heylandkreises.

$$I'_{1k} = \Delta_1 \cdot \frac{r_2^2 (r_1 + r_a) + r_2 (2 r_1 r_a + z_a^2) + r_1 (x_2^2 + r_a^2) + r_a x_2^2}{r_2^2 [k_1^2 + (r_1 + r_a)^2] + 2 r_2 (r_1 z_a^2 + r_a z_1^2) + (\sigma k_1 k_2)^2 + r_1^2 (k_2^2 + r_a^2) + 2 r_1 r_a x_2^2 + r_a^2 k_2^2}$$

$$I''_{1k} = \Delta_1 \cdot \frac{r_2^2 k_1 + 2 r_2 r_a x_1 + \sigma k_1 k_2^2 + r_a^2 k_2}{r_2^2 [k_1^2 + (r_1 + r_a)^2] + 2 r_2 (r_1 z_a^2 + r_a z_1^2) + (\sigma k_1 k_2)^2 + r_1^2 (k_2^2 + r_a^2) + 2 r_1 r_a x_2^2 + r_a^2 k_2^2}$$

Digitized by Google

Der Oberwasserkanal ist durchwegs aus einem Betonrohr mit 2 *m* Durchmesser hergestellt, dessen Trassierung an der ziemlich gleichmäßigen Bergseite keine besonderen Schwierigkeiten bot; die ganze Länge des Kanals bis zur Einmündung in das Wasserschloß beträgt 3683 *m*, wovon 210 *m* auf den Tunnel, 42 *m* auf die Brücke und 240 *m* auf das Siphon fallen.

Die Betonierungsarbeiten der Rohrleitung sind auf Fig. 1 dargestellt.

Der Tunnel hat denselben Querschnitt, wie der übrige Teil des Kanals, ist teils in festem Lehm, teils in sehr festem Sandgestein ausgehöhlt und nachher betoniert worden.

Fig. 2. Kanalbrücke.

Die Kanalbrücke überschreitet ein kleineres Tal mit sieben sechsmetrigen Öffnungen. Fig. 2 zeigt die Ausführungsart deutlich, wobei noch bemerkt werden muß, daß das Rohr selbst als Tragkonstruktion ausgebildet und in der Zugzone mit Rundeisen armiert ist. Die Wandstärke beträgt 20 *cm*.

Fig. 3. Armierung des Siphons.

Eine größere Bodeneinsenkung wurde durch ein Siphon durchquert. Der Bau eines Siphons ist einer langen Kanalbrücke vorgezogen worden und beträgt der Druckverlust im Siphon gegenüber einer Kanalbrücke nur 13 *cm*. Am tiefsten Punkt des Siphons befindet sich ein Schlammauslaß. Die Armierungsarbeiten dieses Siphons sind auf Fig. 3 dargestellt.

Das Druckbecken ist mit einem 25 *m* langen Überfall verbunden, um eventuell die ganze Wassermenge, ohne die Leerlaufschleuse zu öffnen, in den Leerlauf zu führen.

Fig. 4. Ansicht des Maschinenhauses in Wolkendorf.

Das Maschinenhaus (Fig. 4) ist in dem ortsüblichen Stil gehalten und paßt mit seinen einfachen, gediegenen Umrissen in die Landschaft.

Der Unterschied zwischen dem Wasserspiegel beim Druckbecken und beim Maschinenhaus beträgt 26·60 *m*, die größte Wassermenge 4 m^3/Sek.

Der ganze Wasserbau wurde von der Firma Demeter Gärtner & Co. in Kronstadt entworfen und ausgeführt.

Laut den oben angegebenen Wasserdaten steht eine Leistung von 1100 *PS* an den Turbinenwellen zur Verfügung und es wurden zwei Aggregate aufgestellt, jedes zu 550 *PS*, so daß für eine Reserve der halben Leistung gesorgt ist. Die Aufstellung einer weiteren Reserve hat sich nicht als notwendig erwiesen, da ja die Betriebsdampfmaschine der Fabrik als solche bestehen bleibt. Dieser letztere Umstand hätte leicht zum Gedanken führen können, für die ganze Leistung nur ein Aggregat aufzustellen; nachdem aber von der Zentrale aus auch die Beleuchtung der Gemeinde Wolkendorf besorgt werden mußte, war die Aufstellung eines Reserveaggregates notwendig geworden.

Aus dem Wasserschlosse wird das Wasser den Turbinen durch ein schmiedeisernes Druckrohr von 1500 *mm* lichter Weite zugeführt, welches sich zu den zwei Turbinen verzweigt. Eine schmiedeiserne Rohrleitung von 650 *mm* Durchmesser bildet den Leerlauf und endet im Unterwasserkanal in einem Auslauftrichter.

Die Turbinenanlage besteht aus zwei Francis-Spiralturbinen für eine Leistung von je 550 PS_e, bei 300 Touren pro Minute. Jede Turbine hat eine mit Öldruck-Servomotor versehene automatische Regulierung und ist das Aggregat in Fig. 5 ersichtlich. Die Turbine ist in ein spiralförmiges gußeisernes Gehäuse eingebaut, welches durch einen abnehmbaren Deckel verschlossen ist, wodurch die leichte Zugänglichkeit zur inneren Konstruktion ermöglicht wird. Die Turbine hat kein Lager und ist das Laufrad fliegend auf die verlängerte Generatorwelle aufgesetzt, was eine gedrängte

Digitized by Google

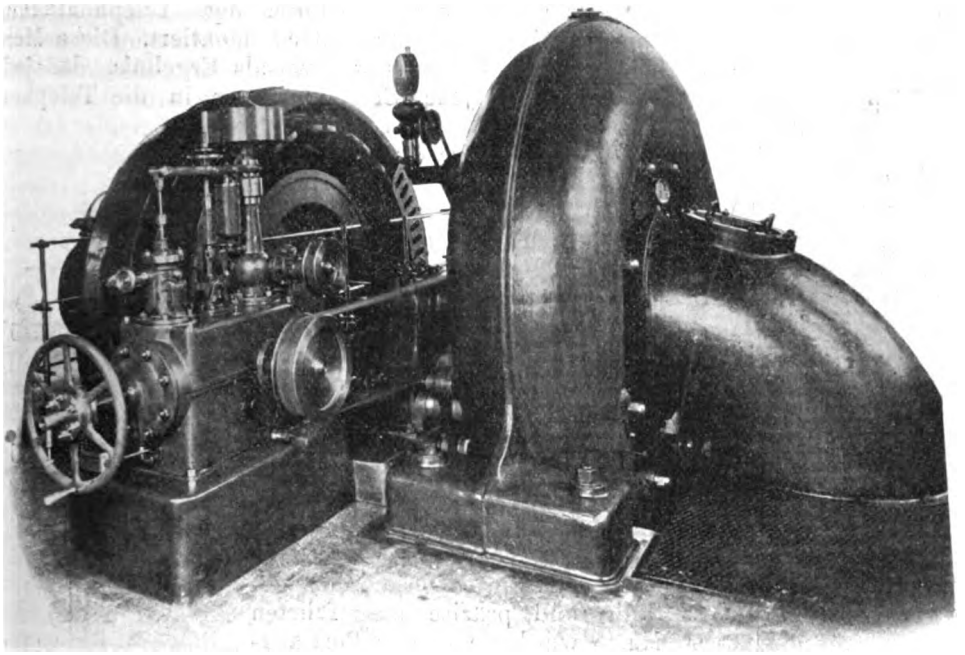


Fig. 5. Ansicht einer Maschinengruppe.

Anordnung bei großer Betriebssicherheit bietet. Die Regulierung der Turbine erfolgt durch drehbare Leitschaufeln, welche alle zugleich bewegt werden. Die Anfassung der einzelnen Schaufeln erfolgt durch eine modernst ausgebildete Außenregulierung, deren alle bewegliche Teile außerhalb des Betriebswassers liegen und dauernd unter Schmiere gehalten werden können. Die Turbinen haben einen Nutzeffekt von 78% bei voller Beaufschlagung und einen solchen von 82% bei Dreiviertel Beaufschlagung.

Die Turbinenanlage wurde von der Firma Ganz & Co.—Danubius, in Budapest ausgeführt.

Ein Laufkran für Handbetrieb für 8000 *kg* Tragfähigkeit diente zur Montage der Aggregate.

Die Tourenzahl von 300 pro Minute ergibt bei 50 Perioden eine Polzahl von 20, mit welcher die Drehstromgeneratoren ausgeführt wurden.

Die zu übertragende Energiemenge und die Entfernung ergab als vorteilhafte Primärspannung 15.000 *V* und es wurden die Generatoren für diese Spannung gewickelt.

Das moderne Wicklungsverfahren mit kompakten Spulen gestattet die Anwendung hoher Spannungen bei Generatoren, und es konnte daher von einer Komplikation der Anlage mit Hinauftransformatoren abgesehen werden.

Die Generatoren haben eine Leistung von je 550 *kVA* bis $\cos\varphi = 0{\cdot}7$, sind daher für die Turbinenleistung reichlich bemessen, und außerdem noch mit 20% dauernd überlastbar.

Die Magneträder sind als Schwungräder ausgebildet, mit einem Schwungmomente von $GD^2 = 15.000\ kgm^2$.

Jeder Generator hat seine eigene Erregermaschine, welche am Wellenende des Generators fliegend angebracht ist. Der Erregerstrom wird vom Kollektor der Erregermaschine mittels am Wellende neben dem Kollektor sitzenden Schleifringen durch die ausgebohrte Welle direkt dem Magnetrade zugeführt, ohne irgend einen Apparat oder Widerstand zu passieren, und erfolgt die Spannungsregulierung nur durch die Regulierung der Erregerspannung. Es wird daher die Generatorspannung nur mit Hilfe eines feinstufigen Rheostaten reguliert, welcher in die Nebenschlußleitung der Erregermaschine geschaltet ist. Diese Regulierung ist sehr einfach und ökonomisch, da Widerstandsverluste im Magnetstromkreise gänzlich vermieden werden.

Das Magnetrad ist aus Gußeisen, die Magnetpole sind auf demselben mit durch den Kranz durchgehenden Schrauben festgeschraubt. Die Magnetpole haben kreisrunden Querschnitt und viereckige Polschuhe.

Die Bewicklung der Pole besteht aus Flachkupferbändern, welche hochkant gewickelt sind. Die einzelnen Lagen der Kupferbänder sind untereinander mit Preßspahn isoliert, ebenso die ganze Spule vom Eisenkörper.

Die Statorwicklung der Maschine ist in *Y* geschaltet, der Nullpunkt aber nicht geerdet. Die Spulen sind aus Flachkupfer gewickelt, nach einem eigenartigen Verfahren kompakt hergestellt und werden fertig in die offenen Nuten eingesetzt, welche schwalbenschwanzförmig ausgestanzt sind, und in welchem die Spulen durch eingetriebene imprägnierte Holzkeile festgehalten werden.

Die gepreßten und mit aufgebrannten Mikanite isolierten Spulen haben eine große Durchlagsfestigkeit und sind infolge ihrer Kompaktheit, die die Luft aus dem Inneren der Spulen ganz ausschließt, von großer Dauerhaftigkeit. Das erwähnte Verfahren ermöglichte es, Generatoren mit einer Spannung von 30.000 Volt herzustellen, die in dieser Zeitschrift bereits besprochen worden sind*).

Der Nutzeffekt der Generatoren beträgt bei $\cos\varphi = 0{\cdot}8$ und Vollast 93% bei Halblast 90%.

Der Schaltraum schließt an das Maschinenhaus an und bildet die Trennungswand zwischen Maschinenhaus und Schaltraum die eigentliche Schalttafel, die nur Niederspannung führt, und deren Vorderseite ganz stromlos ist. Hier sind die Meßinstrumente, die Betätigungswerke der Ölschalter, die Relais usw. untergebracht. Die Hochspannungsapparate sind in zwei Stockwerken untergebracht, mit möglichst reichlicher Raumanwendung.

Die mittels Seilantriebes betätigten Ölschalter, die Reduktoren sowie die Sammelschienen sind in Zementzellen untergebracht, alles leicht zugänglich.

Gegen Überspannungen und atmosphärische Entladungen ist die Einrichtung der Zentrale durch Apparate der Sté Gle des Condensateurs Elektriques, Fribourg, geschützt**).

Es ist ein Wasserstrahlerder vorgesehen. für jede Maschine eine Batterie (4 Stück) Ventile, und eine Kondensatorenbatterie mit Flüssigkeitsabschalter für die abgehenden Leitungen. Ein Teil dieser Apparate ist auf Fig. 6 ersichtlich.

*) Vergl. E. u. M. 1908, Seite 882.

**) Vergl. E. Pfiffner, Theorie und Praxis des Überspannungsschutzes, Heft 47, 48 49 ex 1912 und Heft 2, 3 ex 1913.

Digitized by Google

Diese Apparate haben sich während des gewitterreichen Sommers 1913 vorzüglich bewährt.

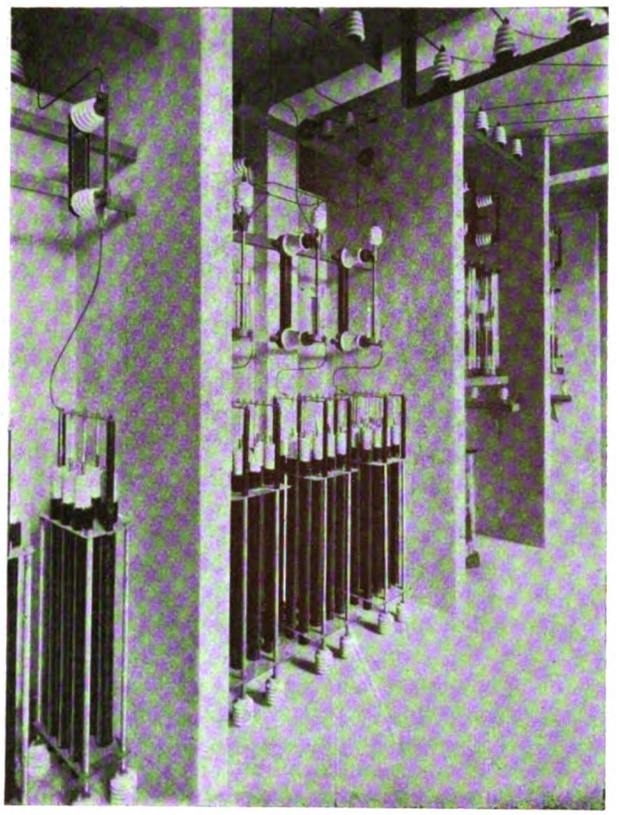


Fig. 6. Kondensatoren in der Zentrale in Wolkendorf

Wie oben erwähnt, dient die Kraftanlage nicht nur zur Versorgung der Zementfabrik, sondern mußte als Gegenleistung für Dienste, die die Gemeinde Wolkendorf bei Errichtung des Werkes geleistet hat, die Energie zur Beleuchtung der Gemeinde und zur Betätigung einiger Motoren dortselbst im Ausmaße bis zu 60 *PS* abgegeben werden. Um nicht die Spannung von 15.000 *V* durch kleine Verteilungstransformatoren auf die Lampenspannung reduzieren zu müssen, wird die Spannung von 15.000 *V* bereits in der Zentrale mittels eines 60 *kVA*-Öltransformators auf 3000 *V* reduziert und im primären Stromkreis des Gemeindenetzes verteilt. Auch diese Leitung ist gegen Überspannungen durch eine Kondensatorbatterie geschützt.

Es gehen also von der Zentrale zwei Leitungen aus, die eine mit 15.000 *V* zur Zementfabrik, die andere mit 3000 *V* nach Wolkendorf.

Die Leitung zur Zementfabrik ist zirka 20 *km* lang und durchzieht die Hochebene des Burzenlandes fast immer den Straßen entlang bis zur Stadt Brassó, wo dieselbe dann durch die Straßen der Vorstädte geführt wird.

Außer der Hochspannungsleitung wird an den Gestängen auch die Leitung des Betriebstelephons zwischen der Zentrale und der Zementfabrik geführt.

Es sind für die Hochspannung drei hartgezogene Kupferdrähte von je 30 mm^2 Querschnitt gespannt, für die Telephonleitung zwei Siliziumbronzedrähte von je 2·5 *mm* Durchmesser und als Blitzschutzdraht ein verzinkter Eisendraht von 4 *mm* Durchmesser. Die Hochspannungsleitung ist glatt, ohne jede Verdrillung durchgespannt, während die Telephonleitung durchwegs verdrillt ist, und zwar durch Kreuzungen bei jedem Maste. Außerdem sind die Isolatoren der Telephonleitung immer auf gemeinsame Stützen montiert. Diese Montage der Telephonleitung hatte als Ergebnis, daß jede Induktion und jeder Stromübergang in die Telephonleitung vermieden wurde.

Als Gestänge wurden hauptsächlich Eisenbetonmaste angewendet, deren Ausführung aus Fig. 7 ersichtlich ist.

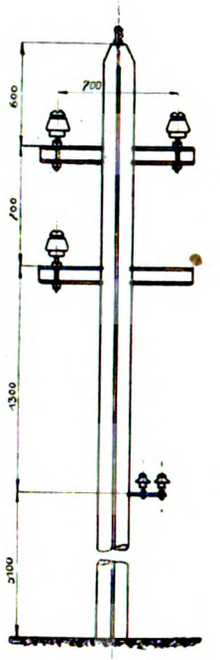


Fig. 7. Eisenbetonmast.

Die Isolatoren sind mit geraden Stützen auf „U"-Träger aufgeschraubt. Letztere sind durch den Eisenbetonmast durchgesteckt und eingegossen. Am Kopfende wird der Blitzschutzdraht an ein eingegossenes Flacheisen befestigt. Die Erdleitung wird durch eine Rille zur Erdplatte geführt. Die Telephonisolatoren sind auf ein in den Mast eingegossenes Flacheisen befestigt. Diese sehr gefällig und präzise ausgeführten Maste wurden von der Portlandzementfabrik Kugler & Co. in Brassó selbst hergestellt. Als Eck- und Abspannmaste wurden Eisengittermaste verwendet. Bei Straßenkreuzungen wurden die Kupferdrähte auf Bronzekabeln aufgehängt und beiderseits Gittermaste verwendet. Wo solche Kreuzungen auch staatliche Schwachstromleitungen kreuzen, wurde noch eine einfachere Ausführung gewählt, indem der Kupferleiter durch ein Bronzekabel ersetzt wurde, welches beiderseits dreifach auf Isolatoren befestigt wurde. Nicht so einfach mußte eine Seitenlinie der königl. ungar. Staatsbahnen gekreuzt werden. Nach den bezüglichen, etwas veralteten Vorschriften mußte zwischen einer Kabelunterführung und einer Brückenkonstruktion gewählt werden und nachdem erstere aus betriebssicherheitlichen Gründen ausgeschlossen war, mußte das etwas komplizierte Objekt errichtet werden, das aus Fig. 8 dargestellt ist.

Fig. 8. Eisenbahnkreuzung.

Zur Transformierung der Hochspannung auf die Betriebsspannung in der Fabrik dient eine Transfor-

Digitized by Google

matorstation, deren Gebäude zu diesem Zwecke eigens errichtet wurde. Es sind zwei Transformatoren aufgestellt, jeder zur Transformierung der ganzen Leitung, so daß einer immer als Reserve bereit steht. Diese Transformatoren sind in einem eigenen Raum aufgestellt, auf Schienen verschiebbar. Sollte ein Transformator defekt werden, so kann derselbe leicht in die Mitte verschoben und dort mittels eines Flaschenzuges gehoben und repariert werden. Der Schaltraum grenzt an den Transformatorraum an und sind dort auch die Betriebspumpen untergebracht. Der Hochspannungsraum befindet sich im ersten Stock.

Die Transformatoren Fig. 9 sind Öltransformatoren mit Wasserkühlung und haben eine normale Leistung von je 800 *kVA*, sind aber bedeutend überlastbar, so daß immer ein Transformator zur Abwicklung des Betriebes vollkommen genügt. Dieselben transformieren die Spannung von 15.000 *V* auf 1000 *V*. Die Transformatoren

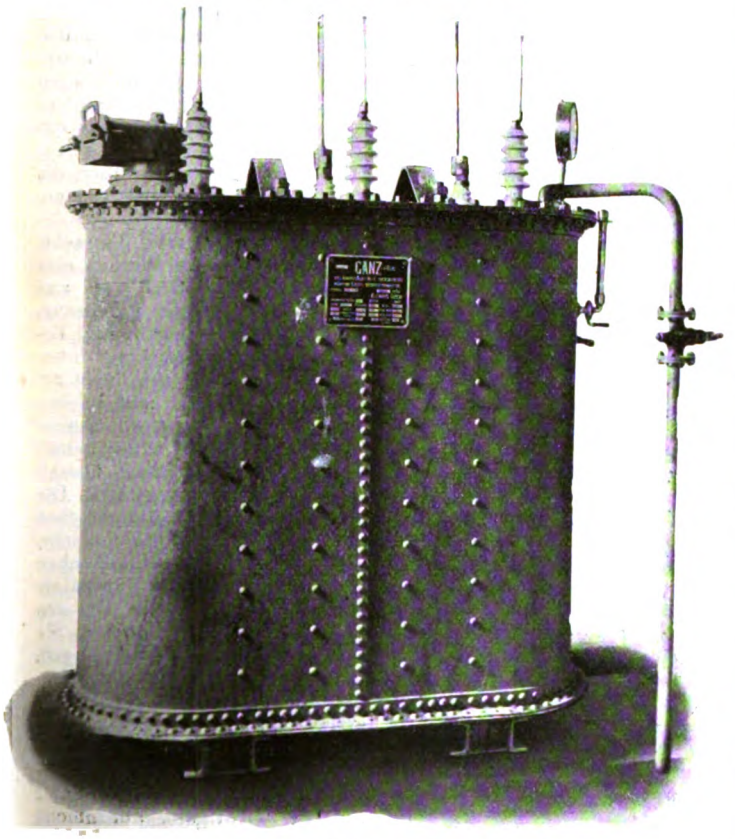


Fig. 9. 800 *kVA*-Transformator in Brassó.

sind in einem kräftigen Ölkasten aus vernietetem Eisenblech eingebaut und mit einem Ölstandsglas, mit einem Kontaktthermometer, welcher bei übermäßiger Erwärmung eine Signalklingel betätigt, ferner mit einem Chlorkalziumapparat versehen. Unten am Boden befindet sich ein Ablaßhahn und ein Hahn zur Entnahme von Ölproben. Der Ölkasten steht behufs leichteren Transportes auf Rollen. Zur Kühlung steht kein Wasser unter Druck zur Verfügung und es muß daher Brunnenwasser zugepumpt werden, wozu zwei

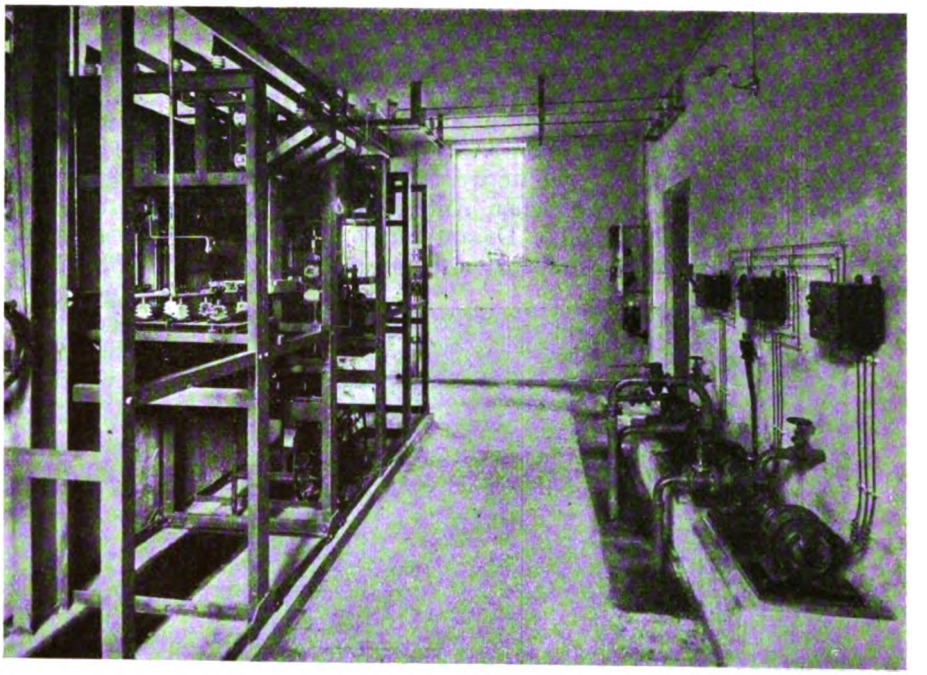


Fig. 10. Kühlwasserpumpen und Verteilungsschalttafel in der Transformatorenstation Brassó.

elektrisch angetriebene Turbinenpumpenaggregate aufgestellt wurden, von welchen eine die Reserve bildet. Um nicht unnötig viel Wasser zu verschwenden, wird dasselbe rückgekühlt. Die Pumpen drücken das Wasser durch den Transformator und durch die Rohrleitung in ein Düsensystem, welches das Wasser zustäubt. Das so gekühlte Wasser wird in einem Bassin aufgefangen, von welchen die Pumpen dasselbe wieder ansaugen. Diese einfache Art der Rückkühlung hat sich sehr gut bewährt.

Fig. 10 zeigt die Pumpenstation und die rückwärtige Seite der Schaltanlage im Transformatorenraume. Es ist hier auch eine dritte Turbinenpumpe aufgestellt, welche das Werk mit Betriebswasser versorgt.

Die Hochspannungsapparate sind im Stockwerk des Transformatorhauses in Betonzellen untergebracht. Auch hier wurden die vorerwähnten Überspannungsschutzapparate angebracht, und zwar ein Wasserstrahlerder, Ventile und Kondensatorbatterien. Ein Teil dieser Apparate, Wasserstrahlerder, Drosselspulen und Ventile sind auf Fig. 11 ersichtlich.

Es ist also die ganze Anlage nach bester Möglichkeit gegen jede Art von Blitz- und Überspannungsschäden geschützt. Die Freileitung selbst ist gegen direkte Blitzschläge durch den geerdeten Blitzschutzdraht geschützt. Die zwei Stationen, Zentrale und Transformatorenhaus, sind gegen statische Ladungen durch die Wasserstrahlerder geschützt, während zum Unschädlichmachen der steilen Wellen und Hochfrequenzentladungen Kondensatorbatterien verwendet wurden. Die Überspannungen innerer Herkunft aber werden durch die elektrischen Ventile unschädlich gemacht.

Der Hauptantrieb der Zementfabrik erfolgt durch einen großen Motor, welcher 800 *PS* bei 125 Umdrehungen pro Minute leistet.

Gelegentlich der Projektierung der Anlage tauchte natürlich auch der Gedanke auf, den Vorteil des elektrischen Gruppenbetriebes zu benutzen und die Antriebe zu teilen und mehrere Motoren zu verwenden.

Digitized by Google

Trotzdem wurde nur ein großer Motor gewählt, und zwar aus folgenden Gründen. Nachdem die Betriebsdampfmaschine als Reserve bestehen bleiben mußte und dieselbe auf eine Haupttransmission mittels Seile arbeitet, von welcher sämtliche Antriebe abgenommen werden, war es unumgänglich notwendig, im Falle einer Betriebsstörung des elektrischen Antriebes rasch vom elektrischen Betrieb auf den Dampfbetrieb übergehen zu können. Dies ist am einfachsten dann möglich, wenn

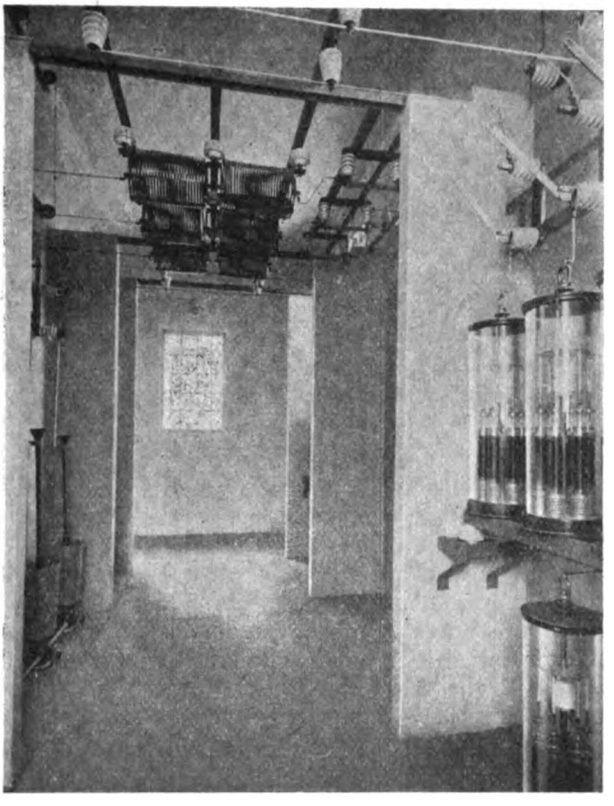


Fig. 11. Ventile, Drosselspulen und Wassererder in der Transformatorenstation Brassó.

ein großer Motor angewendet wird, welcher mit der Haupttransmission gekuppelt ist. In diesem Falle kann, wenn nötig, der Motor von der Transmission leicht gelöst werden und nach Auflegung der Seile die Betriebsdampfmaschine den Betrieb übernehmen. Es ist das für einen Betrieb fast eine wichtigere Sache, wie der eventuelle Gewinn von einigen Kilowattstunden durch Entfallen von einigen Seilantrieben, die durch die Gruppenteilung sich ergeben. Außerdem mußte auch an eine Vergrößerung der Fabrik gedacht werden, und zwar in der Richtung der Haupttransmission, wie dies schon bei Gründung der Fabrik vorgesehen wurde.

Die reichliche Überlegung dieser Fragen ergab als die vorteilhafteste Lösung einen großen Motor, welcher die ganze verfügbare Turbinenleistung aufnehmen kann. Derselbe wurde beiderseits mit Wellenstummeln ausgerüstet, vorläufig arbeitet derselbe aber nur einerseits auf die Transmission, mit welcher derselbe durch eine Zodel - Voith - Lederbandkupplung gekuppelt ist. Später soll der Motor die anderseitige Verlängerung der Haupttransmission mit seinem anderen Wellenstummel antreiben. Der Motor ist in einem eigenen Motorhause untergebracht, mit möglichster Abdichtung gegen das Eindringen des schädlichen Zementstaubes. Im selben Raume ist die Motorenschalttafel untergebracht mit dem Ölschalter des Motors und den Meßinstrumenten. Zum Anlassen des Motors dient ein Flüssigkeitsanlasser mit Schneckenradbetätigung.

Der Motor zeigt bei Vollbelastung einen Nutzeffekt von 93%.

Die Spannung von 1000 *V* wurde dem großen Motor zuliebe gewählt, da bei dieser Spannung sich für den Stator günstige Wicklungsverhältnisse ergeben. Es sind aber auch einige kleinere Motoren in der Fabrik aufgestellt und wurde für dieselben die Spannung von 110 *V* gewählt, an welche auch die Fabriksbeleuchtung angeschlossen ist. Die elektrische Einrichtung der Anlage wurde von der Ganzschen Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft in Budapest projektiert und ausgeführt.

Die Relativitätstheorie*).

Die „handgreiflichen", mit dem Stempel des Absurden versehenen „Unmöglichkeiten" eines Zeitalters sind die anerkannten, gesicherten und exakten Wahrheiten eines anderen.
Gomperz: Griechische Denker III.

1.

Die moderne Naturwissenschaft verdankt ihre ungeheuren Erfolge dem Umstande, daß sie es verstand, Theorie und Beobachtung in der richtigen Weise miteinander zu verbinden. Gewiß wäre es wertlos, die wissenschaftliche Tätigkeit auf die Anhäufung isolierter Beobachtungsergebnisse einzuschränken und gewiß ist es notwendig, die Tatsachen theoretisch zu verarbeiten, das heißt sich Bilder des Zusammenhanges der Erscheinungen zu konstruieren, da nur dies ein planmäßiges und zielbewußtes Weiterforschen ermöglicht, stets aber muß die Erfahrung das letzte Wort behalten. „Die Erfahrung", sagt Ludwig Boltzmann, „bleibt doch schließlich die einzige Richterin über die Brauchbarkeit einer Theorie; ihr Urteil ist inapellabel und unerschütterlich."

Es ist eine interessante und bemerkenswerte Tatsache, daß es in der Entwicklung der Wissenschaft schon einmal eine Zeit gegeben hat, in der diese Erkenntnis vorhanden war, und zwar nicht nur die Einsicht in die Wichtigkeit der Erfahrung, sondern auch die Überzeugung von der Notwendigkeit und Bedeutung einer stichhältigen und fruchtbaren theorischen Interpretation der Naturbeobachtung. Diese Zeit liegt sehr weit zurück; ihre Anschauungen verschwanden bald wieder und blieben sehr lange verschwunden, verschüttet und begraben mit vielem anderen unter den Trümmern der antiken Welt und überwuchert von einem wirren Ideengeranke, das seine Wurzeln überall anders hatte, nur nicht auf dem Boden der Wissenschaft. Die Zeit, die ich meine, ist die vorsokratische Periode der griechischen Philosophie, jene Periode, die man nicht als die klassische, nicht als die Blütezeit bezeichnet, obwohl in ihr Gedanken auftauchen, so groß, wuchtig und folgenschwer, wie man sie später wohl vergeblich sucht. Das schönste Beispiel für den Geist, der sich damals zu regen begann, sind die Atomisten. Sie beobachteten die Natur und sie zogen aus den Erscheinungen, die sie sahen, keine voreiligen und phantastischen Schlüsse, wie andere nach ihnen in unheilvoller, jahrhundertelanger Nachwirkung, sondern zwingende, unabweisliche Folgerungen. So schufen sie eine Lehre, die noch heute einen Grundpfeiler unserer Naturauffassung bildet, die Lehre von den Atomen, eine Anschauung, die nur in den Köpfen von Männern entstehen konnte, die wohl wußten, daß die Erfahrung das wichtigste, aber nicht das einzige ist.

Durch das konsequente Festhalten am Primate der Erfahrung ist die Wissenschaft aller ihrer Feinde Herr geworden, der offenen und der geheimen, und hat ein großes, allumfassendes System aufgerichtet, das unerschütterlich und eines unabsehbaren

*) Anläßlich des im September 1913 in Wien stattgefundenen Naturforschertages, an welchem neben vielen äußerst interessanten Vorträgen und Besprechungen auch der Relativitätstheorie (vergl. E.u.M. Seiten 895 und 1030 ex 1913) ein breiter Raum gewidmet war, wurde aus der Mitte unserer Leser der Wunsch geäußert, daß auch in unserer Zeitschrift über diese Theorie eine zusammenfassende Arbeit veröffentlicht werden möge.

Wir sind nun in der Lage, diesem Wunsch mit einem Artikel zu begegnen, der die Grundzüge der Relativitätstheorie enthält und der aus der Feder unseres ständigen Referenten für das Gebiet der Physik, des Herrn Inspektor Dr. G. Dimmer, stammt. Die Schriftleitung.

Digitized by Google

Ausbaues fähig erschien. Eines Tages aber kam der Feind aus dem eigenen Lager, die Empirie selbst wandte sich gegen das, was sie mit aufbauen geholfen. Zusammenbruch und Chaos waren die unausbleiblichen Folgen. Die Geschichte dieses Zusammenbruches, der in der Entwicklung der Wissenschnft nicht seinesgleichen hat, ist zugleich die Entstehungsgeschichte der Relativitätstheorie.

2.

Es ist eine unleugbare Eigenart des menschlichen Geistes, eine Naturerscheinung dann als endgültig erklärt anzusehen, wenn es gelingt, sie auf mechanische Vorgänge zurückzuführen. Diese Eigenart ist völlig unabhängig von der Stellung, die man rein verstandesmäßig dem Erklärungsbegriff gegenüber einnimmt; selbst derjenige, der mit Kirchhoff die Erklärung überhaupt verwirft und nur eine immer genauere Beschreibung gelten läßt, kann sich des Gefühls der Befriedigung nicht erwehren, wenn er zur Einsicht eines mit einem gegebenen Naturvorgange vereinbaren Mechanismus — das Wort im engsten Sinne genommen — gelangt. Tatsächlich hat in diesem Augenblicke auch die Verfeinerung der Beschreibung meist ihr Ende erreicht und das, was man Erklärung nennt, ist da.

Die mechanische Erklärungsweise hat immer weitere Gebiete der Physik erobert. Zunächst die Akustik; die Auffassung der Schallerscheinungen als Schwingungen der Körper und der Luft war relativ frühzeitig eine allgemeine und feststehende. Als nächstes Gebiet reiht sich die Wärmelehre an, der die Gastheorie folgt; in beiden waren die Erfolge der mechanischen Betrachtungsweise außerordentliche, nicht bloß im Sinne einer theoretischen Aufhellung des Gebietes, sondern auch einer wesentlichen Beförderung des weiteren Fortschrittes der Forschung. In der Optik war durch die Undulationshypothese die Mechanisierung angebahnt und es ist erstaunlich, was hier die so einfachen Grundannahmen dieser Hypothesen zu leisten vermochten. Am längsten widersetzten sich, wenn man von der Gravitation absieht, die elektrischen Erscheinungen der mechanischen Erklärung; jedoch auch hier entstand durch den Ausbau der Ätherlheorien schließlich ein System, das, in den Ideen Maxwells gipfelnd, längere Zeit hindurch als völlig befriedigend empfunden wurde und zumindest sehr befruchtend wirkte und noch wirkt. Es ist interessant, daß dieses System auch die optischen Erscheinungen zu umfassen vermochte und gerade auf diesem Gebiete zu besonders glänzenden Resultaten führte. In der Elektrizitätslehre waren die Bemühungen um ein mechanisches Bild der Erscheinungen besonders intensiv, denn hier handelte es sich um den Kampf gegen die actio in distans, die Fernwirkung, die dem Vorstellungsvermögen so sehr zuwiderläuft und die man tatsächlich beseitigt glaubte.

Es zeigte sich im weiteren Verlaufe, daß die Maxwellsche Theorie nicht in allen Punkten zureichend war. Gewisse Erscheinungen ließen sich nicht in den Rahmen dieser Theorie einfügen, und zwar waren es gerade diejenigen Erscheinungen, die zurzeit im Vordergrunde des Interesses standen. Ferner hatten alle diese Erscheinungen etwas gemeinsames; sie hingen alle mit der vereinzelten elektrischen Ladung zusammen. Die Vorgänge, die hier in Betracht kommen, sind die der Elektrolyse, die Kathodenstrahlen, die lichtelektrischen, radioaktiven und magneto-optischen Erscheinungen und das Zeemann-Phänomen. Die theoretische Verarbeitung der hier auftretenden Beobachtungen führte zur Lehre vom elektrischen Elementarquantum, zur Elektronentheorie, zur Atomisierung der Elektrizität. Die großartigen Erfolge der Elektronentheorie sind bekannt; ihre erkenntnistheoretische Bedeutung aber wird meines Erachtens nicht überall richtig gewertet. Hier beginnt der Zusammenbruch; die Vorstellung des elektrischen Elementarquantums und seines Feldes bedingt eine völlige Verschiebung der Anschauungen in der theoretischen Physik und eine totale Umkehrung der Erklärungstendenzen. Das elektrische Feld, das große Rätsel, dem man mit mechanischen Analogien zu Leibe ging und das man in ein System mechanischer Wirkungsbahnen auflösen wollte, wird zum ursprünglichen, keiner weiteren Erklärung fähigen Grundphänomen, aus dem umgekehrt alle physikalischen, also auch alle mechanischen Erscheinungen abgeleitet werden sollen. Der Kampf gegen die actio in distans hat nicht mit einem Siege, sondern mit einer Niederlage geendigt. Es war der erste schwere Schlag der Empirie gegen ihr eigenes Werk; eine ganze, mit Genugtuung und reichen Hoffnungen betretene Gedankenrichtung mußte geopfert werden. Aber es sollte noch weit schlimmer kommen; es waren noch weit größere Opfer nötig, wollte man das als unantastbar erkannte Palladium, die Erfahrung, nicht preisgeben.

3.

Die Ätherlheorie ist noch auf einem anderen Gebiete wesentlichen Schwierigkeiten begegnet: in der Elektrodynamik bewegter Körper. Die Grundfrage ist hier die nach dem Verhalten des Äthers gegen Körper, die sich in ihm bewegen. Es wurden diesbezüglich drei Hypothesen aufgestellt. Hertz nimmt an, daß der Ätherinhalt der bewegten Körper sich mit ihnen mit ihrer Geschwindigkeit fortbewege; nach H. A. Lorentz ist der Äther in absoluter Ruhe und der Ätherinhalt der Körper nimmt an ihrer Bewegung nicht Teil, während Fresnel und Fizeau eine teilweise Mitführung des Äthers durch die bewegten Körper annehmen. Die Hypothese von Hertz steht im Widerspruch mit der Erfahrung, vor allem mit dem Versuche von Fizeau, der sogleich besprochen werden soll. Die Strahlen einer Lichtquelle B (Fig. 1) werden durch

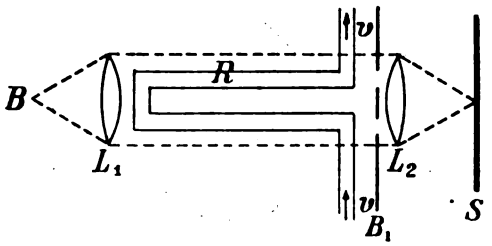


Fig. 1.

eine Linse L_1 parallel gerichtet und durch eine zweite Linse L_2 wieder auf einen Schirm S vereinigt. In dem parallelen Teil der Strahlen befindet sich ein durchsichtiges Röhrensystem R, das von einem gasförmigen oder flüssigen Medium mit der Geschwindigkeit v durchströmt wird. B_1 ist eine Blende, die nur das die Röhren passierende Licht zum Schirm S gelangen läßt. Das Medium wird also, wie aus der Figur ersichtlich, im oberen Röhrenast im Sinne der Lichtbewegung, im unteren ihr entgegengesetzt strömen. Bezeichnen wir die Lichtgeschwindigkeit außerhalb der Röhren mit c, so müßte sich nach der Hertzschen Hypothese, derzufolge die Lichtwellen vom Medium einfach mitgenommen werden, das Licht im oberen Röhrenast mit der Geschwindigkeit $c + v$, im unteren mit $c - v$ bewegen. Die Differenz dieser beiden Geschwindigkeiten, $2v$, müßte entsprechende Interferenzen auf dem Schirm hervorrufen. Der tatsächliche Versuch ergab, daß bei Gasen keinerlei Interferenzen auftreten, bei Flüssigkeiten hingegen solche, die einem wesentlich geringeren Geschwindigkeitsunterschied entsprechen, als dem nach Hertz zu erwartenden $2v$, nämlich der Differenz

$$2v\left(1 - \frac{1}{n^2}\right),$$

worin n den Brechungsindex der Flüssigkeit bedeutet. Das für Gase erhaltene Resultat ist in diesem Ausdruck enthalten, der für $n = 1$ gleich Null wird. Der Klammerausdruck wird als Fresnelscher Mitführungskoeffizient bezeichnet.

Der Fizeausche Versuch führt also zur Verwerfung der Hypothese von Hertz und scheint die von Fizeau und Fresnel zu bestätigen. Lorentz konnte jedoch nachweisen, daß das Fizeausche Ergebnis auch aus seiner Theorie des absolut ruhenden Äthers erhalten werden kann. Nach dieser Theorie spielen sich die elektrodynamischen Vorgänge primär im ruhenden Äther ab und die kleinsten Teile der Körper werden nur sekundär zum Mitschwingen veranlaßt, was dann wieder auf die elektrodynamischen Vorgänge zurückwirkt. Auch der Brechungsexponent einer Substanz beruht auf diesem Mitschwingen und der Zusammenhang zwischen diesem Exponenten und dem Einfluß der Flüssigkeitsbewegung auf die Lichtfortpflanzung ergibt sich aus der Theorie genau dem Fizeauschen Versuche gemäß, das heißt er wird durch den Faktor $\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$ ausgedrückt. Es erscheint daher nicht nötig, der Fresnel-Fizeauschen Annahme neben der von Lorentz eine gesonderte Bedeutung zuzuerkennen. Nimmt man den Äther als existent an, so muß man ihm absolute Ruhe zuschreiben.

4.

Der Reisende im Speisewagen eines mit 90 km pro Stunde dahineilenden Schnellzuges hat nicht damit zu rechnen, daß der Bissen, den er zum Munde führt, eine Geschwindigkeit von 25 m in der Sekunde besitzt. Er wird überhaupt keinen Einfluß der Bewegung des Zuges spüren, solange dieser auf gerader Strecke mit gleichbleibender Geschwindigkeit dahinfährt, wohl aber, wenn diese oder die Fahrtrichtung sich ändert, so beim raschen Anfahren oder Bremsen und in einer Kurve. Diese jedermann geläufigen Tatsachen finden in dem bekannten Satze der Mechanik ihren Ausdruck, daß in einem gleichförmig und geradlinig bewegten System alle mechanischen Vorgänge genau so stattfinden, wie in einem ruhenden, ein Satz, den man als das Relativitätsprinzip der Newtonschen Mechanik bezeichnet. Wir wollen bei diesem Prinzip einen Augenblick verweilen. Es

Digitized by Google

sei ein ruhendes Koordinatensystem x, y, z und ein zweites Koordinatensystem x', y', z' vorhanden, dessen Achsen mit denen des ersten gleichgerichtet seien und das sich mit der Geschwindigkeit v in der Richtung der x-Achse bewegt. Zur Zeit $t = 0$ sollen

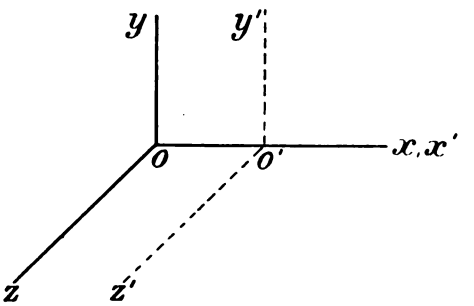


Fig. 2.

die Achsen zusammenfallen; die in Fig. 2 gezeigte Stellung sei nach der Zeit t erreicht. Die Koordinaten eines unter dem Einfluß gewisser Kräfte sich bewegenden materiellen Punktes M seien im ruhendem System (S) x, y, z, im beweglichen (S') x', y', z'. Die Koordinaten sind dann, wie leicht einzusehen, verknüpft durch die linearen Beziehungen

$$\left.\begin{aligned} x' &= x - vt,\ y' = y,\ z' = z \\ \text{bezw.} \\ x &= y' + vt,\ y = y',\ z = z' \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots 1).$$

Hat der Punkt M die Masse m und sind X, Y, Z die Komponenten der auf ihn wirkenden Kraft, so gelten in bezug auf das System S die bekannten Bewegungsgleichungen

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = X,\ m\frac{d^2y}{dt^2} = Y,\ m\frac{d^2z}{dt^2} = Z \quad \ldots 2),$$

in bezug auf das System S' die analogen Gleichungen

$$m\frac{d^2x'}{dt^2} = X,\ m\frac{d^2y'}{dt^2} = Y,\ m\frac{d^2z'}{dt^2} = Z \quad \ldots 3).$$

Setzt man die erste der Gleichungen 1) in die Gleichung 3) ein, so erhält man die Gleichung 2). Die Form der Bewegungsgleichung wird also durch die Koordinatentransformation nicht geändert. Man sagt, die Bewegungsgleichungen sind gegen die Transformation 1), die man als Newton- oder Galilei-Transformation bezeichnet, invariant. Dieses Verhalten der Gleichungen, die nur die Beschleunigungen, nicht aber die Geschwindigkeiten enthalten, beweist die Richtigkeit des oben zitierten Satzes.

5.

Wenn der Äther absolut ruht, so muß eine Bewegung gegen den Äther als eine absolute Bewegung angesehen werden. Ferner wäre zu erwarten, daß eine solche absolute Bewegung, etwa die der Erde um die Sonne, auf die Fortpflanzungserscheinungen der elektromagnetischen Störungen im Äther, etwa des Lichtes, einen Einfluß ausübt und aus der Beobachtung dieses Einflusses erschlossen werden kann. Es wurden auch von zahlreichen Forschern die verschiedensten Versuche unternommen, eine Einwirkung der Erdbewegung auf die an der Oberfläche der Erde stattfindenden optischen Erscheinungen zu konstatieren. Der wichtigste dieser Versuche ist der von Michelson. Bevor wir jedoch zur Beschreibung dieses Versuches schreiten, soll die Überlegung kurz gestreift werden, die ihm zugrunde liegt. Im leeren Raume befinden sich zwei Beobachter A und B (Fig. 3), die sich relativ gegeneinander mit der Geschwindigkeit v bewegen. In dem Augenblicke, in dem sich die beiden Beobachter treffen, wird ein Lichtsignal abgegeben, das sich von dem Orte des Zusammentreffens aus in einer dünnen Kugelwelle K nach allen Seiten in den Raum ausbreitet. Bleibt der Beobachter A im Zentrum dieser Kugel, so müßte der Beobachter B finden, daß das Licht sich in seiner Bewegungsrichtung mit der Geschwindigkeit $c - v$, entgegengesetzt dazu mit $c + v$ und senkrecht dazu mit $\sqrt{c^2 - v^2}$ fortpflanzt. Geeignete Versuchsanordnungen müßten dem Beobachter B gestatten, diese Unterschiede festzustellen. Eine derartige Einrichtung ist die Anordnung nach Michelson (Fig. 4). Das Licht einer Lichtquelle L fällt auf einen unter 45° zum Strahl

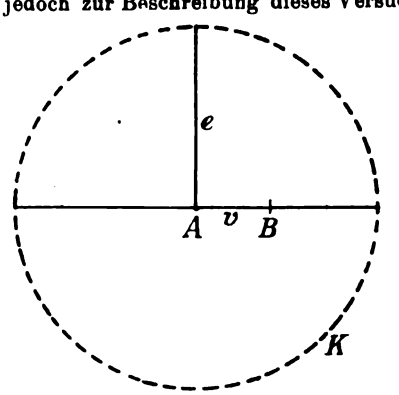


Fig. 3.

gestellten halbdurchlässigen Spiegel P. Die eine Hälfte des Lichtes wird reflektiert, gelangt zum Spiegel s_1 im Abstande l und wird von diesem in der entgegengesetzten Richtung zurückgeworfen, um nach dem Passieren des Spiegel P ins Fernrohr F zu gelangen*). Die andere Hälfte des Lichtes durchsetzt zunächst den Spiegel P, trifft ebenfalls im Abstande l auf den Spiegel s_2, wird von diesem senkrecht zurückgeworfen und gelangt nach Reflexion an P ebenfalls ins Fernrohr*). Besteht zwischen den beiden Strahlengängen aus irgendeinem Grunde, zum Beispiel wegen nicht genau gleicher Länge der Abstände l, ein wenn auch sehr kleiner Gangunterschied, so macht sich dies durch das Auftreten von Interferenzerscheinungen bemerkbar, die im Fernrohr F beobachtet werden können.

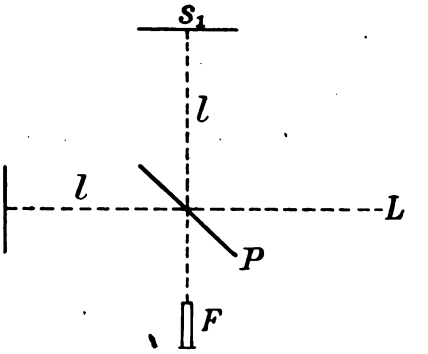


Fig. 4.

Tritt in diesem Gangunterschied eine Veränderung ein, so hat dies eine Verschiebung der Interferenzstreifen zur Folge. Die Anordnung nach Fig. 4 wird zuerst so eingestellt, daß die Richtung Ps_1 mit der Erdbewegung (von der Geschwindigkeit v) zusammenfällt. In diesem Falle braucht das Licht, um von P noch s_1 und wieder zurück zu gelangen, die Zeit

$$t_1 = \frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v} = \frac{2l}{c}\left(1 + \frac{v^2}{c^2} + \ldots\right) \quad \ldots 4),$$

wenn wir Glieder höherer Ordnung vernachlässigen.

Zum zweimaligen Durchlaufen der Strecke Ps_2 hingegen braucht das Licht die Zeit

$$t_2 = \frac{l}{\sqrt{c^2 - v^2}} + \frac{l}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{2l}{c}\left(1 - \frac{1}{2}\cdot\frac{v^2}{c^2} + \ldots\right) \quad \ldots 5).$$

Als Differenz ergibt sich

$$t_1 - t_2 = \frac{l}{c}\cdot\frac{v^2}{c^2} = d_1 \quad \ldots\ldots 6).$$

Sodann wird die ganze Vorrichtung um 90° gedreht und es liegt nun die Strecke Ps_2 in der Richtung der Erdbewegung, die Strecke Ps_1 senkrecht dazu. Man erhält dementsprechend

$$t_2 - t_1 = -\frac{l}{c}\cdot\frac{v^2}{c^2} = d_2 \quad \ldots\ldots 7)$$

und als Differenz beider Ausdrücke

$$d_1 - d_2 = 2\,\frac{l}{c}\cdot\frac{v^2}{c^2} \quad \ldots\ldots 8).$$

Dieser durch die Drehung der Vorrichtung um 90° hervorgerufene Unterschied in der Differenz der Fortpflanzungszeiten des Lichtes in den beiden von ihm vor der Wiedervereinigung zurückgelegten Wegstrecken bedingt eine Verschiebung der Interferenzstreifen um eine gewisse Anzahl Streifen, die wir N nennen wollen. Der Quotient aus $d_1 - d_2$ und der Dauer τ einer Lichtschwingung ist gleich der Anzahl Wellenlängen an Gangunterschied, die der Zeitdifferenz $d_1 - d_2$ entspricht. Da ferner $\lambda = c\,.\,\tau$ ist und jeder Streifen einer halben Wellenlänge entspricht, so erhalten wir schließlich

$$2N = \frac{d_1 - d_2}{\tau} = \frac{2l}{c\tau}\cdot\frac{v^2}{c^2},$$

$$N = \frac{l}{\lambda}\cdot\frac{v^2}{c^2} \quad \ldots\ldots 9).$$

Die Zahl N war bei der ursprünglichen Anordnung Michelsons ziemlich klein, aber unbedingt bemerkbar; bei den Wiederholungen des Versuches mit verbesserten Einrichtungen, die durch Michelson und Morley, sowie durch Morley und Miller vorgenommen wurden, betrug sie 0·37 bezw. 1·5, Streifenzahlen, deren Durchwandern unbedingt wahrgenommen werden muß. Sowohl der erste Versuch Michelsons, als auch beide Wiederholungen hatten vollkommen negatives Resultat. Ebenso lieferten alle anderen, zum gleichen Zwecke mit ganz anderen Einrichtungen ausgeführten und auf ganz verschiedenen Erscheinungen beruhenden Versuche ein negatives Ergebnis.

Der Schluß, der hieraus gezogen werden muß, ist zunächst der, daß die Bewegung der Erde keinen Einfluß auf die an ihrer Oberfläche stattfindenden elektromagnetischen Vorgänge ausübt und daß es nicht möglich ist, die Bewegung der Erde relativ zum leeren Raum aus den auf ihr vor sich gehenden elektromagnetischen Erscheinungen zu erschließen. Dieser Schluß kann dahin

*) Zur Hälfte, da neuerlich ein Teil des zurückgelangenden Lichtes reflektiert wird bezw. hindurchtritt.

Digitized by Google

erweitert werden, daß es überhaupt unmöglich ist, die Bewegung eines Körpers gegen den leeren Raum, also seine absolute Bewegung, auf irgendeine Weise zu konstatieren. Dies ist der Inhalt des modernen Relativitätsprinzipes. Weiterhin muß gefolgert werden, daß nunmehr auch die Annahme des absolut ruhenden Äthers widerlegt ist, und daraus folgt, da, wie erwähnt, der Äther nur absolut ruhend gedacht werden kann: es gibt keinen Äther. Diese hauptsächlich von Planck und Einstein vertretene Annahme reiht sich als vierte den drei schon erwähnten Hypothesen über den Äther an. Sie gibt keine Antwort auf die Frage nach dem Wesen und Verhalten des Äthers, sondern sie schiebt diese Frage als müßig einfach beiseite. Damit ist das wichtigste Hilfsmittel im Kampfe gegen die actio in distans geschwunden und fast jede Möglichkeit einer mechanischen Erklärung der elektrischen Erscheinungen abgeschnitten. Der gegen ihr eigenes Werk wütenden Empirie ist ein neues Opfer gebracht, jedoch noch immer nicht das größte.

6.

Es galt, das erstaunliche und unerwartete, der Theorie völlig widersprechende Resultat der Michelsonschen Versuche zu erklären und begreiflich zu machen. Verschiedene Hypothesen wurden aufgestellt, von denen sich jedoch nur diejenige behauptet hat, die von Fitzgerald und, unabhängig von ihm, von Lorentz vorgeschlagen wurde. Dieser Hypothese zufolge tritt bei einem in Bewegung befindlichen Körper, nur durch eben diese Bewegung bedingt, eine Verkürzung der der Bewegung parallelen linearen Dimensionen im Verhältnis

$$\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}=\frac{1}{\beta} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 10).$$

ein. Hat also ein Körper senkrecht zur Bewegungsrichtung die Länge l, so hat er nach Drehung um 90°, also in der Bewegungsrichtung, die Länge

$$l'=l.\beta=l\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}=l\left(1-\frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2}\right) \quad \ldots \quad 11),$$

wenn wieder Glieder höherer Ordnung vernachlässigt werden. Setzt man die Gleichung 11) in die Gleichung 4) ein, deren l mit der Erdbewegung zusammenfällt, während das l in Gleichung 5) als senkrecht zu dieser Bewegung unverändert bleibt, so folgt, wieder mit Vernachlässigung der höheren Glieder, $t_1=t_2$, somit $t_1-t_2=0$, $d_1-d_2=0$ und damit auch $N=0$. Es tritt keine Streifenverschiebung ein und man sieht, daß die Hypothese nach Fitzgerald-Lorentz tatsächlich das negative Resultat des Michelsonschen Versuches erklärt.

Die genannte Hypothese erscheint kühn und willkürlich. Sie verliert jedoch viel von ihrer Sonderbarkeit, wenn man sie vom elektronentheoretischen Standpunkte betrachtet. Nach der Elektronentheorie bestehen die Körper in erster Linie bezw. lediglich aus Elektronen und es sind daher die Kräfte, von denen das innere Gleichgewicht der Atome und damit die Form des ganzen Körpers abhängt, elektromagnetischer Natur. Bewegt sich der Körper, so ändern sich nach der Elektronentheorie die inneren elektromagnetischen Felder, mit ihnen die Adhäsionskräfte und die Gleichgewichtsbedingungen. Dem neuen Gleichgewichte entsprechen Dimensionsänderungen der durch Gleichung 10) ausgedrückten Art.

Durch die Hypothese der Dimensionsänderung ist es Lorentz gelungen, einen Weg aus dem Dilemma des Michelsonschen Versuches zu finden. Von Lorentz rührt jedoch noch eine zweite Hypothese her, die eigentlich all die inhaltsschweren Folgerungen nach sich gezogen hat, deren Gesamtheit die Relativitätstheorie ausmacht und die als der völlige Umsturz in der Ideenwelt der theoretischen Physik empfunden werden. Es ist dies die Hypothese oder, um hier noch der Lorentzschen Auffassung treu zu bleiben, besser die Fiktion der Ortszeit. Die Gleichungen des elektromagnetischen Feldes ändern beim Übergange von einem ruhenden zu einem bewegten System ihre Form, wenn man sich dabei der Transformationsgleichungen 1) bedient. Wie Lorentz gezeigt hat, bleibt die Form der elektromagnetischen Feldgleichungen, unverändert, wenn man (nebst anderen Annahmen) nicht nur die Koordinaten, sondern auch im bewegten System die Zeit als eine Ortsfunktion ansieht, das heißt, jedem Punkte des bewegten Systems seine eigene Zeit zuschreibt. Lorentz selbst hat die Idee der Ortszeit nur als ein rein mathematisches Auskunftsmittel betrachtet und ihr keine reelle Bedeutung zugeschrieben. Wohl aber tut dies Einstein und ist so zum Schöpfer der Relativitätstheorie in ihrer heutigen Form geworden. Bevor wir jedoch darauf eingehen können, werden die für alles weitere höchst wichtigen sogenannten Lorentz-Transformationen, die Grundgleichungen der Relativitätstheorie, abzuleiten sein.

7.

Die Ableitung der Lorentz-Transformationen beruht auf einigen Sätzen und Folgerungen, die wir teils vorausschicken müssen, teils in die Herleitung einstreuen wollen. x', y', z' und t' sind lineare Funktionen von x, y, z und t, wobei die Koeffizienten nur von der relativen Geschwindigkeit v abhängen. Dieselben linearen Funktionen stellen auch die Abhängigkeit der x, y, z und t von x', y', z' und t' dar, nur mit dem Unterschied, daß in den Koeffizienten $-v$ an Stelle von $+v$ tritt. Wir haben also zunächst das folgende Gleichungssystem mit 16 Koeffizienten:

$$\left.\begin{aligned} x'&=a\,x+b\,y+c\,z+d\,t\\ y'&=e\,x+f\,y+g\,z+h\,t\\ z'&=i\,x+k\,y+l\,z+m\,t\\ t'&=n\,x+o\,y+p\,z+q\,t \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 12).$$

Aus der Fig. 2 geht hervor, daß x' von y und z, y' von x, z und t und z' von x, y und t unabhängig ist. Es ist also $b=c=e=g=h=i=k=m=0$; ferner muß y' in derselben Weise von y abhängen, wie z' von z, da beide Richtungen beliebig sind und gegeneinander vertauscht werden können. Demnach ist $f=l$. Es fallen also neun Koeffizienten weg, so daß nur mehr sieben verbleiben, und wir haben die Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} x'&=a\,x+d\,t\\ y'&=l\,y\\ z'&=l\,z\\ t'&=n\,x+o\,y+p\,z+q\,t \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 13).$$

Setzt man $l=\varphi\,(v)$, so gilt nach dem zu Beginn dieses Abschnittes Gesagten auch die Beziehung $l=\varphi\,(-v)$. Daraus folgt $y'=\varphi\,(v).y$ und $y=\varphi\,(-v).y'$, also $y=\varphi\,(v).\varphi\,(-v).y$, $\varphi\,(v).\varphi\,(-v)=1$ und schließlich $\varphi\,(v)=l=1$, so daß nur mehr sechs Koeffizienten vorhanden sind. Es wird

$$\left.\begin{aligned} y'&=y_1\\ z'&=z_1 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 14).$$

Sodann folgt weiterhin aus der Fig. 2, daß für $x=v\,t$ das x' verschwindet. Es ist also $a\,x+d\,t=a\left(x+\frac{d}{a}.t\right)=0$ und $d=-a\,v$, womit die Zahl der Koeffizienten auf fünf reduziert ist. Die erste der Gleichungen 12) lautet nunmehr

$$x'=a\,(x-v\,t) \quad \ldots\ldots\ldots \quad 15).$$

Nun müssen wir uns an die Fig. 3 erinnern. Vom Standpunkte der Theorie des absolut ruhenden Äthers aus kann zum Beispiel der Beobachter A, wenn er stets nach allen Richtungen dieselbe Lichtgeschwindigkeit mißt, daraus schließen, daß er im Zentrum der Kugelwelle K verbleibt, in der sich das im Moment des Zusammentreffens von A und R abgegebene Lichtsignal ausbreitet. Der Beobachter B hingegen kann dann, nach der Theorie von Lorentz, durch Messung der Lichtgeschwindigkeit nach verschiedenen Richtungen sowohl Richtung als Geschwindigkeit seiner eigenen Bewegung relativ zu A ermitteln. Der Michelsonsche Versuch hat aber nun, wenn man ihm hinreichend allgemeine Bedeutung zumißt, gezeigt, daß sowohl A als auch B in jedem Falle und nach allen Richtungen die gleiche Lichtgeschwindigkeit c messen werden. Beide können also mit dem gleichem Rechte behaupten, daß sie im Zentrum der Kugel K verbleiben. Hier haben wir bereits eine jener Folgerungen aus dem Relativitätsprinzip, die man nicht nur mit dem kalten Worte paradox, sondern mit vollem Rechte als ungeheuerlich und aufreizend bezeichnen kann. Es wird über diese Folgerung später noch mehr zu sagen sein. Die völlige Gleichberechtigung der Kugelwelle K im ruhenden und im bewegten System führt zu dem Ansatz

$$x^2+y^2+z-c^2t^2=x'^2+y'^2+z'^2-c^2t'^2 \quad \ldots \quad 16),$$

der identisch erfüllt sein muß. Setzt man die letzte der Gleichungen 13), die Gleichungen 14) und die Gleichung 15) in die Gleichung 16) ein, so erhält man

$$\left.\begin{aligned} x^2+y^2+z^2-c^2t^2=a^2(x-v\,t)^2+y^2+z^2-\\ c^2\,(n\,x+o\,y+p\,z+q\,t)^2 \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad 17).$$

Man sieht sofort, daß y^2 und z^2 wegfallen; ferner folgt aus dem Umstande, daß auf der linken Seite keine Glieder mit $x\,y$, $x\,z$, $y\,z$, $y\,t$ und $z\,t$ vorhanden sind, angesichts der Forderung der identischen Erfüllung der Gleichung 17), daß $p=o=0$ sein muß, womit noch zwei Koeffizienten fortfallen. Demnach bleibt

$$\left.\begin{aligned} x^2-c^2t^2=a^2x^2-2\,a^2\,x\,v\,t^2+\\ +a^2\,v^2\,t^2-n^2\,c^2\,x^2-2\,n\,q\,c^2\,x\,t-q^2\,c^2\,t^2 \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad 18).$$

Die Forderung der identischen Erfüllung von 18) gibt die drei Beziehungen

$$\left.\begin{aligned} a^2&=c^2n^2+1\\ a^2\,v&=-c^2\,n\,q\\ a^2\,v^2&=c^2\,q^2-c^2 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 19),$$

die aus der Vergleichung der Koeffizienten von x^2, $x\,t$ und t^2 folgen. Aus der zweiten der Gleichungen 19) folgt

$$n=-\frac{a\,v^2}{c^2\,q} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 20).$$

Digitized by Google

Aus 20) und der ersten der Gleichungen 19 ergibt sich

$$q^2 = \frac{a^2 v^2}{c^2 (a^2 - 1)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 21).$$

Aus 21) und der dritten der Gleichungen 19) finden wir schließlich

$$a = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\beta} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 22).$$

(vergl. Gleichung 10).

Die Gleichungen 20) und 21) ergeben endlich in Verbindung mit 22)

$$\left.\begin{aligned} q &= \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\beta} \\ n &= \frac{v}{c^2} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = -\frac{1}{\beta} \cdot \frac{v}{c^2} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad 23).$$

Verbindet man noch 22) und 23) mit 1) und der letzten Gleichung 19), so erhält man unter Hinzufügnng von 14) die berühmten Lorentz-Transformationen

$$\left.\begin{aligned} x' &= \frac{1}{\beta}(x - v t) \\ y' &= y \\ z' &= z \\ t' &= \frac{1}{\beta}\left(t - \frac{v x}{c^2}\right) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 24).$$

Löst man die Gleichungen 24) nach x, y, z und t auf, so findet man

$$\left.\begin{aligned} x &= \frac{1}{\beta}(x' + v t) \\ y &= y' \\ z &= z' \\ t &= \frac{1}{\beta}\left(t' + \frac{v x'}{c^2}\right) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 25).$$

Man sieht, daß die an die Ableitung gestellten Forderungen erfüllt sind. Die gestrichenen und ungestrichenen Koordinaten werden durch dieselben linaren Funktionen dargestellt; die Koeffizienten sind nur von v abhängig und unterscheiden sich in den beiden Fällen nur dadurch, daß $-v$ an die Stelle von v tritt. Mit anderen Worten: von den beiden Systemen S und S', die sich gegeneinander mit der Geschwindigkeit v bewegen, hat keines etwas vor dem anderen voraus; sie sind vollkommen gleichberechtigt.

Auf den Gleichungen 24) bezw. 25) beruht die moderne Relativitätstheorie und vor allem die revolutionären Ideen A. Einsteins. Mit diesen und den Folgerungen aus der Relativitätstheorie haben wir uns weiterhin zu beschäftigen.

8.

Wie bereits erwähnt, hat Lorentz in seinen Transformationen nur ein mathematisches Hilfsmittel zu einem bestimmten Zweck, zur fruchtbringenden Umformung gewisser Differentialgleichungen, erblickt und demgemäß die Ortszeit ebenfalls als mathematische Hilfsvorstellung angesehen. A. Einstein hingegen hat sie als Realität behandelt und auf den Lorentz-Transformationen als Darstellungen realer Beziehungen seine Theorie aufgebaut. Nach seiner Annahme hat tatsächlich jedes System seine eigene, von seiner Bewegung abhängige Zeit. Eine absolute Zeit gibt es nicht. Diese besondere Auffassung der Zeit als abhängig vom Orte vernichtet vollständig den Begriff der Gleichzeitigkeit in seiner bisherigen allgemeinen Form. Zwei Ereignisse, die zur selben Zeit stattfinden, das heißt zur Zeit t in System S, können, wenn sie an verschiedenen Orten statthaben, im System S' als zu verschiedenen Zeiten t_1' und t_2' vorfallend zur Beobachtung gelangen. Ja, ein und dasselbe Ereignis wird, in S und S' beobachtet, als zu verschiedenen Zeiten stattfindend aufgefaßt werden können. Je weiter der Beobachtungspunkt in System S' vom ruhenden Koordinatenanfangspunkt bezw. vom Anfangspunkt im System S entfernt ist, desto größer wird der Zeitunterschied sein. Alles dieses folgt unmittelbar aus der vierten der Gleichungen 24). Der Begriff der Gleichzeitigkeit muß auf Ereignisse in ein und demselben System eingeschränkt werden und kann neu formuliert werden auf Grund des aus den Versuchen abgeleiteten Satzes der Relativitätstheorie, daß die Lichtgeschwindigkeit stets dieselbe ist, unter welchen Umständen immer sie gemessen wird. Ist die Entfernung zweier Punkte A und B im System gleich C und wird im Momente des Stattfindens eines Ereignisses im Punkte A von dort ein Lichtsignal abgegeben, so wird ein in B stattfindendes Ereignis dann als gleichzeitig mit dem in A gelten können, wenn das Lichtsignal um $\frac{l}{c}$ Zeiteinheiten nach dem Ereignisse in B dort einlangt.

Dies möge zur Beleuchtung des veränderten Zeitbegriffes genügen und wir wollen uns anderen Folgerungen aus dem Relativitätsprinzipe zuwenden.

Die Folgerung, daß kein Äther existiert, wurde bereits erwähnt und gewürdigt.

Ist v sehr klein gegen c, so können in den Formeln 24) die Glieder mit $\frac{v}{c}$ vernachlässigt und $\beta = 1$ gesetzt werden. Die Formeln 24) gehen dann in die Gleichungen 1) über, zu denen noch $t' = t$ hinzutritt, was dort als selbverständlich galt. Die Newtonschen Bewegungsgesetze, die bisher die Grundlage der Physik bildeten, sind also die erste Annäherung der tatsächlicheu, das mechanische Geschehen beherschenden Gesetze.

Betrachten wir die erste der Gleichungen 24. Ein Beobachter in S mißt eine in der Richtung der x-Achse verlaufende Strecke und findet sie zu $x_1 - x_2 = l$. Der Beobachter im System S' mißt dieselbe Strecke und findet sie zu

$$x_1' - x_2' = \frac{1}{\beta}(x_1 - v t) - \frac{1}{\beta}(x_2 - v t) = \frac{1}{\beta}(x_1 - x_2) = \frac{l}{\beta}.$$

Setzen wir $v > c$, so wird β imaginär; c spielt also die Rolle einer Grenzgeschwindigkeit, die relative Geschwindigkeit zweier Systeme gegeneinander kann nie größer werden als die Lichtgeschwindigkeit Die Anwendung der Formeln der Relavitätstheorie auf die Frage der relativen Geschwindigkeit, insbesondere die Zusammensetzung von Geschwindigkeiten, zeigt überhaupt am deutlichsten die Verheerungen, wenn man so sagen darf, die diese Formeln in den altgewohnten physikalischen Vorstellungen angerichtet haben. Ein Punkt bewege sich im System S' mit der Geschwindigkeit v' in der x-Richtung. Da S' sich gegen S selbst mit der Geschwindigkeit v in der x-Richtung bewegt, so wäre zu erwarten, daß der Beobachter in S für den Punkt die Geschwindigkeit

$$u = v + v' \quad \ldots\ldots\ldots \quad 26)$$

findet. Nun ist $x' = v' t'$, woraus mit Rücksicht auf 24) folgt

$$\frac{1}{\beta}(x - v t) = v' \cdot \frac{1}{\beta}\left(t - \frac{v x}{c^2}\right).$$

Ermittelt man daraus x, so erhält man

$$x = \frac{v + v'}{1 + \frac{v v'}{c^2}} \cdot t$$

und daraus

$$\frac{x}{t} = u = \frac{v + v'}{1 + \frac{v v'}{c^2}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 27)$$

statt der erwarteten Beziehung 26). Dieses Ergebnis läßt tatsächlich von den üblichen Vorstelllungen über die Zusammensetzung von Geschwindigkeiten nichts übrig. Unterwerfen wir die Formel 27) der schärfsten Probe und setzen $v = v' = c$, so folgt $u = c$! Nehmen also v und v' den größten möglichen Wert an, so ist dennoch die aus ihrer Zusammensetzung sich ergebende Geschwindigkeit wieder $= c$. Die exzeptionelle Rolle der Lichtgeschwindigkeit wird hier mit größter Deutlichkeit sichtbar.

Daß alle die Versuche über den Einfluß der Erdbewegung auf die elektromagnetischen Erscheinungen ein negatives Ergebnis liefern müssen, liegt nach der Relativitätstheorie auf der Hand. Sie enthält ja, wenn auch in ganz verallgemeinerter Bedeutung, die Lorentzsche Annahme der Dimensionsverkürzung in der Bewegungsrichtung. Bemerkenswert ist aber, daß sie auch direkt das Resultat des Fizeauschen Versuches liefert (vergl. Fig. 1). Das Wasser, das das System S' repräsentiert, hat gegen den außerhalb befindlichen Beobachter (in S, was zufälliger aber zutreffender Weise hier auch den Schirm als Ort des Beobachters bezeichnet) die Geschwindigkeit v. Das Licht pflanzt sich im Wasser (in S') mit der Geschwindigkeit $v' = \frac{c}{n}$ fort. Der Beobachter wird für die Lichtgeschwindigkeit einen Wert $u = c'$ erhalten, den wir aus 27) ermitteln können. Wir erhalten

$$c' = \frac{v + \frac{c}{n}}{1 + \frac{v}{c n}} = v + \frac{c}{n}\left(1 - \frac{v}{c n}\right) = \frac{v}{n} + \frac{n^2 - 1}{n^2} \cdot v,$$

wenn wir v klein gegen c annehmen. Dies entspricht dem Ergebnis von Fizeau, das also nur für kleines v gilt. Es vermag also auch der Fizeausche Versuch nicht mehr für die absolute Ruhe des Äthers und damit für dessen Existenz zu zeugen.

Digitized by Google

Die Relativitätstheorie leitet auf einem Wege, dessen Darstellung hier zu weit führen würde, ab, daß auch die Masse eines materiellen Körpers durch die relative Bewegung eine Änderung erleidet. Ist m_0 die relativ ruhende und m die relativ bewegte Masse, so gilt die Beziehung

$$m = \frac{m_0}{\beta} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 28).$$

Demnach ist die Massenvergrößerung

$$\mu = m - m_0 = m_0 \left(\frac{1}{\beta} - 1 \right) \quad \ldots\ldots \quad 29).$$

Wirkt auf die Masse m eine Kraft P im Laufe der Zeit dt, so erhält die kinetische Energie η den Zuwachs

$$d\eta = P.v.dt = v.d(mv) = mvdv + v^2 dm.$$

Aus 28) ergibt sich schließlich

$$d\eta = m_0 \left(\frac{v\,dv}{\beta} + v^2 d\frac{1}{\beta} \right)$$

und durch Integration

$$\eta = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\beta} - 1 \right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad 30).$$

Dem entspricht angenähert

$$\eta = \frac{1}{2} m_0 v^2 \left(1 + \frac{3}{4}\frac{v^2}{c} + \ldots\ldots \right) \quad \ldots\ldots \quad 31).$$

Man sieht hieraus, daß auch der übliche Ausdruck für die kinetische Energie nur eine erste Annäherung ist, die für ein kleines v gilt; bei großem v ist sie wesentlich größer als $\frac{m_0 v^2}{2}$ und für $v = c$ ist sie $= \infty$. Um also einem Körper die Lichtgeschwindigkeit zu erteilen, ist eine unendlich große Arbeit zu leisten, was den Charakter dieser Größe als einer unerreichbaren Grenze mit vollster Schärfe zeigt.

Aus 29) und 30) ergibt sich

$$\mu = \frac{\eta}{c^2}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad 32).$$

Die kinetische Energie besitzt also eine Trägheitsmasse. Da die Energieformen ineinander übergehen können, kann man schließen, daß dies bei allen Energieformen der Fall ist. Alle Energien besitzen eine gewisse Masse. Wenn also ein Körper Energie aufnimmt oder abgibt, so ändert sich seine Masse. Verbinden sich 2 g Wasserstoff mit 16 g Sauerstoff, so werden $2{\cdot}87 \cdot 10^{12}$ Erg Wärme abgegeben; sonach verbleiben nach Planck nicht 18 g Wasser, sondern um $3{\cdot}2 \cdot 10^{-6}$ mg weniger. Das Gesetz der Erhaltung der Masse bei chemischen Vorgängen ist ungenau. Da in jedem Körper ein Vorrat von Strahlungsenergie vorhanden ist, der eine gewisse Masse zukommt und die von der Temperatur abhängt, so ist die Masse des Körpers eine Funktion der Temperatur. Die angedeuteten Planckschen Ideen lassen sich noch weiter ausspinnen und wurden von ihm selbst auch weiter verfolgt. Wenn jede Energie η eine Masse $\mu = \frac{\eta}{c^2}$ besitzt, so bedeutet dies die Äquivalenz von Energie und Masse und jede ruhende Masse m_0 entspricht der enormen Energiemenge

$$E_0 = m_0 c^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 33).$$

Da diese Energiemenge von der Temperatur unabhängig ist, so ist sie auch bei $T = 0$ vorhanden, beim absoluten Nullpunkt. Planck bezeichnet sie als latente Energie und erblickt in ihr die Quelle der beim Atomzerfall der radioaktiven Körper auftretenden Energiemission. Die von uns bei den verschiedenen physikalischen Erscheinungen, etwa bei der Bewegung, sei sie auch noch so schnell, wahrgenommenen Energiemengen sind verschwindend klein gegen den nicht wahrnehmbaren Energievorrat bei der Temperatur $T = 0$. Gerät die ruhende Masse m_0 in Bewegung, so wird ihre Masse $m = \frac{m_0}{\beta}$ (28). Für den ganzen Energievorrat gilt dann

$$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\beta} = m_0 c^2 \left(1 + \frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2} + \frac{3}{8}\frac{v^4}{c^4} + \ldots \right)$$

bezw.

$$E = m_0 c^2 + \frac{1}{2} m_0 v^2 + \frac{3}{8} m_0 \frac{v^4}{c^2} + \ldots\ldots\ldots \quad 34).$$

Das, was man gewöhnlich als kinetische Energie ansieht, ist, wie die Formel 34) zeigt, nur jene geringe Energievariation, die dadurch ersteht, daß man vom System S, in dem der Körper ruht, zum System S' übergeht, in dem er sich bewegt. Der ungeheure Vorrat $m_0 c^2$ ist nicht wahrnehmbar und die anderen Glieder lassen sich nicht messen; so daß wir praktisch nur mit dem zweiten Gliede $\frac{m_0 v^2}{2}$ zu tun bekommen, das der üblichen Formel entspricht.

In bezug auf den Druck, die Entropie und die Temperatur haben Planck und Einstein gezeigt, daß Druck und Entropie beim Übergange von S zu S' ungeändert bleiben, die Temperatur jedoch nicht. Sie ist im bewegten System niedriger. Es ist

$$T' = T\beta = T\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

Dabei wollen wir es bewenden lassen; die Zahl der Folgerungen aus dem Relativitätsprinzip ist unübersehbar. Wir sind jedoch bereits imstande, die Sachlage zu überblicken und wenn wir zum Schlusse fragen, was noch geopfert werden mußte, so ist die Antwort sehr einfach. Sie lautet kurz: Alles. Nichts ist von der alten Physik übriggeblieben, eine neue beginnt. Um nur ein Beispiel zu nennen: die Undulationshypothese ist so gut wie aufgegeben und eine neue moderne Emissionstheorie angebahnt. Was das Ende der ganzen Bewegung sein wird, ist unmöglich vorauszusagen. Vielleicht kommt, ebenso wie durch Versuche das ganze Unheil über uns gekommen ist, durch neue Versuche auch wieder die Aufklärung. Dann wird die Relativitätstheorie als ein glänzendes Beispiel mathematischer Beherrschung der Erfahrungsdaten in der Geschichte der Wissenschaft fortleben. Kommt aber diese Aufklärung nicht, dann müssen wir auf den großen Geist warten, der uns dereinst die wahre Bedeutung und den eigentlichen Sinn des Ganzen zeigt. Dann ist aber auch eines sicher: die stolze Naturwissenschaft wird genötigt sein, sich ihrer älteren Schwester, die sie heute nur zu gerne über die Achsel ansehen möchte, der Philosophie, wieder zu nähern.

9.

Es erscheint nicht angängig, eine Besprechung der Relativitätstheorie zu beschließen, ohne der glänzenden Arbeit des leider so früh verstorbenen H. Minkowski zu gedenken, wenn wir uns auch auf einige wenige Andeutungen beschränken müssen. Durch Minkowski hat die Relativitätslehre, die von Lorentz angebahnt und von Einstein vollendet, eine eigenartig geschlossene mathematische Form erhalten.

Wir wollen, um die Ideen Minkowskis richtig zu verstehen, einen Augenblick zu den Gleichungen 1) zurückkehren. Wir machen die besondere Annahme, daß das System S nur zweidimensional sei und in einer Ebene P liege, in der auch die Achsen x und y liegen. Im Koordinatenanfangspunkte befinde sich eine dritte Achse senkrecht zur Ebene P, die als Zeitachse t bezeichnet werden soll. Ein zweites System S' mit den Koordinaten x', y' und t' bewege sich mit der Geschwindigkeit v in der x-Richtung. Es bestehen dann die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} x' &= x - vt, \quad y' = y, \quad t' = t \\ x &= x' + vt', \quad y = y', \quad t = t' \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 35).$$

Diese Gleichungen sind noch einer besonderen Deutung fähig. x, y, t sind ruhende rechtwinkelige Koordinaten und x', y', t' ruhende schiefwinkelige Koordinaten; die x'- und y'-Achsen fallen stets mit den x- und y-Achsen zusammen und die t'-Achse ist in der tx-Ebene um den Winkel $\alpha = \operatorname{arc\,tg} v$ gedreht. Es ist dann

$$\operatorname{tg}(t, t') = \operatorname{tg}\alpha = v \quad \ldots\ldots\ldots \quad 36).$$

In diesem Falle, bei Gültigkeit der Beziehung 36), sind die zweiten Koordinaten mit den ersten durch die Beziehungen 35) verbunden. Der Übergang von der relativen Ruhe zur relativen Bewegung kann also durch Drehung der Zeitachse dargestellt werden. Befindet sich im System S, also in der Ebene P, ein beweglicher Punkt M, so können wir in jedem Punkte der Bahn dieses Punktes eine Senkrechte zu P errichten und auf ihr eine Länge auftragen, die der dem betreffenden Punkte der Bahn entsprechenden Zeit numerisch gleich ist. Wir erhalten eine dreidimensionale Kurve K, die in jedem Belange, auch hinsichtlich der Zeit, für die Bewegung des Punktes M charakteristisch ist und deren Projektion auf P die Bahn des Punktes darstellt. Die Bewegung des Punktes M und damit die Kurve K ist durch die beiden ersten der Gleichungen 2) gekennzeichnet. Setzt man in diese die zweite der Gleichungen 35) ein, so erhält man die beiden ersten der Gleichungen 3). Die Bewegungsgesetze sind in beiden Systemen gleich und die beiden ersten der Gleichungen 3) kennzeichnen eine Kurve K' im System S', die mit der Kurve K in der Form übereinstimmt, sich jedoch mit S' bewegt. Die Gleichungen der Bewegung und der charakteristischen Kurve bleiben auch bei der Transformation durch Drehung der Zeitachse ungeändert

Minkowski konstruiert, indem er Raum und Zeit zu einer untrennbaren Einheit verschmilzt, ein vierdimensionales System, die Welt, in der die Zeit die vierte Dimension ist. Der mit vier Koordinaten x, y, z, $u = ct$ versehene Punkt wird als Weltpunkt bezeichnet. Die Geschichte eines Punktes ist durch die Weltlinie charakterisiert, die der eben erwähnten Kurve K entspricht. Eine besonders symmetrische Form er-

Digitized by Google

halten die Formeln, wenn nicht $u = ct$, sondern ict $(i = \sqrt{-1})$ genommen wird. Auch hier kann die Transformation durch eine Drehung der Zeitachse bewirkt werden und zwar um den imaginären Winkel, für den die Beziehung

$$\operatorname{tg} \alpha = i \frac{v}{c} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 37)$$

gilt, wie aus den Lorentz-Transformationen folgt. Aus dieser Beziehung lassen sich die Einsteinschen Geschwindigkeitsformeln ableiten.

Es ist nach 37)

$$u = \frac{c}{i} \operatorname{tg}(\alpha + \alpha') = -ic \operatorname{ctg}(\alpha + \alpha') = -ic \frac{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \alpha'}{1 - \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \alpha'} = \frac{v + v'}{1 + \frac{vv'}{c^2}},$$

was vollkommen der Formel 27) entspricht.

10.

Wir mußten uns bei der Darstellung der Relativitätstheorie mit einer ganz knappen Erörterung der Grundlagen der Theorie begnügen und konnten bei der Besprechung der Folgerungen aus der Theorie nur eine ganz beschränkte Auswahl treffen. So mußte leider gerade auf die Erläuterung der Ergebnisse auf dem Gebiete der Elektrodynamik verzichtet werden, die besonders interessant sind, aber jedweder kurzen und oberflächlichen Behandlung widerstreben. Vielleicht kann diese Erläuterung einem späteren Zeitpunkte vorbehalten werden.

Dr. G. Dimmer.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Ausnutzung des Saimasees in Finnland. Nach den von Ing. Hallinger in München verfaßten Plänen ist in Finnland die Errichtung eines Kraftwerkes von 300.000 *PS* am Wuoxenstrom, dem Abflusse des Saimasees geplant, dessen Niederschlagsgebiet 62.000 km^2 umfaßt, wobei 360 bis 1200 m^3 pro Sekunde zum Abflusse gelangen.

Die Abflußmenge ist sonach ziemlich konstant, da die jährlichen Schwankungen des Seespiegels von 6724 km^2 Fläche nur 1·6 *m* betragen. Durch Aufstauung kann die mittlere Abflußmenge auf 550 m^3 erhalten bleiben; dies gibt bei einem Nutzgefälle von 62·4 *m* rund 300.000 Turbinen-*PS*. Für die Werkszuleitung ist ein 18 *km* langer Kanal vorgesehen, der 700 m^3 Wasser aufnehmen soll und in einer eisernen Rohrleitung zum Tale führt. Im Werke sollen 20 Turbinen von je 20.000 *PS* zur Aufstellung gelangen.

Die gewonnene elektrische Energie soll zur Elektrifizierung der russisch-finnischen Eisenbahnen, zur Versorgung der Industrien und Staatswerkstätten in Petersburg sowie der Städte Wiborg und Terrioki verwendet werden. Es können jährlich 1600 Millionen *kWh* nutzbar abgegeben werden. (Die Wasserwirtschaft, 1. 12., 1913.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Über Sicherheitsvorrichtungen im Dampfbetriebe, ihre Konstruktion, Wirkungsweise, Verwendung und Bewährung sprach im Magdeburger Bezirksverein d. V. D. I Ing. F. Pailliart. Der Vortragende besprach in erster Reihe Rohr- und Kesselbruchventile und erörtert die Anforderungen, die an ein zuverlässig arbeitendes Rohrbruchventil zu stellen sind. Es wird das erste von Hübner & Mayer konstruierte Rohrbruchventil beschrieben, bei welchem ein doppelkegelförmiger Selbstschlußkörper mit freiem Spielraum an einer Verlängerung des Absperrkegels geführt ist und auf einem im unteren Deckel (oder bei Eckventilen in einem Führungsstege) angeordneten Bunde in einem schmalen Ringe aufruht, in dem ein freier Hohlraum von kreisförmigem Grundriß gebildet wird. Der Kegel wird bei verstärktem Betriebe mit größerer Kraft, bei schwächerem Betriebe mit geringerer Kraft, bei ruhender Dampfsäule mit geringster Kraft offen gehalten, das heißt die Gegenkraft steigt und fällt mit der Dampfgeschwindigkeit, so daß das Ventil sich selbsttätig den Betriebsverhältnissen anpaßt. Hiedurch wird eine unzeitgemäße Absperrung der Dampfleitung und die damit verbundenen Betriebsstörungen verhütet. Bei einem Rohrbruch oder bei einer anderen Beschädigung an der Dampfleitung oder an den angeschlossenen Maschinen oder Dampfapparaten entsteht an der Bruchstelle eine Druckentlastung, die sich rasch bis zur oberen Fläche des Kegels fortpflanzt, während infolge der Querschnittsformen des Rohrbruchventils auf die untere Fläche des Kegels noch nahezu der volle Kesseldruck wirkt. Infolge dieses Druckunterschiedes wird der Selbstschlußkörper vom Dampf angehoben und gegen seinen Abschlußsitz gepreßt. Das Ventil schließt bei Rohrbrüchen sicher, sowohl bei ruhendem Dampf als auch bei großen Dampfgeschwindigkeiten. Rohrbruchventile müssen für verschiedene Dampfgeschwindigkeiten und Druckabfälle im Betriebe innerhalb weiter Grenzen einstellbar sein und eine Vorrichtung haben, um unbefugte Verstellungen zu verhüten. Die Rohrbruchventile arbeiten ohne Rücksicht auf den Grad der Eröffnung des damit zusammengebauten Absperrventils. Nach dem Selbstschlusse dürfen Rohrbruchventile nicht selbsttätig öffnen, weil sonst eine neuerliche Dampfausströmung bei der Bruchstelle stattfindet. Absperrbare Rohrbruchventile werden zumeist mit Kesselbruchventilen ausgerüstet. Die Gehäuse und Deckel der Rohrbruchventile werden aus bestem Stahlguß, die Ventilsitze dagegen aus Nickel hergestellt. Bei einer zweiten Bauart der Rohrbruchventile von Hübner & Mayer ist der Doppelkegel durch einen leichten Selbstschlußkörper ersetzt, der auf einem durchbohrten Zapfen lose geführt ist, dessen Bohrung ins Freie mündet. Der Selbstschlußkörper wird daher mit dem vollen Überdruck des Dampfes auf seinen Sitz am inneren Ende der Zapfenbohrung gepreßt, also mit großer Kraft in der Offenstellung erhalten.

Das geringe Gewicht der Ventilkörpers des Rohrbruchventils ermöglicht dessen Einbau unbeschadet seiner sicheren Wirkung, in jeder beliebigen Lage. Weiters erfolgt infolge des geringen Gewichtes des Selbstschlußkörpers der Schluß des Ventils bei Rohrbruch ohne Stoß. Bei einer dritten Bauart der Rohrbruchventile der genannten Firma ist der Ventilkörper schirmartig ausgebildet, so daß über und unter dem Selbstschlußkörper gleiche Druckverhältnisse erzielt werden und das Ventil selbst bei großer und stoßweiser Dampfentnahme sicher offen gehalten wird. Proben haben gezeigt, daß bei entsprechender Einstellung ein Rohrbruch von bloß einem Zehntel des Hauptrohrquerschnittes genügt, um das sichere Wirken des Rohrbruchventils herbeizuführen, während an der Verbrauchsstelle der Dampf durch den fast vollen Querschnitt des Dampfrohres ins Freie strömen konnte, ohne daß ein Selbstschluß eintrat.

Der Vortragende bespricht nunmehr die Druckminderventile. Diese haben den Zweck, den schwankenden Kesseldruck in geringere, aber gleichbleibende Spannung umzuwandeln. Bei Betriebsbeginn soll der Minderdruck rasch auf die eingestellte Höhe gebracht, diese Höhe aufrechterhalten und der Durchtritt des hochgespannten Dampfes sicher verhindert werden. Für verschiedene Betriebsverhältnisse, Querschnitte und Verwendungszwecke sind Sonderbauarten geschaffen worden, deren Anwendung sich nach der Beschaffenheit des Dampfes, der Höhe des Anfangs- und Minderdrucks, der Menge des stündlich abzudrosselnden Dampfes und der Einbaulage richtet. Die einfachste und älteste Bauart ist das Dampfdruckminderventil mit entlastetem Rohrschieber und Gewichtsbelastung; dasselbe wird senkrecht in die Rohrleitung eingebaut und soll den Druck von Sattdampf auf beliebige Unterdrücke bis zur untersten Grenze von 0·5 Atm. vermindern.

Bei einer anderen Bauart der Druckminderventile, die für die Druckverminderung von Satt- und Heißdampf beliebiger Anfangsspannung auf beliebige Drücke bis 0·5 Atm. geeignet ist, wird zur Druckminderung eine geschützte Membrane mit zentraler Federbelastung eingebaut. Die Feder- oder Gewichtsbelastung kann auch durch Dampfbelastung ersetzt werden, wobei der Ventilkegel einsitzig und entlastet ist und ein Sicherheitsventil vorgesehen ist. Ein solches Ventil entspricht den strengsten Betriebsanforderungen. Die Druckminderventile werden für Sattdampf- und Anfangsspannungen unter 10 Atm. in Gußeisen mit Bronzeausrüstung und Nickelsitzen, für höheren Druck in Stahlguß ausgeführt.

Es werden nunmehr vom Vortragenden die wichtigsten und modernsten Typen der Sicherheitsventile, Abdampfdruckregler, Überströmventile und Dampfwasserableiter eingehend besprochen. Unter den an erster Stelle genannten Einrichtungen wird insbesondere das Hochhubsicherheitsventil Bauart Gaßebner besonders hervorgehoben, bei welchem die Ventileröffnung nicht plötzlich und stoßweise erfolgt, sondern das Ventil jeweils dem herrschenden Überdrucke nachgebend mehr oder weniger hochgehoben wird. Infolge des ausgiebigen Öffnens des Ventils und des hiedurch erzielten raschen Entweichens des überschüssigen Dampfes entspricht diese Bauart vollkommen den Anforderungen, die seitens der modernen Hochleistungskessel an Sicherheitsventile gestellt werden müssen. Abdampfdruckregler sind nichts anderes als sehr empfindliche Hochhubsicherheitsventile und ermöglichen eine zweckmäßige Verwertung des Abdampfes zu Heiz-, Koch- und sonstigen Zwecken. Überströmventile ermöglichen einen klaglosen Betrieb bei zwei oder mehreren zusammenarbeitenden Kesselgruppen, die verschiedene Betriebsspannungen besitzen. Diese Ventile lassen den in den Hochdruckkesseln über eine gewisse einstellbare Spannung hinaus erzeugten Dampf nach Art eines Hochhubsicherheitsventils ab- und den niedriger gespannten Kesseln zuströmen, während sie unterhalb des eingestellten

Digitized by Google

Druckes geschlossen bleiben, den normalen Betrieb also nicht beeinflussen. Das Überströmventil wird für einen um weniges niedrigeren Druck eingestellt als die Sicherheitsventile des Hochdruckkessels. Diese arbeiten nur, wenn die Überströmleitung abgesperrt ist.

Die zum Schlusse besprochenen Höchstleistungs-Dampfwasserableiter sind solche, die nach dem Prinzip der Freifalltöpfe ohne Hebelübersetzung selbsttätig das Kondensationswasser abführen, ohne dem Dampf einen Austritt zu gewähren. Sie entlüften selbsttätig und können das Kondensat der Dampfspannung entsprechend hoch drücken, ohne ein besonderes Rückhaltventil hinter dem Topf zu erfordern. (Z. d. V. D. I. Heft 37, 1913).

Elektrische Beleuchtung.

Die Wirtschaftlichkeit moderner Beleuchtungsquellen für Gießereien untersucht H. Becker. Bei Tagschicht sind jährlich 300, bei Doppelschicht jährlich 3000 Dunkelstunden. Der Strom kostet 7·2 Heller pro *kWh*, Löhne machen 60 Heller pro Stunde aus.

1. Ursprünglich war die Halle mit 12 Kohlenstiftenlampen für 800 *HK* für 15 *A*, zu 3×4 an 220 *V* liegend, beleuchtet. Ein Satz Kohlenstifte hat 16 Stunden gebrannt und 100 Satz kosten K 31·42. Die Bedienungszeit hat 330 Stunden ausgemacht.

2. Die Halle wird mit 7 Quarzlampen zu 3·5 *A*, 220 *V* für je 3000 *HK* beleuchtet, wobei die Lebensdauer eines Brenners 3000 Stunden und die Kosten derselben K 54 ausmachen (bei 20 Stunden Bedienungszeit).

3. Bei einem zweiten Projekt werden zehn Flammenbogenlampen für 10 *A*, 1920 *HK* zu zwei an 220 *V* vorgeschlagen, wobei ein Satz Stifte 16 Stunden brennt und 100 Satz K 54·60 kosten; die Bedienungszeit macht 362 Stunden aus.

4. Endlich wird vorgeschlagen, die Halle mit 18 1000-kerzigen Metallfadenlampen für je 5 *A*, zwei an 220 *V*, zu beleuchten. Es sind zum Ersatz der Lampen von 1000 Stunden Brenndauer 18·8 Stück zu K 19 erforderlich. Bedienungszeit zehn Stunden.

Die Ergebnisse zeigt folgende Zusammenstellung.

	Gewöhnliche Bogenlampe	Quarzlampe	Flammen-Bogenlampen	Metallfadenlampen
Kerzenstunden in Millionen *HK*-Stunden	14·72	23·4	23·8	18·8
Gesamte Betriebskosten Kr.	1765	584	1585	1820
Stromkosten für 1 *HK* und 1000 Stunden Heller . .	7·4	1·85	2·9	7·92
Betriebskosten für 1 *HK* und 1000 Stunden Heller	12·0	2·5	6·68	9·84

(Z. d. V. D. I., 13. 12. 1913.)

Elektrische Bahnen. Fahrzeuge.

Eine elektrisch betriebene Drahtseilbahn und Bobschlittenbahn beschreibt F. Hunziker. Die Bahn geht von der Station Engelberg in 453 *m* Länge auf die 274 *m* hohe Gerschnialpe. Zum Antrieb der Bahn dient in der oberen Haltestelle eine Anlage, bestehend aus einem Elektromotor, dem Triebwerk mit Übersetzung, den Sicherheits- und Überwachungsvorrichtungen. Zur Anwendung kam ein doppeltes Stirnradgetriebe mit Pfeilverzahnung, das die Tourenzahl des Motors von 975 auf die des Hauptantriebskolbens von 45 pro Minute herabsetzt; die großen Räder sind aus Elektrostahlguß, die kleinen aus Chromnickelstahl. Zwischen Motor und Getriebe sitzen zwei Backenbremsen, eine von Hand aus beim normalen Bremsen einstellbar, die andere automatisch bei 20% Überschreitung der normalen Geschwindigkeit (1·2 *m* pro Sekunde) in Wirkung tretend und dabei durch einen Seilzug einen Maximalhauptschalter ausschaltend; umgekehrt tritt diese Bremse auch in Tätigkeit, wenn bei Überstrom der Automat öffnet. Den Antrieb besorgt ein Drehstrominduktionsmotor von 65 *PS*, 216 *V*. Beim Überfahren der Endhaltestellen werden Endausschalter in die Stromkreise für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt durch den Wagen betätigt; das Anlassen des Motors kann dann nur für die entgegengesetzte Fahrtrichtung geschehen. Die Wagen enthalten Batterien für die Beleuchtung und die Heizung, die an den Endhaltestellen durch Steckkontakte mit der Ladestromquelle verbunden werden.

Der Motor entnimmt Strom aus einem 5700 *V*-Netz über zwei parallel gelegte Transformatoren für je 36·5 *kW*. Bei der Talfahrt mit Überlast arbeitet der Motor als Stromerzeuger auf das Netz. (Z. d. V. D. I., 13. 12. 1913.)

Elektrische Apparate.

Betriebsmessungen an Quecksilbergleichrichtern. J. Epstein beschreibt die Messungen an einem Béla-Schäfer-Gleichrichter für 240 *V*, 360 *A* mit zwei Zylindern.

Der Gleichrichter gab Gleichstrom aus einem Wechselstromnetz an Motoren ab, die in üblicher Weise zwischen der Kathode und der Mitte des Transformators über ein Wattmeter W_3 gelegt waren; die beiden Enden des Transformators führen je über ein Wattmeter W_1, W_2 zu den Anoden des Gleichrichters. Bei der direkten Bestimmung ergab sich der totale Wirkungsgrad zu $W_3 : (W_1 + W_2)$.

Zur Zündung war ein kleiner Umformer vorhanden, der gemeinsam mit der Luftpumpe angetrieben wurde. Durch eine passende Schaltung konnten bei einer zweiten Messung die Verluste im Gleichrichter samt Zuleitung, Umformer und Luftpumpe bestimmt und so der Wirkungsgrad zur Kontrolle indirekt gemessen werden.

Setzt man die Verluste im Umformer und Luftpumpe mit 1·6 bezw. 2·75 *kW* an, je nachdem zwei oder vier Zylinder im Gleichrichter sind, so ergeben sich die Wirkungsgrade

Belastung	60	50	40	30	20	10 *kW*
Zwei Zylinder . . .	—	—	87·9	87·0	85·4	80·7%
Vier „ . . .	87·8	87·3	86·1	84·1	80·7	73·0%

Als durchschnittlicher Wirkungsgrad eines mehrwöchentlichen Betriebes mit 33 *kW* mittlerer Belastung ergeben sich 81·7% (gegen 79·1% beim Wochenbetrieb).

Interessant ist der Einfluß, den die Art der Belastung (Widerstand, Batterie, Dynamoanker im fremderregten Feld, Magnet) auf die Arbeitsweise des Gleichrichters nimmt, und der durch gleichzeitiges Ablesen an Deprez-Instrumenten, Hitzdrahtmeßgeräten, Wattmetern und Aufnahme von Oszillogrammen nachgewiesen werden konnte.

Lagert sich ein sinusförmiger Wechselstrom mit der Amplitude a über einen Gleichstrom b, so ist die Welligkeit des Stromes $F = a/b$ (bei reinem Gleichstrom ist $F = 0$ bei reinem Wechselstrom $F = \infty$). Hat die Stromkurve den Verlauf

$$i = a \sin 2\pi \frac{t}{T} + b,$$

so zeigt das Deprez-Instrument $I_d = b$,

das Hitzdrahtinstrument $I_h^2 = \frac{1}{T}\int_0^T (a \sin \frac{2\pi t}{T} + b)^2 \, dt = \frac{a^2}{2} + b^2$.

Mithin ist die Welligkeit $F = \frac{a}{b} = \sqrt{2\left[\left(\frac{I_h}{I_d}\right)^2 - 1\right]}$.

Für verschiedene Belastungen wurde nun aus den Instrumentangaben die Welligkeit berechnet und mit der durch das Oszillogramm gegebenen verglichen.

Belastung	Welligkeit in Prozenten Spannung gerechnet	Spannung beobachtet	Strom gerechnet	Strom beobachtet
Widerstand	29	30	28	31
Batterie	7	4	33	38
Dynamoanker	13	5	30	38
Dynamofeld	93	1·1	6	4
Anker + Feld	0	7	67	67

Die Strompulsationen bringen weder im Feld, noch im Anker, noch auf die Funkenbildung irgend einen Einfluß hervor. Nur durch Erhöhung der Jouleschen Verluste ergab sich im Motor eine Verringerung des Wirkungsgrades um 1·5%. Die Spannungskurve läßt sich durch Drosselspulen, Batterien usw. verflachen. (E. T. Z. Heft 50, 1913.)

Der Einfluß von Gas und Elektrodenmaterial bei kurzen Metallfunkenstrecken. E. Taege, Danzig-Langfuhr, berichtet über eine Arbeit, die den Zweck hatte, zu untersuchen, ob das verschiedene Verhalten der Metalle und Gase in bezug auf Löschwirkung in chemischen Einflüssen begründet ist oder ob die physikalischen Eigenschaften allein die Wirkung hinreichend zu erklären vermögen. Es wurden die Metalle Magnesium, Aluminium, Nickel, Zink, Silber, Platin, Kupfer und Messing in den Gasen Chlor, Stickstoff, Luft, Sauerstoff, Ammoniak, Methan, Leuchtgas und Wasserstoff untersucht, in welcher Aufzählung die Metalle und Gase nach Zunehmen der Löschwirkung geordnet sind. Die bekannte Wahrnehmung, daß eine Verkleinerung der Funkenstrecke die Löschwirkung wesentlich erhöht, konnte bei allen Gasen und Metallen bestätigt werden. Je größer das Wärmeleitvermögen und die Ionenbeweglichkeit des Gases ist, desto besser ist ohne Rücksicht auf das verwendete Metall die Löschwirkung. Eine Wirkung chemischer Reaktionen zwischen den Metalldämpfen und den Gasen scheint nicht zu bestehen. Vorhandene Dämpfe erhöhen die Löschwirkung, doch scheint die chemische Beschaffenheit des Dampfes nicht von Bedeutung zu sein, da die untersuchten Dämpfe von Wasser, Benzol, Alkohol und Kohlenstofftetrachlorid in gleicher Weise wirkten. Hinsichtlich der Metalle war weder mit der Wärmeleitfähigkeit noch der Temperaturleitfähigkeit ein Zusammenhang zu konstatieren. Untersuchungen des Funkens mit dem rotierenden Spiegel zeigten bei einzelnen Metallen zwischen den Funken völlige Dunkelheit, bei anderen ein Nachleuchten und bei einigen noch sogenannte Nachzügler, Entladungen mit wesentlich kleinerer Amplitude. Aus diesem

Digitized by Google

Verhalten und den anderen Beobachtungen kann geschlossen werden, daß das verschiedene Verhalten der Metalle in der verschiedenen Elektronenemission seine Erklärung findet.

(Phys. Zeitschr. Nr. 21, 1913.)

Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen.

Eine Einrichtung zum Anhalten von Eisenbahnzügen auf Distanz. A. Soulier. Eine in einem Güterwagen eingestellte Dynamo mit Antrieb von der Wagenachse, ist mit einem ihrer Pole über ein Solenoid mit der Metallmasse des Wagens verbunden, wobei der zweite Pol an einen Stromabnehmer angelegt ist, der auf einem isolierten Schienenstück schleifen kann. Durch das Solenoid kann mittels seines Kernes ein Schieber betätigt werden, welcher durch Öffnen der Bremsleitungen das Anhalten des Zuges verursacht. Gelangt der Zug daher über eine isolierte Schiene, welche durch den Schalter eines Haltesignales geerdet wird, so ist der Stromkreis der Dynamo über das Solenoid geschlossen, mithin werden die Bremsluftleitungen geöffnet und der Zug zum Stehen gebracht; gleichzeitig wird durch die Druckluft eine Pfeife betätigt. Die Verwendung einer Dynamo hat den Vorteil, daß die Wirkung der Vorrichtung eine viel kräftigere als bei Anwendung einer Batterie ist. Zwischen einer Dynamobürste und der Masse des Wagens wird ein Voltmeter oder eine Glühlampe geschaltet, wodurch man sich stets überzeugen kann, ob die Anlage richtig arbeitet. Nach der gleichen Methode kann man auch eine Abzweigung des Geleises automatisch in der Weise schützen, daß man an der Kreuzungsstelle eine isolierte Schiene anbringt, welche mit dem 1800 *m* vorher angeordneten Haltsignal leitend verbunden ist. Befindet sich ein Zug auf der Abzweigung, so wird die isolierte Schiene geerdet und dadurch werden auf Distanz alle dahinter befindlichen Züge blockiert. (L'Industrie Electrique, 25. 11. 1913.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Die Erzeugung von Stickstoffverbindungen durch direkte Elektrolyse des Torfs beschreibt G. Dary. Nach den von Buckler und Müntz aufgenommenen und von A. Nodon abgeschlossenen Versuchen kann man in sehr wirtschaftlicher Weise Salpetersäure und Stickstoffverbindungen durch direkte Elektrolyse des Torfs erhalten. Das sich ständig auf der Torfoberfläche bildende Kalziumnitrat wird durch Elektrolyse zersetzt; die Salpetersäure sammelt sich an der Anode, der Kalk an der Kathode. Die Anlage ist in ihrem Aufbau sehr einfach und kann im Freien aufgestellt werden.

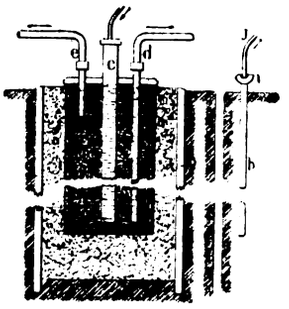


Fig. 1.

Jedes Element besteht aus einem porösen zylindrischen Tongefäß *a* (Fig. 1) von 2·5 *m* Höhe und 0·4 *m* Durchmesser, das direkt in den Torf (1 *m* Abstand voneinander) eingelassen wird, als Anode dient und den gewaschenen Koks *b* aufnimmt; im letzteren befindet sich eine kräftige Graphitstange *c*, um den Strom in der Koksmasse zu verteilen. Zwei Glasröhren *e* und *d* tauchen in die Koksmasse ein; die erste dient zur Nachfüllung des Wassers, die zweite zum Nachfüllen der verdünnten Salpetersäure, mit welcher der Koks gesättigt wird und die zum Ingangsetzen des elektrolytischen Prozesses dient. Zwischen Gefäß *a* und den geteerten Holzwänden *g* wird Kalziumkarbonat oder einfach zerkleinerter Kalk eingestampft. Die Kathoden *h* sind aus Gußeisen hergestellt und werden in 0·1 *m* Abstand voneinander in den Torfboden eingelassen. Sowohl die Anoden als auch die Kathoden sind untereinander parallelgeschaltet.

Die beim Stromdurchgang erzeugte Salpetersäure wird mittels Pumpen durch die Tauchröhren *d* abgesaugt, während gleichzeitig durch die Röhren *e* frisches Wasser zugeführt wird. Die gewonnene Salpetersäure kann entweder konzentriert oder zur Darstellung von Kalziumnitraten verwendet werden.

Pro *ha* Torfboden lassen sich etwa 2500 Tongefäße und 36.000 Eisenstangen unterbringen, die einen Energieverbrauch von 180 *kW* verursachen und 432 *kg* Salpetersäure zu liefern vermögen. Eine derartige Anlage erweist sich daher als rentabel, wenn die elektrische Energie billig erhältlich ist, das heißt in der Nähe großer Wasserläufe. (L'Electricien, 6. 12. 1913.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Untersuchungen über den Leistungsfaktor von Karbidöfen. Lombardi und Scarpa haben eine Reihe von Untersuchungen an Lichtbogenöfen bei verschiedenen Stromstärken, Frequenzen und Spannungen durchgeführt, wobei die Belastung in verschiedener Weise unterteilt wurde. Die Versuche zeigen, daß Schwankungen der EMK bei der elektrolytischen Zerlegung des Karbids keinen wesentlichen Einfluß auf den Leistungsfaktor haben, vorausgesetzt, daß die EMK der Polarisation genügend schwach ist. Dagegen haben die periodischen Schwankungen der Temperatur und die Ionisierung, welche bei den veränderlichen Stromstärken auftritt, einen sehr merklichen Einfluß auf den Leistungsfaktor, weil hiedurch der Widerstand des Lichtbogens und die Form der EMK-Kurve wesentlich verändert werden. Dieses Ergebnis wird durch die aufgenommenen Oszillogramme bestätigt, bei welchen die Änderung der EMK- und Stromkurven um so bedeutender ist, je kleiner der Leistungsfaktor wird. Bei Steigerung der Stromstärke werden die Schwankungen des Widerstandes geringer und der Leistungsfaktor besser und die Form der EMK nähert sich mehr der Sinuslinie. Bei Abnahme der Stromstärke wird die Kurvenform immer unregelmäßiger, die Widerstandsschwankungen größer und der Leistungsfaktor niedriger; das gleiche erfolgt auch bei zunehmender Periodenzahl; der cos φ sinkt von 0·96 bei 35 $\sim$ auf 0·82 bei 54 $\sim$. Auch das Elektrodenmaterial hat einen wesentlichen Einfluß; Homogenkohlen zeigen einen wesentlich niedrigeren Leistungsfaktor als unterteilte oder metallisierte Elektroden von geringerem Durchmesser. Durch die metallischen Zusätze wird der Widerstand und dessen Schwankungen verringert, demgemäß auch die Stromschwankungen. Der Lichtbogen ist im allgemeinen um so unbeständiger, je größer seine Länge (Spannung, Periodenzahl) und seine Temperaturschwankungen (Abkühlungsoberfläche) sind. Die Erhöhung der Periodenzahl hat wohl eine Abnahme der periodischen Schwankungen der EMK-Kurve der Temperatur und des Widerstandes zur Folge, erhöht jedoch auch die Reaktanzspannung und den Skineffekt in weit stärkerem Maße. Die günstigste Periodenzahl liegt in der Nähe der für Kraftzwecke geeigneten Frequenzen.

(Atti Assoc. Elletrot. Italiana, 30. 11. 1913.)

Stoffe für die Elektrotechnik.

Untersuchungen über den Isolationswiderstand. S. Evershed beschreibt eine Reihe von eingehenden Versuchen und deren Ergebnisse an verschiedenen dielektrischen Stoffen, namentlich Baumwolle, Papier, Glimmer und Leinwand. Die Versuche dienten zunächst dazu, das Gesetz der Abhängigkeit des Isolationswiderstandes von der Spannung und der Feuchtigkeit zu ermitteln. Der Isolationswiderstand wurde direkt mittels des Ohmmeters gemessen, bei sehr hohen Widerständen wurde das Brocasche Galvanometer verwendet. Der Isolationswiderstand und die Verlustströme wurden vor und nach erfolgter Trocknung bei verschiedenen Spannungen aufgezeichnet; aus dem Verhältnis des Isolationswiderstandes bei einfacher und zehnfacher Spannung V $\frac{R\,V}{R_{10}\,V} \cong 3$ ergab sich das empirische Gesetz: $R = k \cdot \sqrt[x]{\frac{1}{V}}$, wobei der Exponent $x \cong 2$ ist. An einem Isolatormodell wurde der Einfluß der „elektrischen Endosmose" untersucht und die Kapillareigenschaften mit Hilfe der entstehenden Newtonschen Farbenringe beobachtet. Es ergab sich hiebei, daß die Wirkung der Feuchtigkeit auf der Bildung eines dünnen Films des an der Isolatoroberfläche kondensierten Wassers beruht, welcher das „Widerstandswasser" (resistance water) bildet, während das absorbierte Wasser (dormant water) keinen Einfluß auf den Isolationswiderstand ausübt. Dieses Verhalten wird auch durch die Versuchsergebnisse bestätigt.

Zusammenfassend ergeben die Versuche, daß der dielektrische Widerstand eines Materials weit größer als der Isolationswiderstand ist und lediglich die Verlustströme infolge des an der Oberfläche kondensierten „Widerstandswassers" maßgebend sind, während die dielektrischen Verluste vernachlässigt werden können. Die Quantität des in diesem Film absorbierten Wassers bildet nur einen geringen Bruchteil des gesamten absorbierten Wassers. Die Imprägnierung eines absorbierenden Isolationsmaterials verhindert nicht die Entstehung dieses Films. Die Leitfähigkeit eines Isolationsmaterials folgt nicht dem Ohmschen Gesetz; die Beziehung zwischen dem Isolationswiderstand und der Spannung folgt vielmehr einem Exponentialgesetz. Erst wenn die Absorptionsfähigkeit des Materials überschritten wird, nähert sich die Charakteristik einer dem Ohmschen Gesetz entsprechenden geraden Linie. Compoundisolationen folgen, je nach der Beschaffenheit der konstituierenden Materialien, einem zwischen beiden Grenzfällen liegenden Exponentialgesetz. Die bei verschiedener Feuchtigkeit aufgenommenen Kurven folgen dem Gesetz der elektrischen Endosmose; der entstehende hydraulische Druck treibt einen Teil des absorbierten Wassers in die Filmschichte und erzeugt daher mit zunehmender Spannung einen Abfall des Isolationswiderstandes. Der Einfluß dieser Größen auf die Durchschlagsspannung bei Gleich- und Wechselströmen bleibt späteren Untersuchungen vorbehalten.

(Journ. of Inst. El. Eng., 15. 12. 1913.)

Digitized by Google

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Die Glimmentladung in zylindrischen Feldern bei Atmosphärendruck. V. Schaffers, Louvain. Die Ursache dafür, daß die Theorie der elektrischen Entladungen in Gasen von Atmosphärendruck oder vom mäßigen Vakuum der Geißler-Röhren nicht so weit vorgeschritten ist wie die der Anoden- oder Kathodenstrahlentladungen im äußersten Crookesschen Vakuum, liegt in erster Linie in der Schwierigkeit, die Wirkungen der Ionen der beiden Vorzeichen voneinander zu trennen. Es liegt daher der Gedanke nahe, die Glimmentladung heranzuziehen als eine Entladungsform, bei der nur Ionen eines Vorzeichens in Betracht kommen. Die bisher gewonnenen Ergebnisse aus zahlreichen Untersuchungen sind jedoch rein empirisch, da man bei der angewendeten Spitzenentladung die Gestalt des Feldes nicht kennt. Weit geeigneter ist das theoretisch vollkommen bekannte Feld um einen in der Achse eines Kreiszylinders ausgespannten Draht. Trotzdem sind wenig Arbeiten über solche Entladungen bekannt, so die von Gaugain über Durchbruchspotentiale und von Jaumann über Anfangspotentiale. Andere Forscher (Overbeck) haben die Glimmentladung an Drähten parallel zu schwach gekrümmten Flächen untersucht, in welchem Falle die Feldformel ähnlich der für Zylinder ist. Schaffers hat, um regelmäßige Glimmentladungen, die einen häufigen Wechsel des Gasmediums bedingen, zu erhalten, den ganzen verwendeten Apparat in einen Glaszylinder eingebaut, in dem eine konstant arbeitende Wasserstrahlpumpe einen beständigen Luftstrom unterhielt. Die Ergebnisse waren die folgenden: Ist der Drahtradius (r) gleich oder größer als 0·01 *cm*, so ist das Anfangspotential proportional $r^{0·7} \log \frac{b}{r}$, worin b eine Konstante bedeutet. Das Anfangsfeld ist unabhängig vom Halbmesser des Zylinders. Liegt r zwischen 0·01 *cm* und 0·001 *cm*, ist das um 350 *V* verminderte positive Anfangspotential und das negative Anfangspotential proportional $r^{0·4} \log \frac{b}{a}$, wobei $a = r + 0·03\,cm$ ist. Wird r kleiner als 0·001 *cm*, so sind die genannten Potentiale proportional $r^{0·5} \log \frac{2b}{r}$. Dieses letztere Gebiet entspricht dem der kritischen Durchbruchsspannungen. Im erstgenannten Gebiete sind die positiven Anfangspotentiale größer als die negativen im Gegensatze zu den beiden anderen Gebieten. Der Grenzwert des Anfangsfeldes ist bei großem Drahthalbmesser 30.000 *V/cm* wie beim Funken. Die Schichtdicke der Lichthaut ist vor r unabhängig und hat den Wert 0·06 *cm*. Die Ionisierung scheint bei 0·03 *cm* zu beginnen. Der anfängliche Potentialabfall auf 0·03 *cm* ist nicht konstant, noch weniger die Strecke, die einem Abfall von 350 *V* entspricht. Die Ionisierung beginnt bei konstantem Abfall nicht auf einer festen Strecke. Dies führt zu dem Schluß, daß die Masse der Ionen von r abhängt, ebenso wie sie vom Drucke abhängt. Es werden daher Versuche mit variablem Drucke unternommen werden. (Phys. Zeitschr. Nr. 20, 1913).

Chronik.

Internationaler Ingenieurkongreß 1915. Im Zusammenhang mit der Panama Pacific Internationalen Ausstellung in San Francisco im Jahre 1915, wird ein Internationaler Ingenieurkongreß stattfinden, zu dessen Teilnahme Ingenieure aller einschlägigen Branchen der Welt eingeladen werden. Die Mitglieder unseres Vereines werden demnächst durch ein Rundschreiben der Leitung höflichst eingeladen, Mitglieder dieses Kongresses zu werden und an dessen Beratungen teilzunehmen.

Der Kongreß wird von den folgenden fünf Nationalen Ingenieurvereinen geleitet: The American Society of Civil Engineers, The American Institute of Mining Engineers, The American Society of Mechanical Engineers, The American Institute of Electrical Engineers and The Society of Naval Architects and Marine Engineers.

Die Organisation und die Leitung des Kongresses ist in Händen eines Leitungskomitees, bestehend aus den Präsidenten und den Sekretären dieser fünf Vereine und aus 18 ihrer Repräsentationsmitgliedern, wohnhaft in oder in der Nähe von San Francisco.

Der Kongreß wird seine Sitzungen während der Woche vom 20. bis 25. September 1915, in San Francicso halten, im Auditorium und in den Abteilungsräumen, welche ihm von der Verwaltung der Panama Pacific Internationalen Ausstellungsgesellschaft zur Verfügung gestellt werden.

Der Zweck des Kongresses ist es, eine große Zahl Ingenieure aller zivilisierten Länder zusammenzubringen und ihnen Gelegenheit zu geben, persönliche Bekanntschaften zu machen und zu erneuern und zum Meinnngsaustausch über verschiedene Berufsfragen, Themen vor den verschiedenen Abteilungen zu besprechen, die später veröffentlicht werden sollen.

Dem Zweck und dem Charakter entsprechend, ist es beabsichtigt, daß der Kongreß rein international sei und daß er in durchaus umfassender Weise die verschiedenen Branchen des Ingenieurberufes einschließe. Es ergeht die Einladung, Beiträge über bestimmte Themen zu liefern und in der Wahl und Verteilung dieser Themen wird der Ausschuß sich nach Kräften bestreben, daß die gelieferten Abhandlungen auf den verschiedenen Gebieten des Ingenieurwesens auf der Höhe der Zeit stehen.

Jede Abhandlung soll das Thema in großen Zügen, dabei doch auf umfassende Weise, behandeln, mit spezieller Bezugnahme auf die wichtigsten Fortschritte auf dem betreffenden Gebiet während des letzten Jahrzehnts, das heißt der gegenwärtige Stand der Entwicklung auf dem betreffenden Gebiet soll dargestellt werden, und die Richtungen, nach denen Entwicklungen in der Zukunft bevorstehen, sollen, wo möglich, erwähnt werden. Es ist erwünscht, daß allen Abhandlungen, eine möglichst vollständige Bibliographie beigefügt werde, mit Nachweis der wichtigsten Quellen.

Eine Reihe von Abhandlungen über den Panamakanal soll veröffentlicht werden und eine hervorragende Stelle soll diesen Vorträgen auf dem Kongreß gegeben werden. Diese Beiträge sollen die verschiedenen Zweige des Ingenieurwesens, den Einfluß des Kanals auf den Welthandel, Handelsstraßen und allgemeine Transportprobleme, behandeln, natürlich mit spezieller Bezugnahme auf den Panamakanal.

Das allgemeine Ingenieurgebiet, welches der Kongreß zu beherrschen gedenkt, wird in zehn Gruppen oder Zweige geteilt werden, so daß mit Einschluß der speziellen Gruppe, die sich mit dem Panamakanal befaßt, der Kongreß aus elf Abteilungen oder Sektionen bestehen wird; jede von diesen Gruppen wird einen auf dem betreffenden Gebiet hervorragenden Ingenieur als Vorsitzenden haben.

Sektion 1. Panamakanal.
Sektion 2. Hafen, Flußbau und Bewässerung.
Sektion 3. Eisenbahnen.
Sektion 4. Städtisches Ingenieurwesen.
Sektion 5. Baumaterialien.
Sektion 6. Maschinenbau.
Sektion 7. Elektro-Ingenieurwesen.
Sektion 8. Berg- und Hüttenbau.
Sektion 9. Schiffbau- und Marineingenieurwesen.
Sektion 10. Militäringenieurwesen.
Sektion 11. Verschiedenes.

Die Tätigkeit des Kongresses auf dem Gebiet des Elektro-Ingenieurwesens (Sektion 7), wird sich auf solche Abhandlungen beschränken, welche Berührungspunkte mit anderen Gebieten des Ingenieurwesens betreffen, oder auf solche Fälle, wo der Zusammenhang mit anderen Gebieten des Ingenieurwesens ein inniger ist. Diese Einschränkung des Behandlungsgebietes wurde von dem Komitee deswegen beschlossen, weil ein Internationaler Elektrotechnischer Kongreß kurz vorher (13. bis 18. September) in San Francisco*) tagen wird. Diesem wird der Kongreß der I. E. C. vorangehen.

Es werden etwa zehn Bände Abhandlungen, jeder von 500 Seiten, $15 \times 23\,cm$ im Format, veröffentlicht werden, denen wird ein Halbband folgen, welcher die Berichte über die allgemeinen und Geschäftssitzungen enthalten wird, nebst einem Namen- und Sachregister, sowie einer gedrängten Inhaltsangabe der gehaltenen Vorträge.

Die offizielle Sprache des Kongresses wird die englische sein, und alle Beiträge und Verhandlungen werden in dieser Sprache veröffentlicht werden. Die Herren, die aufgefordert werden, Abhandlungen zu liefern, dürfen dieselben in irgendeiner Sprache die ihnen beliebt, einreichen; falls diese Sprache nicht die englische ist, wird die Abhandlung übersetzt werden, und wird mit allen, ursprünglich in Englisch eingereichten Abhandlungen, in dieser Sprache den Teilnehmern an dem Kongreß vorgelegt werden.

Der allgemeine Mitgliedsbeitrag für den Kongreß beträgt 5 Dollar (Vereinigte Staaten-Gold). Dieser Beitrag berechtigt das Mitglied zum Empfang des allgemeinen Inhaltbandes und irgendeines anderen Bandes der Verhandlungen nach Wunsch des Mitgliedes. Der allgemeine Beitrag berechtigt zu gleicher Zeit zur Teilnahme an allen Sitzungen und Privilegien des Kongresses.

Die Kosten pro Band werden 3·50 Dollar nicht überschreiten, inklusive Lieferung innerhalb des Postgebietes. Falls die Zahl der Abonnenten es ermöglicht, wird der Preis dementsprechend erniedrigt werden. Jedenfalls wird eine Preisermäßigung eintreten bei der Bestellung von mehr als einem Band und diese Preisreduktionsskala wird später festgesetzt werden.

*) Siehe E. u. M. 1913, Seite 670.

Digitized by Google

Eine Anzahl von Ausflügen nach in der Nähe von San Francisco gelegenen Punkten von allgemeinem und speziellem Ingenieurinteresse werden voraussichtlich arrangiert werden. Das Komitee wird sich besonders bemühen, den besuchenden Ingenieuren Gelegenheit zu bieten, persönlich solche Bauwerke zu besichtigen, welche als Typen der Ingenieurpraxis am Stillen Ozean gelten können.

Die Entwicklung der städtischen Straßenbahnen im zehnjährigen Eigenbetriebe der Gemeinde Wien. Aus Anlaß der zehnjährigen Verstadtlichung der Wiener Straßenbahnen hat die Direktion eine Denkschrift ausarbeiten lassen, aus welcher die nachstehenden Angaben entnommen sind. Am 1. Jänner 1902 wurde die Straßenbahn von der Bau- und Betriebsgesellschaft durch die Stadtgemeinde um 62 Millionen Kronen erworben und die elektrische Ausrüstung derselben der Siemens & Halske A. G. um 39·5 Millionen Kronen übertragen; die erforderlichen Geldmittel wurden im Wege einer Anleihe beschafft. Im Laufe des zehnjährigen Eigenbetriebes wurden fast sämtliche im Weichbilde und der Umgebung der Stadt gelegenen Kleinbahnen mit Pferde- und Dampfbetrieb von der Gemeinde übernommen und in das Straßenbahnnetz einbezogen. Über die Entwicklung des Straßenbahnverkehres und -betriebes in der genannten Zeitperiode gibt nachstehende Tabelle Aufschluß.

Jahr	Einwohner in Millionen	Fahrgäste in Millionen	Fahrgäste pro Einwohner	Wagen-*km* *) in Millionen	Wagenfahrten pro Tag	Einnahmen in Millionen Kronen
1903	1·76	158	90	43	9.000	20
1913	2·08	310	150	94	22.000	50
Zunahme in Prozenten	18	96	65	120	144	150

*) Fahrgeschwindigkeit 10·7 bezw. 11·8 *km*/Std.

Jahr	Motorwagen	Beiwagen	Sitz- und Stehplätze	Betriebslänge in *km*	Geleiselänge in *km*	Betriebsbahnhöfe
1903	954	725	60000	163	338	12
1913	1254	1442	107000	262	533	17
Zunahme in Prozenten	33	100	80	60	60	40

Der Stromverbrauch stieg von 22·4 auf 50·4 Millionen *kWh*, die Zahl der Angestellten von 6275 auf 12.743 (100%), die Personalkosten von 9 Millionen Kronen auf 22·3 Millionen Kronen und einschließlich der Kosten für Wohlfahrtseinrichtungen auf 25·5 Millionen Kronen oder pro Angestellten von K 1435 auf 2283. Die gesamten investierten Anlagekosten betragen 171 Millionen Kronen gegen 126·3 Millionen Kronen im Jahre 1903. Die Gesamteinnahmen seit 1903 betragen 330 Millionen Kronen, das Reinerträgnis 104·5 Millionen Kronen; zur Verzinsung und Tilgung dienten 56 Millionen Kronen, an die Gemeinde wurden 22·6 Millionen Kronen abgeführt. Die Betriebsausgaben für einen Wagen/*km* stiegen seit 1903 von 32 auf 34 (bezw. 37 h samt Wohlfahrtskosten), die Einnahmen pro *km* von 50 auf 52·5 h; pro Fahrgast stiegen dieselben von 14·4 auf 16·2 h im Jahre 1910; der alte Tarif von 12 h wurde im Frühverkehr (bis $^1/_2$8 Uhr) an Wochentagen beibehalten sonst auf 14 bezw. 20 h (nach 11 Uhr nachts) erhöht.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Dampfturbinen.

Emil Josse in Berlin und Paul Christlein in Charlottenburg haben auf Grund von Versuchen über die Abhängigkeit der Strömungsverluste (bezw. sogenannte Geschwindigkeitskoeffizienten) in den Leitvorrichtungen und Laufschaufeln von Turbinen gefunden, daß diese Verluste unter ganz bestimmten, bislang unbekannten Verhältnissen ein Minimum werden, welches Verhalten durch die Eigenart des Strömungsvorganges in den Leitvorrichtungen und Laufschaufeln begründet ist. Demgemäß ist ihnen bei Turbinen für elastische Treibmittel und Überschallgeschwindigkeit in den Leitvorrichtungen geschützt, daß die Stufenzahl und Laufradverhältnisse so gewählt sind, daß die relative Eintrittsgeschwindigkeit in die Laufschaufeln bei jeder Leitung in unmittelbarer Nähe der Schallgeschwindigkeit liegt. Hiebei können die Leitvorrichtungen zur Erzielung einer wiederholten Beaufschlagung eines Laufschaufelkranzes ausgebildet sein, wobei die Beaufschlagung aller Stufen auf verschiedenen Seiten eines einzigen scheibenartigen Rotors erfolgen kann. Die Austrittsquerschnitte der Leitvorrichtungen können senkrecht zur Richtung der geometrischen Achse der Leitkanäle angeordnet sein, damit unabhängig von den Anfangs- und Enddrücken die Richtung des austretenden Strahles stets in die geometrische Achse der Leitkanäle fällt. Ein Teil der parallelen Begrenzungswände eines mit Schrägabschluß versehenen Leitkanals kann vom Normalabschnitt des Leitkanals fehlen. Weiters können die Leitvorrichtungen längs des Beaufschlagungsbogens zur Vermeidung von Spaltverlusten und zur Verminderung der Saugwirkung mit Schutzringen versehen sein. Zur Erzielung eines richtigen Eintrittes aller Strahlelemente in das Laufrad und zentrischer Beaufschlagung bei minimalster Schaufelhöhe wird der mittlere Beaufschlagungsdurchmesser des Laufrades größer als der zugehörige mittlere Beaufschlagungsdurchmesser der Leitvorrichtung gewählt. Vom Normalaustritt des Strahles an können die Leitflächen mit beliebigem Übergangsprofil zurückspringen. Die Größe der zusätzlichen Erweiterung für das maximale zur Verfügung stehende Gefälle soll bei Regelung der Turbine so bemessen sein, daß dabei eine Strahlablenkung nicht eintritt. (Schweiz. P. Nr. 60.847.)

Die Turbine des Dwight Sipperley Cole in Grand Rapids (Ver. St. v. A.) (Fig. 1), die mit elastischen Flüssigkeiten nach Art der

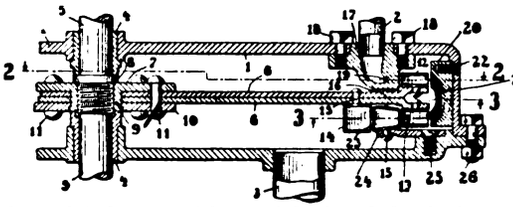


Fig. 1.

Radialturbinen getrieben wird, ist dadurch bemerkenswert, daß der Dampf durch Düsen 19, die seitlich in einem das Laufrad umschließenden Gehäuse 1 angeordnet sind, radial in am Umfange des Laufrades 6 befestigte Schaufeln 12 geleitet, dann vermittels am inneren Umfange des Gehäuses befestigter Leitschaufeln 21 in seiner Richtung umgekehrt wird und wiederum durch am Umfang des Laufrades befestigte Schaufeln 13 radial nach der Achse zu fließt, wobei er zum Zweck der Ausnutzung seiner Expansionskraft durch ortsfeste Leitschaufeln 23, darauf wieder durch am Laufrad befestigte Schaufeln 14 usw. hindurchfließt, bis er schließlich das Gehäuse durch ein Auspuffrohr verläßt, wobei vom Dampf weder ein Druck nach der Achse zu, noch in der Längsrichtung der Achse auf das Laufrad oder die Welle ausgeübt wird. Die Scheibe des Laufrades 6 besteht aus zwei dünnen, miteinander vernieteten Scheiben, die mit einer auf der Welle befindlichen Nabe 7 vermittels einer Ringscheibe 10 verbunden und am Umfange voneinander abgebogen sind, so daß die Mittellinie der an die Abbiegungen 16 befestigten Schaufeln mit derjenigen breiterer, mehr nach der Achse zu liegenden Schaufeln zusammenfällt. Es können zwei oder mehrere solcher Elementarturbinen hintereinander angeordnet sein, um als Stufen unter verschiedenen Druckverhältnissen zu arbeiten, wobei die einzelnen Stufen durch Scheidewände voneinander getrennt sind, in die die das Durchströmen des Dampfes von einer Kammer in die nächste Kammer vermittelnden Düsen eingebaut sind. (Schweiz. P. Nr. 61.062.)

Bei Anzapfturbinen, bei denen der Zutritt des Betriebsdampfes zu dem hinter der Anzapfstelle befindlichen Stufen durch ein von dem Druck an der Anzapfstelle betätigtes Überströmventil geregelt wird, ist es üblich, bei sinkendem Dampfdruck in der Anzapfleitung dieser durch ein sich selbsttätig öffnendes Ventil Frischdampf zuzuführen. Bei diesem Verfahren wird jedoch, wenn nicht besondere Vorsichtsmaßregeln angewendet werden, auch dann noch Frischdampf in die Heizleitung eintreten, wenn genügend Betriebsdampf vorhanden wäre, um ohne den Zusatz von Frischdampf den Druck in der Heizdampfleitung genügend hoch zu halten. Um diesen Übelstand zu verhindern, sind gemäß der Erfindung der Firma Vereinigte Dampfturbinen-Gesellschaft m. b. H. das vom Druck an der Anzapfstelle betätigte Überströmventil für die hinter der Anzapfstelle befindlichen Stufen und ein vom Druck an der Anzapfleitung beeinflußtes Drosselventil, welches in die zur Anzapfleitung führende Frischdampfleitung eingebaut ist, derart gegeneinander abgestimmt, daß das Überströmventil bei fallendem Anzapfdruck sich eher schließt als das Drosselventil in der Frischdampfleitung geöffnet wird. Bei steigendem Anzapfdruck wird dann letzteres Ventil schließen, bevor das Überströmventil sich öffnet. (F. P. Nr. 454.800.)

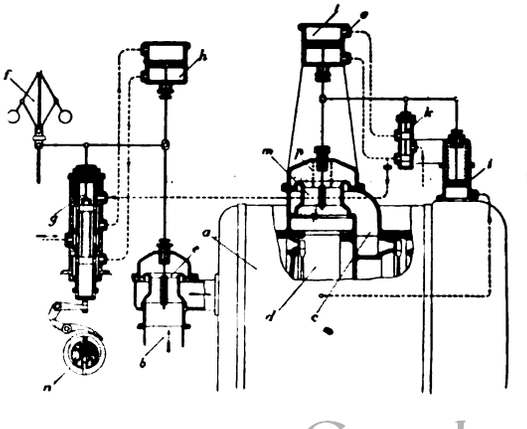


Fig. 2.

Digitized by Google

Die Erfindung der Aktiengesellschaft der Maschinenfabriken Escher Wyss & Cie. in Zürich betrifft eine Sicherheitsvorrichtung für Dampfentnahmeturbinen (Fig. 2), bei denen der Frischdampfeinlaß *b* und die Überströmorgane *m* mittels Hilfskraftmaschinen *h* und *l* gesteuert werden. Der Erfindung gemäß bewirkt wenigstens ein an sich bekannter Sicherheitsregler *n* beim Überschreiten einer bestimmten Umlaufzahl den Abschluß sowohl des Frischdampfeinlaßorganes *e* als auch des Überströmorganes *m*. Wenn auch bei plötzlicher Entlastung die Schnellschlußvorrichtung *n* das Einlaßventil *e* sofort schließt, so besteht immer noch die Gefahr, daß der Dampf, der sich in dem Raum *d* und in den mit diesem Raum verbundenen Räumen befindet, in den Niederdruckstufen weiter arbeitet und die Turbine in unzulässiger Weise beschleunigt. Um dem vorzubeugen, schaltet das von der Schnellschlußvorrichtung *n* bediente Hilfssteuerorgan *g* nicht nur die Hilfskraftmaschine *h* auf Schließen des Frischdampfventils *e*, sondern öffnet zugleich den Auslaß für die unter dem in der Hilfskraftmaschine *l* eingebauten Kolben *o* befindliche Preßflüssigkeit, so daß die über dem Kolben vorhandene Preßflüssigkeit in Verbindung mit der Feder *p* das Überströmventil *m* rasch schließt. Statt eines gemeinsamen Sicherheitsreglers *n* können deren zwei, also für das Haupteinlaßorgan und für das Überströmorgan je ein besonderer Regler, angewendet werden. (D. R. P. Nr. 266.406.)

Von derselben Firma stammt eine Vorrichtung zum Regeln von Zweidampfturbinen, denen für den Fall mangelnden Abdampfes oder einer erhöhten Kraftabgabe hochgespannter Dampf zugeführt wird, wobei gleichzeitig die Muffenbelastung des Geschwindigkeitsreglers und dadurch die Charakteristik des Reglers in der Weise geändert wird, daß die Umlaufszahl des letzteren und damit auch die der Turbine erhöht wird gegenüber derjenigen, die die Turbine bei der gleichen Muffenstellung einnehmen würde. Dies geschieht bekanntlich deshalb, um einen unzulässigen Abfall der Umlaufszahl der Maschine zu verhindern. Der Erfindungsgegenstand besitzt nun die Eigentümlichkeit, daß beim Zuschalten des Frischdampfes die Änderung der Charakteristik des Geschwindigkeitsreglers vom Steuergestänge der Einlaßorgane abgeleitet wird. Diese Änderung der Charakteristik des Geschwindigkeitsreglers vom Steuergestänge der Einlaßorgane kann auch unter Vermittlung einer Hilfskraftmaschine erfolgen. (Schweiz. P. Nr. 59.977.)

Durch die Einrichtung zur Regelung von durch Dampf- oder Gasmaschinen, insbesondere Turbinen, angetriebenen Arbeitsmaschinen der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz), soll es ermöglicht werden, Arbeitsmaschinen, die wie zum Beispiel die Holzschleifapparate der Papierindustrie, durch angepreßtes Gut einem Bremswiderstand ausgesetzt sind oder in ähnlicher Weise arbeiten, unmittelbar, das heißt allenfalls unter Zwischenschaltung einer Übersetzung, durch Dampfturbinen anzutreiben. Um die Turbine stets in der wirtschaftlichsten Weise auszunutzen, wird man ihre Leistung konstant erhalten, und zwar in der Weise, daß bei wechselnder Belastung der Turbine zuerst auf konstante Bremsarbeit an den Arbeitsmaschinen durch in an sich bekanntes Verändern des Bremsdruckes reguliert wird und erst, wenn diese Regelung eine gewisse Grenze erreicht hat, die Leistung der Turbine verändert wird. Dies kann in der verschiedensten Weise geschehen. Eine besondere Vereinfachung ist nun die Einrichtung gemäß der Erfindung, die darin besteht, daß der Fliehkraftregler der Turbine sowohl die Regelung des Brems- oder Pressendruckes als auch die Regelung der Turbine bewirkt. Hiebei können das Reguliermittel der Arbeitsmaschine und dasjenige der Turbine zueinander einstellbar sein, wobei wiederum die Spindeln der beiden Reguliermittel in derselben Achse liegen können. Beide Reguliermittel können ferner von Hilfsmaschinen bewegt werden, die in eine gemeinsame Druckmittelleitung geschaltet sind. Auch können beide Reguliermittel von Hilfsmaschinen bewegt werden, die je eine besondere Druckmittelleitung besitzen, die von einer gemeinsamen Quelle, zum Beispiel der Schmierölpumpe der Turbine, gespeist werden. Hiezu kann die Muffe des Fliehkraftreglers als Doppelschieber für die Hilfsmaschinen beider Reguliermittel ausgebildet sein. (D. R. P. Nr. 267.382.)

Von Herbert T. Herrin Pittsburg (Ver. St. v. A.) stammt eine Vorrichtung zum Anlassen und Regeln von Kraftmaschinen, insbesondere Dampfturbinen, aus der Ferne mit einem oder mehreren einstellbaren Einlaßventilen zum Zuführen des Treibmittels nach der Turbine und mit einem Geschwindigkeitsregler, die sich von solchen bekannten Vorrichtungen dadurch unterscheidet, daß eine von Hand zu bedienende Regelungsvorrichtung Druckflüssigkeit nach einem Zylinder oder aus einem solchen herausläßt, der mit dem Zylinder des Geschwindigkeitsreglers so verbunden ist, daß durch die Druckflüssigkeit die Lage des Reglers geändert werden kann, wobei der Druck in dem Zylinder dahin wirkt, ein Einlaßventil oder ein Entlüftungsventil zu schließen, sobald der Druck in dem Zylinder einen Wert erreicht, der der Bewegungsgröße des von Hand bedienten Regelungshebels entspricht. (D. R. P. Nr. 263.203.)

Die Firma Vereinigte Dampfturbinen-Gesellschaft m. b. H. in Berlin gibt eine Vorrichtung zum Regeln von Dampfturbinen an, deren Treibmittel Druckschwankungen unterworfen ist. Sie besteht darin, daß die Dampfzuführung der Turbine von dem vor den Düsen einer Stufe der Turbine, also hinter dem vom Geschwindigkeitsregler zu stellenden Dampfeinlaßorgan, jeweils sich einstellendem Dampfdrucke beeinflußt wird. Diese Regelungsvorrichtung ist sowohl bei Abdampfturbinen als auch bei Frischdampfturbinen mit schwankendem Kesseldruck sowie auch in Verbindung mit einer Regelung anwendbar, die unmittelbar durch die Druck- bezw. Mengenschwankungen des zugeführten Dampfes betätigt wird. (D. R. P. Nr. 262.680.)

Dieselbe Firma gibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Gleichhaltung der Umdrehungszahl bei schwankender Belastung von Gas- oder Dampfturbinen an. Die Fliehkraftregler mit Federbelastung besitzen bekanntlich sämtlich eine starke Veränderlichkeit der Energie in den verschiedenen Muffenstellungen, weshalb sich bei steigender Muffe und geringer Belastung eine höhere Umdrehungszahl für die zu regelnde Maschine ergibt als bei einer mittleren oder unteren Muffenstellung. Dies macht sich besonders beim Antrieb von elektrischen Maschinen unangenehm bemerkbar, in welchem Falle alsdann, um für diese eine gleichbleibende Periodenzahl oder Spannung zu erreichen, bei Veränderung der Umdrehungszahl der Antriebsturbine von dem Maschinisten entweder eine Nachregelung an der Schalttafel oder aber eine Nachstellung der Muffenfeder des Fliehkraftreglers vorgenommen werden muß. Der Dampfdruck in den Hochdruckstufen von Dampfturbinen ändert sich bekanntlich sowohl bei Drossel- als auch bei Düsenregulierung gleichsinnig mit der Belastung, und zwar treten diese Druckänderungen in besonders starkem Maße in der ersten Stufe der Turbine auf. Gemäß der Erfindung werden nun diese durch Belastungsschwankungen hervorgerufenen Druckänderungen in den Turbinenstufen dazu benutzt, um die Muffenbelastung nach stattgefundener Verstellung des Reglers selbsttätig auf das ursprüngliche Maß zurückzuführen, so daß sich für alle Betriebsverhältnisse die gleiche Umdrehungszahl ergibt. Zu diesem Zwecke ist die obere Seite des Kolbens *f* (Fig. 3) durch Rohr *h* mit der ersten Stufe verbunden, wogegen an der unteren, der Atmosphäre oder dem Vakuum ausgesetzten Seite eine Feder *i* eingreift, die der Muffenfeder *k* entgegenwirkt. Sinkt die Belastung der Turbine, so wird die Muffenfeder *k* gespannt. Infolge des sich bei sinkender Belastung einstellenden niederen Druckes in der ersten Stufe der Turbine wird ein Teil der in der Feder *i* aufgestapelten Energie frei und die Feder *i* hebt die durch Aufwärtsbewegung des Fliehkraftreglers hervorgerufene Spannungsvergrößerung der Muffenfeder wieder auf. Beim Steigen der Belastung findet in entsprechender Weise eine Vermehrung der Muffenbelastung bis auf das ursprüngliche Maß statt. Die Entlastungsfeder *i* kann auch nachstellbar angeordnet werden. (D. R. P. Nr. 263.107.)

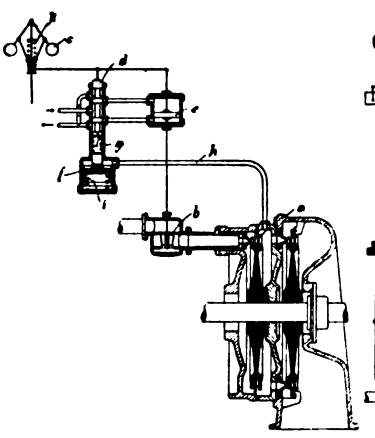


Fig. 3

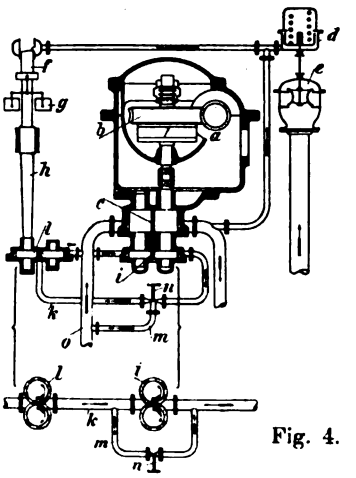


Fig. 4.

Um eine gute Regelung von Dampf- oder Gasturbinen zum Antrieb von Arbeitsmaschinen mit großem Tourenbereich zu erzielen, läßt die Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) den Geschwindigkeitsregler *g* (Fig. 4), der auf einer Spindel *h* sitzt, indirekt unter Vermittlung eines zwangläufigen, hydraulischen Getriebes antreiben. Dieses Getriebe besteht aus einer unterhalb der normalen Pumpe *c* angeordneten Zahnradpumpe *i* und einem durch Leitung *k* hiemit verbundenen sogenannten Zahnradmotor *l* auf der Reglerwelle *h*. Das Übersetzungsverhältnis des hydraulischen Getriebes kann von Hand oder selbsttätig entsprechend der verlangten Tourenzahl der Arbeitsmaschine auch während des Betriebes durch Änderung der Größe einer Abflußöffnung eingestellt werden. Hiezu zweigt von der Leitung *k* eine Leitung *m* ab, deren Durchflußquerschnitt durch ein Ventil *n* von Null bis zur vollständigen Öffnung dieser Zweigleitung geregelt werden kann. Das hydraulische Getriebe kann seine Arbeitsflüssigkeit dem Ölsystem der Turbine oder der Arbeitsmaschine entnehmen. Die Zweigleitung *m* mündet entweder in der Saugleitung *o* der Ölpumpe *c* oder, wie in der unteren Figur gezeigt, in der Saugleitung der Ölpumpe *i*, oder führt das durchfließende Öl sonstwohin. Da der Regler *g* immer annähernd eine konstante Tourenzahl macht, ist das Flüssigkeitsvolumen des Motors *l* ebenfalls konstant. Die Einstellung der Tourenzahl wird durch Mehr- oder Wenigerschließen des Ventils *n* bewirkt. Eine Ableitung des von der Pumpe *i* gelieferten Öles durch Einstellen des Ventils *n* wird also eine Änderung des Effektes der Pumpe *i* zur Folge haben, was sich sofort durch Änderung der Tourenzahl der Pumpe *l* und somit auch der Reglerspindel *h* bemerkbar macht. Daraufhin wird der Regler *g* mittels seines Schiebers *f* den Kolben der Hilfsmaschine *d* der Turbine entsprechend einstellen, so daß diese mit der gewünschten Tourenzahl läuft, die nunmehr vom Regler konstant bezw. annähernd konstant erhalten wird, so lange die Einstellung des Ventiles *n* die gleiche bleibt. (D. R. P. Nr. 257.880.)

Bei Dampf- oder Gasturbinen, besonders solchen, die mit selbsttätig wirkenden Entlastungsvorrichtungen zur Aufhebung des axialen Druckes versehen sind, hat es sich gezeigt, daß leicht Schwingungen der Achse in der Längsrichtung entstehen. Um diese zu vermeiden, wendet man Ölbremsen oder Ölkatarakte an, welche durch den Strömungswiderstand des Öles wirken. Die Erfindung der Aktiebolaget Ljungströms Ångturbin in Liljeholmen (Schweden) bezieht sich auf eine derartige Vorrichtung und bezweckt, den Zutritt von Luft zum Öl zu vermeiden, wodurch die

Digitized by Google

Wirkung desselben beeinträchtigt wird, und zwar wird gemäß der Erfindung die Vorrichtung als eine Ölsaugpumpe ohne Druckventile ausgeführt. Die Druckräume der Kolbenbremse sind durch Saugventile mit einer Ölzufuhr verbunden. Der Kolben der Ölbremse kann um seine Mitte eine Drehung ausführen und ist mit zwei Zapfen versehen, die mit derartigen Spielräumen in ihren Lagern laufen, daß die Luft um die Zapfen herum entweichen kann. Die Ölzufuhr kann mit einer Druckpumpe, vorzugsweise der Schmierdruckpumpe, verbunden sein. Auch ist es vorteilhaft, den Kolben der Bremse durch eine federnde Welle mit der Kraftmaschinenwelle zu verbinden. (D. R. P. Nr. 265.300.)

Von derselben Firma stammt eine Entlastungsvorrichtung für den Axialdruck von Dampfturbinen, die in bekannter Weise aus einer Labyrinthdichtung mit Ringrippen und Ringnuten zwischen der Turbinenradrückenfläche und einer festen Gegenfläche besteht. Sie unterscheidet sich von den bekannten Entlastungsvorrichtungen dieser Art dadurch, daß die Rippen mit stetig ab- oder zunehmender Tiefe in die Gegennuten greifen oder die Umflächen der Rippen und der zugehörigen Gegennuten, die in ihrer Gesamtheit den Dampfweg umschließen, konvergierende bezw. divergierende Mantelflächen darstellen, so daß dadurch der Dampfkanal auf seiner Länge im Querschnitt ab- oder zunimmt. Hiedurch werden die Durchflußöffnungen bei axialer Verschiebung der Ringe und Nuten gegeneinander nicht sämtlich auf einmal verändert, sondern stets mehr und mehr Dichtungen nacheinander geöffnet bezw. geschlossen. Durch die ungleiche Höhe der Ringkanten und den keilförmigen Dampfweg ergaben sich größere Widerstände für den Dampf und größere Expansion und Spannungsabfall. Bei den früheren Einrichtungen erfolgte bei einer axialen Verschiebung der Turbinenradscheiben gegeneinander eine Veränderung der Durchgangsweite des Dampfweges an den Labyrinthkanten und eine plötzliche Änderung des Dampfdruckes, da gleichzeitig sämtliche Durchgangsöffnungen um gleich viel geöffnet wurden; hiedurch entstanden axiale Schwingungen, die sich nur schwer beheben ließen und die zu beseitigen der Zweck der neuen Konstruktion ist.

(D. R. P. Nr. 265.417.)

Bei Dampfturbinenanlagen treibt man vielfach Pumpen (Kesselspeisepumpen, Kondensationskühlwasserpumpen, Kondensatpumpen, Luftpumpen) durch Hilfsdampfturbinen an, in denen man nur einen Teil des verfügbaren Wärmegefälles des Dampfes ausnutzt, während der Rest in den Niederdruckstufen der Hauptturbine ausgenutzt wird. Bei kleiner Belastung oder Leerlauf kann in der Hauptturbine die gewünschte Umlaufszahl unzulässig überschritten werden, weil der Abdampf der Hilfsturbine der Hauptturbine in unveränderter Menge zufließt und hier entsprechende Arbeit leistet. Der Sicherheitsregler, der den Schnellschluß des Hauptabsperrventils bei hoher Umlaufszahlüberschreitung herbeiführt, ist hiefür ohne Einfluß, da er den Abdampf der Hilfsturbine nicht abstellt. Die Erfindung des Dr.-Ing. Paul H. Müller in Hannover behebt die Mängel, indem sie den Umstand benutzt, daß mit sinkender Last auch der Druck in der Zwischenkammer der Hauptturbine sinkt, in die der Abdampf der Hilfsturbine eingeführt wird, infolge der abnehmenden Frischdampfzufuhr. Diese Abnahme der Spannung in der Zwischenkammer, die sich natürlich auch der in sie einmündenden Abdampfleitung der Hilfsturbine mitteilt, wird benutzt, um den Abdampf der Hilfsturbine zum Teil oder ganz anderweitig abzuführen, sobald der Druck in der Zwischenkammer bezw. Abdampfleitung der Hilfsturbine einen gewissen Wert unterschreitet. Der anderweitig abgeführte Abdampf ist dann der Arbeitsleistung in der Hauptturbine entzogen, diese dadurch vor dem Durchgehen gesichert. Bei dem in Fig. 5 veranschaulichten Ausführungsbeispiel ist das Verbindungsrohr c zwischen dem von der Hilfsturbine kommenden Überströmrohr a und einem Raum niederen Druckes, in diesem Falle dem Kondensatorraum e, durch ein Ventil d absperrbar, das sich abhängig vom Druck im Überströmrohr durch eine Feder f oder dgl. so weit öffnet, daß der nicht für die Zwischenstufe zum Antrieb der Hauptturbine benötigte Dampf durch das Verbindungsrohr c abströmt. Der Druck, der das Abschlußorgan gegen die Kraft einer Feder schließt, könnte auch auf eine Membran wirken, um mit möglichst großen Kräften das Ventil zu betätigen.

(D. R. P. Nr. 267.933.)

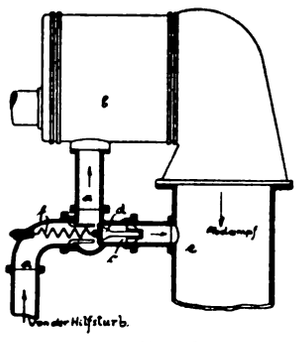


Fig. 5.

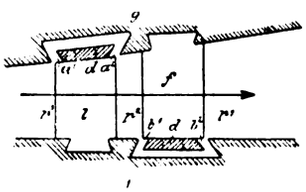


Fig. 6.

Eine Erfindung der Fried. Krupp Akt.-Ges. Germaniawerft in Kiel-Gaarden bezieht sich auf Dampfturbinen, deren Schaufeln durch Bänder, Drähte oder dgl. untereinander verbunden sind und betrifft insbesondere solche Turbinen, bei denen einzelne Schaufeln des Schaufelkranzes verstärkt sind. Hiedurch wird verhütet, daß Teile des Leit- und Laufschaufelkranzes durch den Druck des in axialer Richtung strömenden Dampfes in dieser Richtung allmählich abgebogen werden und in Berührung mit den benachbarten Schaufelelementen kommen, was die Zerstörung der Schaufelkränze zur Folge haben würde. Dies kann insbesondere bei partiell beaufschlagten Turbinen leicht vorkommen, bei denen der durch den Düsenkasten eintretende Dampfstrom immer auf ein und dieselbe Stelle des nächsten Umkehrschaufelkranzes wirkt. Die besonders einfache Schaufelverstärkung wird gemäß der Erfindung dadurch erreicht, daß das zwischen zwei benachbarten Schaufeln normalen Profils liegende Zwischenstück hochgeführt und mit diesen Schaufeln durch Vernieten oder dgl. starr verbunden ist. Wenn die Schaufeln an ihren freien Enden angeschärft sind, wird das Zwischenstück nur so hoch geführt, daß die angeschärften Schaufelenden frei stehen bleiben. Bestehen die Bänder oder Drähte aus einer Mehrzahl kurzer Stücke, so werden immer je zwei verstärkte Schaufeln nebeneinander gelegt und die Trennungsstellen der Bänder oder Drähte zwischen diesen beiden verstärkten Schaufeln verlegt.

(D. R. P. Nr. 265.299.)

Dieselbe Firma gibt ein Schaufelschloß für solche Turbinen an, deren Schaufeln in eine am Umfange des Schaufelkranzes vorgesehene unterschnittene Nut eingesetzt und durch ebenfalls in die Nut eingreifende Zwischenstücke in dem erforderlichen Abstand voneinander gehalten werden. Das Schaufelschloß besteht aus zwei in der Richtung des Radumfanges hintereinander angeordnete Schloßteilen, die im eingesetzten Zustande gegen die Wirkung der Fliehkraft gesichert sind und zwischen sich einen nach der Radachse hin sich erweiternden Zwischenraum freilassen, der mit geeignetem Material ausgefüllt ist. Um die Schloßteile gegen die Wirkung der Fliehkraft zu sichern, können ihre nach der Radachse hin gelegenen, hakenförmig gestalteten Enden unter die ihnen zunächst gelegenen Schaufeln und Zwischenstücke greifen. (D. R. P. Nr. 263.006.)

Die Vorrichtung des Heinrich Holzer in Nürnberg zur Verminderung der Spaltverluste bei mit strömenden Mitteln arbeitenden Maschinen beruht auf dem Umstande, daß eine Flüssigkeit, wenn sie an einer Öffnung vorbeiströmt, auf diese eine saugende oder drückende Wirkung ausübt, je nachdem die Öffnung dem Flüssigkeitsstrom gleich- oder entgegengerichtet ist. Demgemäß werden die Spaltmündungen relativ zum Hauptstrom des Arbeitsmittels so gerichtet, daß durch das Vorbeiströmen des Hauptstromes der Arbeitsflüssigkeit an diesen Mündungen das Druckgefälle im Spaltraume vermindert oder vernichtet wird. Bei dem in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel bedeutet t den umlaufenden Teil der Turbine, der die mit Deckringen d versehenen Laufschaufeln l trägt, g den feststehenden Teil mit den Leitschaufeln f. Bei in der angegebenen Pfeilrichtung stattfindender Strömung des Dampfes ist das Verhältnis der statischen Drücke $p_3 > p_2 > p_1$. Demzufolge trachtet der Überdruck einen Teil des Dampfes durch die Spalten von a_1 nach a_2 bezw. von b_1 nach b_2 zu pressen. Die Spalten sind aber so ausgebildet, daß a_1 und b_1 eine in der Richtung des Stromes liegende Öffnung a_2 und b_2 eine der Strömung entgegengerichtete Öffnung zeigen. Deshalb wird auf a_1 und b_1 eine saugende Wirkung ausgeübt und auf a_2 und b_2 eine drückende Wirkung und die Strömung würde für sich allein den Dampf von a_2 nach a_1 und von b_2 und b_1 zu strömen veranlassen. Es wirken sich somit der statische Überdruck und der Einfluß der Strömung auf den Spalt so entgegen, daß der Überdruck von a_1 gegen a_2 bezw. von b_1 gegen b_2 durch die Strömung vermindert, wenn nicht ganz aufgehoben wird.

(Schweiz. P. Nr. 60.375.)

Von der Firma Vereinigte Dampfturbinen-Gesellschaft m. b. H. in Berlin stammt eine Vorrichtung zum Ausgleich der verschiedenen Axialausdehnungen der Turbinenwelle und der auf dieser angeordneten, mit ihren Naben aneinanderstoßenden Turbinenräder. Sie besteht darin, daß die Naben der Turbinenräder zwischen den auf der Welle verschiebbaren Außenstopfbüchsen nachgiebig eingespannt sind. Um die Verschiebbarkeit zu erzielen, werden zwischen einem oder mehreren auf der Welle festgelegten Punkten und den Naben der Turbinenräder oder den an diesen Naben unmittelbar anstoßenden Stopfbüchsenteilen nachgiebige Platten, Federn oder andere nachgiebige Mittel angeordnet, welche die infolge der ungleichen Erwärmung der Turbinenwelle und des durch die Naben der Turbinenräder gebildeten Hohlkörpers entstehenden Spannungsunterschiede in axialer Richtung aufnehmen. (D. R. P. Nr. 264.249.)

Vereins-Nachrichten.

Vereinsversammlungen.

Die Vereinsversammlungen werden, wenn nicht anders angegeben, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 11, I. Stock, abgehalten und wurden hiefür für die Vortragsaison 1913/14 folgende Tage festgesetzt: 4. und 18. Februar, 4. und 18. März und 1. und 15. April 1914.

Vortrag.

Mittwoch den 4. März, 7 Uhr abends, Vortrag des Herrn Dipl. Ing. Robert Arbeiter über: „Tarifbildung beim Verkauf elektrischer Energie."

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 20. Jänner 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Hercegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechszehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Zur analytischen und graphischen Bestimmung von Strom- und Teilspannungsörtern bei Reihenschaltungen. Von Karl Richter 89
Die Verwendung von Dampfturbinen zur Gewinnung von Heiz- und Niederdruckdampf. Von Ing. Rudolf Boye 95
III. Internationaler Kältekongreß in Washington-Chicago . 100
Rundschau:
Elektrizitätswerke, Anlagen 103
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 103
Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 104
Dynamomaschinen, Transformatoren 104
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 105
Leitungen 105
Elektrische Apparate 105
Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 106
Stoffe für die Elektrotechnik 106
Chronik 106
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Kondensatoren 107
Elektrotechnischer Verein in Brünn 108
Vereinsnachrichten 108
Personalnachricht 108
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite 57—72

Zur analytischen und graphischen Bestimmung von Strom- und Teilspannungsörtern bei Reihenschaltungen.

Von **Karl Richter.**

Bekanntlich spielt im technischen Leben die Wirtschaftlichkeit bei allen Tätigkeiten eine große Rolle; hat doch P. K. Engelmeyer*) die Wirtschaft direkt die Ausführungsform der Technik genannt und Taylor auf der wirtschaftlich-technischen Analyse dieser Tätigkeiten ein besonderes System aufgebaut.

Es ist daher leicht verständlich, daß allenthalben die Anwendung des wirtschaftlichen Prinzipes auch auf dem Gebiete der geistigen Arbeit angestrebt wird und daß uns Hilfsmittel, welche diesem Zweck dienen, nicht unwillkommen sind.

Der Techniker oder Ingenieur wird beispielsweise bei seinen Rechen- und Konstruktionsaufgaben nicht ohne besonderen Anlaß auf die Elemente zurückgreifen, sondern, um Zeit und Mühe zu ersparen, bereits vorhandene, verläßliche Resultate benutzen, die ihm in mathematischer oder anderer Form vorliegen. Er wird schließlich mechanische und andere Vorrichtungen verwenden, um leichter ans Ziel zu gelangen.

Kurz: So wie eine Fabrikation sich bereits auf ein bestimmtes Zwischenprodukt gründet oder an die Stelle der manuellen Arbeit die Arbeitsmaschine tritt, brauchen wir auch auf geistigem Gebiet kein Hilfsmittel verschmähen, durch welches wir rascher und oft mit geringerer Wahrscheinlichkeit irre zu gehen, vorwärts kommen können.

Nach diesen einleitenden Worten können wir vielleicht den Zweck der vorliegenden Arbeit dahin charakterisieren, daß wir für die Lösung der in Rede stehenden Aufgaben gewissermaßen ein solches Zwischenprodukt herstellen wollen.

Wenn wir nämlich eine Abhandlung über Wechselströme lesen, so finden wir etwa, daß nach Erörterungen der graphischen Darstellungsmethoden die Berechnung der Größe und relativen Phasenlage verschiedener Wechselstromgrößen erläutert und sodann beim Entwurf eines Diagramms für einen besonderen Fall immer wieder auf diese Elemente oder unter Umständen auf deren Komponenten zurückgegriffen wird.

Es ist dies dem Verständnis sicher ebenso zuträglich, wie etwa die Ableitung einer Formel und in vielen Fällen auch notwendig; in anderen aber überflüssig und zeitraubend; zum mindesten für die Praxis. Das Folgende möge der Leser als einen Versuch betrachten, diesen Weg abzukürzen. Ob ein solcher in systematischer Weise schon von anderer Seite gemacht wurde, ist mir nicht bekannt. Ich weiß nur, daß M. Schenkel (Dresden) in seiner Abhandlung über geometrische Örter an Wechselstromdiagrammen**) einen ähnlichen Weg gegangen ist, wie wir ihn hier einzuschlagen gedenken, indem er die Widerstandsverhälsnisse und demnach auch das Widerstandsdiagramm als Grundlage für die Strom- und Spannungsdiagramme betrachtet hat.

Wenn derselbe im Hinweis auf die von ihm angegebenen Figuren sagt, daß dieselben „nur von den konstruktiven Eigenheiten des betreffenden Apparates abhängen, mit Strömen und Spannungen aber gar nichts mehr zu tun haben", so können wir darin nur einen Vorzug seiner Darstellungsweise erblicken. Denn in der Regel ist ja die Konstruktion das Unveränderliche

*) Dinglers polyt. Journal 1900, Band 315.
**) E. T. Z. 1901, Seite 1043.

Digitized by Google

und Gegebene, Spannungen und Ströme aber veränderlich und wir sind ja auch in der Analyse gewohnt, die konstanten Größen von den Variablen streng zu unterscheiden.

Um den Zweck der vorliegenden Arbeit noch weiter klar zu machen, beziehen wir uns auf das im vorigen Jahre erschienene Werk von E. Waltz*), welches im sechsten Kapitel auf 115 Seiten, nebst einigen Beispielen über Parallelschaltung, denselben Gegenstand in der Weise behandelt, daß die im Stromkreis vorkommenden Widerstände zuerst in ihre reellen und imaginären Komponenten zerlegt, aus diesen die zugehörigen Spannungen berechnet und letztere dann im Diagramm zu den gesuchten Teilspannungen zusammengesetzt werden. Dabei ist in jedem Falle eine besondere Erklärung erforderlich und trägt das Ganze den Charakter einer Reihe instruktiver Beispiele. Die vorliegende Arbeit dagegen strebt auf analytischem Wege eine allgemeine Lösung der eingangs erwähnten Aufgabe an und sucht Gleichungen aufzustellen, aus welchen durch einfache Eliminationen, jene der geometrischen Örter für jeden beliebigen Fall erhalten werden können, einerlei, ob diese Örter gerade Linien, Kreise oder andere Kurven sind. Aus den Ortgleichungen ergeben sich meist unmittelbar die Bestimmungsstücke der betreffenden Kurven in Form einfacher, leicht konstruierbarer Ausdrücke.

Selbstverständlich steht es uns, wenn wir Zeit und Muße dazu finden und besonders dann, wenn uns die Art der Ortkurve bereits bekannt ist, frei, den umständlicheren aber instruktiveren Weg zu wählen und die Formeln nicht zu benutzen.

Betrachten wir also, da wir unvermeidlich von bekannten Dingen ausgehen müssen, die Endpunkte eines linearen Leiters, an welche eine Wechselstromspannung angelegt wird, so besteht, nachdem der stationäre Zustand eingetreten ist, zwischen dieser, dem Strom und dem Widerstand des Leiters, mit Bezug auf die graphische Darstellung dieser Größen die dem Ohmschen Gesetz analoge, bekannte Beziehung

$$\mathfrak{E} = \mathfrak{J} \cdot \mathfrak{W} \quad \ldots \ldots \quad 1).$$

In derselben bedeuten $\mathfrak{E}$ und $\mathfrak{J}$ die rotierenden Vektoren von Spannung und Strom und $\mathfrak{W}$ eine, mit der Dimension eines Widerstandes behaftete, durch eine nicht rotierende, gerichtete Strecke darstellbare, komplexe Zahl.

Sind E und J die Amplituden von Spannung und Strom, η und ι die Winkel, welche die zugehörigen Vektoren in dem für die Darstellung gewählten Augenblick mit einer beliebig angenommenen festen Bezugsrichtung bilden, W der Modul und φ das Argument von $\mathfrak{W}$, so zerfällt obige Beziehung nach den Regeln für die Multiplikation von Vektoren und Richtungsgrößen in die beiden Gleichungen

$$E = J\,W \quad \ldots \ldots \quad 1')$$

und

$$\eta = \iota + \varphi \quad \ldots \ldots \quad 1''),$$

von denen nur die erste die Form des Ohmschen Gesetzes aufweist.

Als Bezugsrichtung wird bei rechtwinkeligen Koordinaten zweckmäßig die Richtung der positiven Abszissenachse, bei Polarkoordinaten jene der Polarachse gewählt.

Es sind nun für die graphische Behandlung zwei Darstellungsweisen üblich: Bei der einen läßt man die Richtung des Stromvektors stets mit jener der Bezugsachse zusammenfallen, so daß $\iota = 0$ ist und $\eta = \varphi$ wird; bei der anderen behält man diese Richtung ständig für den Spannnngsvektor bei, setzt also $\eta = 0$ und erhält $\iota = -\varphi$.

Wir haben demnach ein System mit fester Stromachse und ein solches mit fester Spannungsachse.

Besteht der Leiter aus einer Reihe hintereinander geschalteter Leiter mit den Widerständen*) $\mathfrak{W}_1$, $\mathfrak{W}_2 \ldots$, so ist, wenn man die Operationszeichen im geometrischen Sinn auffaßt, der Gesamtwiderstand des Leiters

$$\mathfrak{W} = \mathfrak{W}_1 + \mathfrak{W}_2 + \ldots \quad \ldots \ldots \quad 2)$$

und die Gleichung 1) geht in

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{E} = \mathfrak{J}(\mathfrak{W}_1 + \mathfrak{W}_2 + \ldots) = \mathfrak{J}\,\mathfrak{W}_1 + \mathfrak{J}\,\mathfrak{W}_2 + \ldots = \\ = \mathfrak{E}_1 + \mathfrak{E}_2 + \ldots \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad 3)$$

über; das heißt die geometrische Summe der Teilspannungen ist gleich der Gesamtspannung.

Mit Hilfe von 1) läßt sich daraus noch die fortlaufende Proportion

$$\mathfrak{E} : \mathfrak{E}_1 : \mathfrak{E}_2 : \ldots = \mathfrak{W} : \mathfrak{W}_1 : \mathfrak{W}_2 \ldots \quad \ldots \quad 4)$$

ableiten, welche zeigt, daß die Gesamtspannung oder auch eine beliebige andere Spannung, immer geometrisch im Verhältnis der Widerstände jener Leiterstrecke geteilt wird, an deren Enden sie herrscht.

Ist nun einer der Widerstände der Reihenschaltung nach irgendeinem bekannten Gesetz veränderlich, während die übrigen bekannte, unveränderliche Werte besitzen, und ist noch die konstante Amplitude irgendeiner Spannung gegeben, so lassen sich alle anderen Spannungen sowie auch die Stromstärke bestimmen.

Denn für irgendeinen Wert des Widerstandes jener Leiterstrecke, an welcher die Spannung mit konstanter Amplitude liegt, erhält man nach 1') und 1'') einerseits die Amplitude des Stromes, andererseits dessen Phasenverschiebung gegen diese Spannung und daraus mittels der Proportion 4) auch alle anderen Spannungen nach Größe und Richtung.

Läßt man den veränderlichen Widerstand, entsprechend seinem Änderungsgesetz, variieren, so ergeben sich auf diese Weise für jeden Wert desselben im allgemeinen auch andere Strom- und Spannungswerte, und es werden bei stetiger Änderung die Endpunkte der bezüglichen Vektoren, wenn deren Anfangspunkte im Ursprung des Koordinatensystems verharren, gewisse Linien beschreiben, welche die geometrischen Örter dieser Größen unter den gegebenen Bedingungen darstellen.

Durch Verbindung korrespondierender a. Punkte dieser Örter kann man dann auch jene Spannungen erhalten, deren Vektoren b. nicht vom Ursprung ausgehen. Dies wird in folgendem noch verständlicher werden.

Zur Formulierung c. der Aufgabe sei $O\,B$ in Fig. 1 der aus mehreren Teilwiderständen zu-

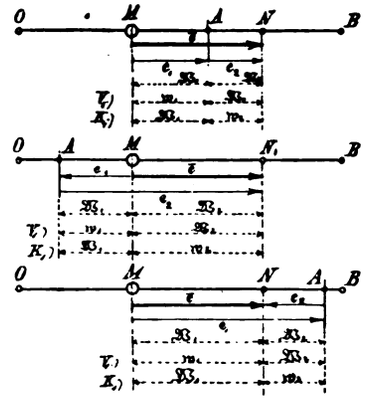


Fig. 1.

*) Emil Waltz, Wechselstrom-Arbeitsdiagramme (Berlin 1912).

*) Die Bezeichnung Widerstand im Sinne von Wechselstromwiderstand soll hier kollektiv für Resistanzen, Reaktanzen und Impedanzen gelten, ähnlich wie reelle und imaginäre Zahlen auch als komplexe, mit besonderen Werten der Argumente, betrachtet werden können.

Digitized by Google

sammengesetzte Leiter und es möge zwischen den Punkten M und N eine Spannung $\bar{e}$ mit der konstanten Amplitude E vorhanden sein*).

Es soll nun der geometrische Ort der ersten Teilspannung e_1, also jener des Endpunktes des bezüglichen Vektors, für einen beliebigen Punkt A des Leiters bestimmt werden, wenn bei einem von links nach rechts gerichteten Betrachtungssinn des Leiters, das Potential des Punktes M als konstant angenommen und durch den Anfangspunkt der Koordinaten eines orthogonalen Systems dargestellt wird.

Man kann, entsprechend der Fig. 1 (a, b, c), drei verschiedene Lagen des Punktes A unterscheiden, je nachdem sich derselbe innerhalb, vor oder hinter der Leiterstrecke $M\,N$ befindet, an deren Endpunkten die Spannung mit konstanter Amplitude herrscht.

Die Lagen bei O und B stellen Sonderfälle jener dar, die bei b und c dargestellt sind, und die Lagen bei M und N sind gemeinsame Grenzfälle jener bei b und a bezw. a und c, für welche die Gleichungen für einen vorderen und inneren bezw. für einen inneren und hinteren Teilpunkt zu demselben Resultat führen müssen.

Der veränderliche Widerstand kann sich außerhalb der den Teilspannungen zugehörigen Leiterstrecken befinden oder, wie bei den in der Figur mit V_1 und K_1 bezeichneten Schaltfolgen, den Strecken angehören, an welchen die Teilspannungen e_1 bezw. e_2 wirken.

Im ersten Fall, den wir zunächst kurz betrachten wollen, um in der Folge darauf nicht mehr zurückkommen zu müssen, sind die Widerstände der Spannungsstrecken konstant, und ergeben sich, wie wir sehen werden, nur punktförmige Örter. Es ist nach dem Schema in Fig. 1a: $\bar{e} = e_1 + e_2$ oder

$$\mathfrak{i}\,\mathfrak{W} = \mathfrak{i}\,(\mathfrak{W}_1 + \mathfrak{W}_2) = \mathfrak{i}\,\mathfrak{W}_1 + \mathfrak{W}_2 \quad \ldots \quad 5)$$

$$\bar{e}_1 = \mathfrak{i}\,\mathfrak{W}_1 \quad \ldots \quad 6)$$

$$\bar{e} = \mathfrak{i}\,(\mathfrak{W}_1 + \mathfrak{W}_2) = \mathfrak{i}\,\mathfrak{W} \quad \ldots \quad 7),$$

somit

$$e_1 = \bar{e}\,\frac{\mathfrak{W}_1}{\mathfrak{W}_1 + \mathfrak{W}_2} = \bar{e}\,\frac{\mathfrak{W}_1}{\mathfrak{W}} \quad \ldots \quad 8).$$

In einem System mit fester Stromachse ist der Richtungswinkel von $\mathfrak{i}$ konstant gleich Null, und da nach 1') die Gleichung 7) auch für die skalaren Teile der bezüglichen Vektoren gilt, ist auch die Amplitude von $\mathfrak{i}$ unveränderlich. Man kann also statt $\mathfrak{i}$, $\mathfrak{J}$ schreiben und die Gleichung 6) durch

$$\mathfrak{E}_1 = \mathfrak{J}\,\mathfrak{W}_1 \quad \ldots \quad 9)$$

ersetzen, woraus hervorgeht, daß der geometrische Ort der ersten Teilspannung ein Punkt ist.

Im zweiten System ist der Richtungswinkel von $\bar{e}$ gleich Null, und da nach der Voraussetzung die Amplitude E dieser Spannung konstant ist, kann $\mathfrak{E}$ statt $\bar{e}$ geschrieben werden, wodurch die Gleichung 8) in

$$\mathfrak{E}_1 = \mathfrak{E}\,\frac{\mathfrak{W}_1}{\mathfrak{W}_1 + \mathfrak{W}_2} = \mathfrak{E}\,\frac{\mathfrak{W}_1}{\mathfrak{W}} \quad \ldots \quad 10)$$

übergeht. Es ist also auch in diesem System der Teilspannungsort ein Punkt, der sich mittels der Beziehungen $E_1 = E\,\frac{W_1}{W}$ und $\eta_1 = \varphi_1 - \varphi$ leicht bestimmen läßt.

*) Konstante Größen sollen in folgendem mit großen, variable mit kleinen Buchstaben bezeichnet werden. Der Strich über $\bar{e}$ soll andeuten, daß die Amplitude dieser Spannung konstant ist. Die Fälle, wo M mit O, N mit B zusammenfällt, oder beide Koinzidenzen stattfinden, sind als Sonderfälle zu betrachten.

Für das Schema bei b ist $\bar{e} = -e_1 + e_2$ oder

$$\mathfrak{i}\,\mathfrak{W}_2 = -\mathfrak{i}\,\mathfrak{W}_1 + \mathfrak{i}\,(\mathfrak{W}_1 + \mathfrak{W}_2) \quad \ldots \quad 11)$$

$$\bar{e}_1 = -\mathfrak{i}\,\mathfrak{W}_1 \quad \ldots \quad 12)$$

$$\bar{e} = \mathfrak{i}\,\mathfrak{W}_2 \quad \ldots \quad 13)$$

$$e_1 = -\bar{e}\,\frac{\mathfrak{W}_1}{\mathfrak{W}_2} \quad \ldots \quad 14)$$

und ergibt sich aus ähnlichen Erwägungen wie oben, daß der Teilspannungsort in diesem Falle wieder ein Punkt ist. Die Amplitude von e_1 folgt aus $E_1 = E\,\frac{W_1}{W_2}$, der Richtungswinkel im ersten System (nach 11) aus $\eta_1 = \varphi_1 \pm 180^0$ und im zweiten System (nach 14) aus $\eta_1 = (\varphi_1 - \varphi_2) \pm 180^0$, wonach sich dieser Ort leicht bestimmen läßt.

Für das Schema bei c ist schließlich $\bar{e} = e_1 + e_2$ oder

$$\mathfrak{i}\,\mathfrak{W}_1 = \mathfrak{i}\,(\mathfrak{W}_1 + \mathfrak{W}_2) - \mathfrak{i}\,\mathfrak{W}_2 = \mathfrak{i}\,\mathfrak{W} - \mathfrak{i}\,\mathfrak{W}_2 \quad \ldots \quad 15)$$

$$\bar{e}_1 = \mathfrak{i}\,(\mathfrak{W}_1 + \mathfrak{W}_2) = \mathfrak{i}\,\mathfrak{W} \quad \ldots \quad 16)$$

$$\bar{e} = \mathfrak{i}\,\mathfrak{W}_1 \quad \ldots \quad 17),$$

also

$$e_1 = \bar{e}\,\frac{\mathfrak{W}_1 + \mathfrak{W}_2}{\mathfrak{W}_1} = \bar{e}\,\frac{\mathfrak{W}}{\mathfrak{W}_1} \quad \ldots \quad 18).$$

Die Entfernung des punktförmigen Teilspannungsortes vom Ursprung findet man für beide Systeme aus

$$E_1 = E\,\frac{W}{W_1}$$

und die Richtung des zu denselben führenden Polstrahles im ersten aus $\eta_1 = \varphi$ im zweiten aus

$$\eta_1 = \varphi - \varphi_1.$$

Nach diesen Erläuterungen sind in folgendem nur die geometrischen Örter der Teilspannungen für die in Fig. 1 mit V_1 und K_1 bezeichneten sechs Fälle zu ermitteln, bei welchen der veränderliche Teilwiderstand für sich oder mit anderen konstanten Teilwiderständen zusammen den Widerstand jener Leiterstrecke bildet, an deren Enden die erste bezw. zweite Teilspannung wirkt.

Es sollen diese Aufgaben zuerst für ein System mit fester Stromachse behandelt und aus den Ergebnissen die Gleichungen für jenes mit fester Spannungsachse abgeleitet werden.

In den Diagrammen werden*) die Vektoren als links-, also die Zeitlinie als rechtsdrehend angenommen. Erstere wurden aber, da es sich hier vornehmlich um die Konstruktion der geometrischen Örter handelt und ihre Lage nach dem jeweiligen Werte des variablen Widerstandes im allgemeinen veränderlich ist, der Deutlichkeit halber weggelassen; denn es ist ohne weiteres klar, daß die Vektoren der Stromstärke und jene der ersten Teilspannungen vom Ursprung zum Ort, dagegen jene der zweiten Teilspannungen vom Ort zum Endpunkt der konstanten Spannungsstrecke verlaufen müssen.

Wenn ein rechtwinkliges Koordinatensystem angenommen und zunächst der Stromvektor in die Richtung der positiven Abszissenachse verlegt wird, fällt nach obigen Festsetzungen die Richtung jener Spannungskomponente, welche eine Induktanz oder positive Reaktanz überwindet mit jener der positiven Ordinatenachse zusammen. In der graphischen Darstellung der Widerstände und deren Örter, also in den Widerstandsdiagrammen, welche die Grundlage für die

*) Nach den Bestimmungen der Internationalen elektrotechnischen Kommission in Turin (September 1911).

Digitized by Google

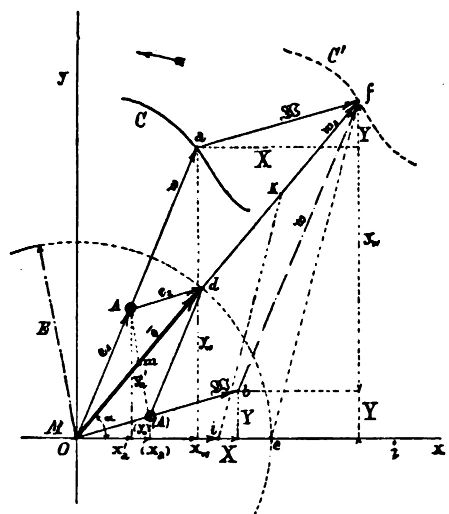
Konstruktion der Spannungs- und Stromdiagramme bilden, erscheinen dann positive und negative Resistanzen bezw. Reaktanzen*) als positive und negative Abszissen bezw. Ordinaten.

Es mögen nun für die genannten Fälle zunächst die Gleichungen für ein System mit fester Stromachse aufgestellt werden.

a)

In Fig. 2 ist ein und dasselbe rechtwinklige Koordinatensystem sowohl für die Darstellung der Widerstände wie auch für jene der Spannungen und Ströme verwendet worden. Die Kurve C soll den geometrischen Ort des Endpunktes des veränderlichen Widerstandes oder einen Teil dieses Ortes, die gerichtete Strecke Ob den konstanten Widerstand bedeuten.

Fig. 2.



Um für die Schaltfolge V_1 zu einem beliebigen Punkt a der Ortkurve C, welchen der Wert $O a = \mathfrak{w}$ der Veränderlichen entspricht, den zugehörigen Spannungsteilpunkt zu erhalten, hat man nur aus $\mathfrak{w}$ und $a f = \mathfrak{W}$ die geometrische Summe

$$O f = \mathfrak{w} + \mathfrak{W} = \mathfrak{w}_s$$

zu bilden, aus O mit der Amplitude E einen Kreis zu beschreiben und durch den Schnittpunkt d desselben mit $O f$ zu $f a$ eine Parallele $d A$ zu ziehen. Es ist dann der, auf der Widerstandsstrecke $O a$ gelegene Punkt A der gesuchte Spannungsteilpunkt. Denn nach den aus Fig. 1 zu entnehmenden Gleichungen:

$$\bar{\mathfrak{e}} = \mathfrak{i}\,(\mathfrak{w} + \mathfrak{W}) \quad \ldots \ldots \quad 19)$$

$$\mathfrak{e}_1 = \mathfrak{i}\,\mathfrak{w} \quad \ldots \ldots \quad 20)$$

$$\mathfrak{e}_2 = \mathfrak{i}\,\mathfrak{W} \quad \ldots \ldots \quad 21),$$

bei welchen jetzt die Indizes bei den Widerstandssymbolen weggelassen sind, sollen, da $\mathfrak{i}$ den konstanten Richtungswinkel Null hat, die Richtungen der Spannungen mit jenen der zugehörigen Widerstände übereinstimmen und ferner soll die Proportion

$$w_s : w = E : e_1$$

bestehen, welchen Bedingungen durch die Konstruktion entsprochen wird.

Nimmt man der Reihe nach genügend viele Punkte auf der Ortkurve C des veränderlichen Widerstandes an und bestimmt in der angegebenen Weise für jeden derselben den zugehörigen Spannungsteilpunkt, so erhält man durch stetige Verbindung dieser Punkte eine Kurve, welche den Teilspannungsort unter den gegebenen Voraussetzungen darstellt.

Dieses punktweise Konstruktionsverfahren kann man natürlich bei jeder beliebigen Ortkurve C anwenden.

Ist letztere durch eine der Gleichungen

$$y_\omega = f_1(x_\omega) \quad \ldots \ldots \quad 22)$$

oder

$$x_\omega = f_2(y_\omega) \quad \ldots \ldots \quad 23),$$

in welchen x_ω und y_ω die laufenden Koordinaten von C bedeuten, analytisch bestimmt und sind ferner die Komponenten X und Y des konstanten Widerstandes und die Spannungsamplitude E gegeben, so läßt sich auch die Gleichung der Kurve des Teilspannungsortes finden.

Bezeichnet man nämlich mit x'_a und y'_a die laufenden Koordinaten dieser Kurve, so lassen sich aus Fig. 2 die Beziehungen

$$\frac{y'_a}{x'_a} = \frac{y_\omega}{x_\omega} \text{ und } \frac{E}{w_s} = \frac{O A}{O a} = \frac{x'_a}{x_\omega} = \frac{y'_a}{y_\omega}$$

erhalten, welche durch Einsetzung des Wertes

$$w_s = \sqrt{(x_\omega + X)^2 + (y_\omega + Y)^2}$$

in die für die Schaltfolge V_1 gültigen Gleichungen

$$V_1 \left\{ \begin{array}{ll} \dfrac{y'_a}{x'_a} = \dfrac{y_\omega}{x_\omega} & \ldots \ldots \quad I'_1 \\ E = \dfrac{x'_a}{x_\omega} \sqrt{(x_\omega + X)^2 + (y_\omega + Y)^2} & \ldots \quad I'_2 \\ E = \dfrac{y'_a}{y_\omega} \sqrt{(x_\omega + X)^2 + (y_\omega + Y)^2} & \ldots \quad I'_3 \end{array} \right.$$

übergehen.

Mit Hilfe der Ortgleichung der Kurve C in einer der expliziten Formen, die unter Gleichungen 22) und 23) angegeben sind, läßt sich mittels Eliminationen von x_ω und y_ω daraus eine Gleichung ableiten, welche in jedem besonderen Falle, außer den Konstanten nur noch die Veränderlichen x'_a und y'_a enthält und die daher den analytischen Ausdruck für den geometrischen Ort der Teilspannung darstellt.

Die betreffende Kurve kann dann aus ihren geometrischen Bestimmungsstücken auf viel einfachere Weise erhalten werden als durch punktweise Konstruktion, so daß man letztere auf jene Fälle beschränken wird, wo die Ortgleichung des veränderlichen Widerstandes unbekannt ist oder die analytische Behandlung gegenüber diesem Verfahren keine Vorteile bieten würde.

Für die umgekehrte Schaltfolge K_1 ist

$$\mathfrak{e} = \mathfrak{i}\,(\mathfrak{W} + \mathfrak{w}) \quad \ldots \ldots \quad 24)$$

$$\mathfrak{e}_1 = \mathfrak{i}\,\mathfrak{W} \quad \ldots \ldots \quad 25)$$

$$\mathfrak{e}_2 = \mathfrak{i}\,\mathfrak{w} \quad \ldots \ldots \quad 26).$$

Zur Bildung der Summe

$$O f = \mathfrak{W} + \mathfrak{w} = \mathfrak{w}_s$$

ist jetzt, vom Ursprung O aus, zuerst der konstante Widerstand $\mathfrak{W}$ und sodann der jeweilige Wert des veränderlichen Widerstandes $\mathfrak{w}$ aufzutragen. Der Endpunkt desselben wird sich nun auf der punktierten Kurve C' bewegen, welche man erhält, wenn man die Ortkurve C parallel zu sich selbst in Richtung des konstanten Widerstandes um die Strecke $a f = W$ verschiebt oder, was dasselbe ist, die Ortkurve von $\mathfrak{w}$ auf ein Koordinatensystem bezieht, dessen Ursprung sich

*) Unter Resistanzen und Reaktanzen sollen hier nicht allein Ohmsche und induktive bezw. kapazitive Widerstände verstanden werden, sondern abkürzungsweise auch solche, in welchen überdies oder ausschließlich noch positive oder negative Arbeitswiederstände aktiver oder reaktiver Natur vorkommen, also auch „effektive" Resistanzen und Reaktanzen.

Digitized by Google

im Punkt b befindet und dessen Achsen zu den früheren parallel sind.

Da der Richtungswinkel von i gleich Null ist, muß nach Gleichung 25) die Richtung der ersten Teilspannung e_1 mit jener von $\mathfrak{W}$ zusammenfallen und da ferner die Proportion

$$w_s : W = E : e_1$$

erfüllt sein soll, wird der zu dem Kurvenpunkt a bezw. f gehörige Spannungsteilpunkt (A) erhalten, wenn man durch d eine Parallele zu fb zieht und diese mit der Widerstandsstrecke $Ob = W$ oder deren Verlängerung zum Schnitt bringt.

Bezeichnet man mit $(x_a)'$ und $(y_a)'$ die laufenden Koordinaten des Teilspannungsortes für die Schaltfolge K_1, so ist nach Fig. 2

$$\frac{(y_a)'}{(x_a)'} = \frac{Y}{X} \text{ und } \frac{E}{w_s} = \frac{O(A)}{Ob} = \frac{(x_a)'}{X} = \frac{(y_a)'}{Y},$$

was für diese Schaltfolge zunächst die Gleichungen

$$K_1 \begin{cases} \dfrac{(y_a)'}{(x_a)'} = \dfrac{Y}{X} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & (I_1)' \\ E = \dfrac{(x_a)'}{X}\sqrt{(x_w + X)^2 + (y_w + Y)^2}\,. & (I_2)' \\ E = \dfrac{(y_a)'}{Y}\sqrt{(x_w + X)^2 + (y_w + Y)^2}\,. & (I_3)' \end{cases}$$

ergibt.

Aus diesen lassen sich wieder mittels einer der Ortgleichungen 22) oder 23) des veränderlichen Widerstandes die Variablen x_w und y_w eliminieren und eine Beziehung zwischen $(x_a)'$ und $(y_a)'$ als Gleichung des Teilspannungsortes erhalten.

Es sei gleich hier auf eine wichtige Relation zwischen den Teilspannungsörtern der Schaltfolgen V_1 und K_1 hingewiesen, welche sodann bei einem System mit fester Spannungsachse, die Ableitung des einen aus dem anderen in einfachster Weise gestatten wird. Aus der Betrachtung der Fig. 2 geht nämlich hervor, daß $Od = E$ und $A\,(A)$ die Diagonalen des Parallelogramms $OAd(A)$ sind, also zwei Strecken, die sich gegenseitig halbieren.

Es werden daher in dem hier behandelten System mit fester Stromachse korrespondierende Punkte beider Örter, nämlich solche, die zu ein und demselben Wert des veränderlichen Widerstandes gehören, sich immer auf einer durch den Halbierungspunkt m der Spannungsstrecke E gezogenen Geraden, und zwar auf entgegengesetzten Seiten derselben, in gleicher Entfernung von diesem Punkt befinden.

Wird $\bar{e}$, also auch m, in der Abszissenachse festgelegt, so wird man einen Ort aus dem anderen durch Drehung um 180° um den Punkt m erhalten können, welche Regel in der Folge kurz als „Drehregel" bezeichnet werden soll. Ihre Gültigkeit ist, wie wir sehen werden, auf den Fall eines inneren Teilpunktes beschränkt.

Die Richtung des Stromvektors in diesem System ist jene der positiven Abszissenachse und demnach für einen bestimmten Wert von $\mathfrak{w}$ nur noch die Amplitude zu ermitteln. Nach Gleichung 1') ist $E = \dot{\imath}\, w_s$, somit

$$\dot{\imath} = \frac{E}{w_s} = \frac{E}{\sqrt{(x_w + X)^2 + (y_w + Y)^2}} \quad . \quad 27).$$

Im Diagramm folgt die Strecke $\dot{\imath}$ nach Wahl einer Konstruktionseinheit von der Länge (k) aus

$$\frac{\dot{\imath}}{(k)} = \frac{E}{w_s} \text{ oder } w_s : E = (k) : \dot{\imath}$$

als vierte geometrische Proportionale. In Fig. 2 ist $Ok = (k)$. Wird f mit e verbunden, so schneidet die Gerade $ki \parallel fe$ auf der Abszissenachse die Amplitude $Oi = \dot{\imath}$ ab, welche dem Wert Oa des veränderlichen Widerstandes entspricht.

Durch die Wahl der Konstruktionseinheit wird zugleich der Strommaßstab bestimmt. Wird umgekehrt der letztere angenommen, so steht die Wahl der ersteren nicht mehr frei.

Ist nämlich E_α der numerische Betrag der Spannung, bezogen auf die Spannungseinheit (α), und w_β der numerische Betrag des Widerstandes, bezogen auf die Widerstandseinheit (β) und sind die Maßstäbe so gewählt, daß $(\alpha) \mid = \mid l\,(\lambda)$, nämlich gleichbedeutend*) mit l Längeneinheiten (λ) und $(\beta) \mid = \mid m\,(\lambda)$, nämlich gleichbedeutend*) mit m Längeneinheiten (λ) ist, so ist

$E = E_\alpha\, l\,(\lambda)$ die Spannungsstrecke

und

$w_s = w_\beta\, m\,(\lambda)$ die Widerstandsstrecke.

Somit ist nach der Konstruktion die Strecke für die Stromamplitude

$$\dot{\imath} = \frac{E}{w_s}(k) = \frac{E}{w_s}\,k\,(\lambda) = \frac{E_\alpha\, l\,(\lambda)}{w_\beta\, m\,(\lambda)}\,k\,(\lambda).$$

Nun soll aber diese Strecke die Stromstärke repräsentieren, also auch

$$\dot{\imath} \mid = \mid \frac{E_\alpha}{w_\beta}\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)$$

sein, wobei $\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)$ die den Einheiten (α) und (β) entsprechende Stromeinheit ist. Man hat daher

$$\frac{E_\alpha\, l}{w_\beta\, m}\,K\,(\lambda) \mid = \mid \frac{E_\alpha}{w_\beta}\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)$$

und somit ist die Längeneinheit

$$(\lambda) \mid = \mid \frac{m}{k\,l}\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) \text{ Stromeinheiten} \quad . \quad . \quad . \quad 28)$$

oder umgekehrt die Stromeinheit

$$\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) \mid = \mid \frac{k\,l}{m}\,(\lambda) \text{ Längeneinheiten} \quad . \quad . \quad 29).$$

Wurde der Strommaßstab $\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) \mid = \mid z\,(\lambda)$ gewählt, so muß zur Ermittlung der Stromamplitude eine Konstruktionseinheit von der Länge

$$(k) = k\,(\lambda) = \frac{m\,z}{l}\,(\lambda) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 30)$$

angewendet werden.

Da in der Gleichung 27) nur der Gesamtwiderstand vorkommt, ergeben sich für die Schaltfolgen V_1 und K_1 für $\dot{\imath}$ keine verschiedenen Formeln und Konstruktionen.

b)

Zur Ableitung der Gleichungen für einen vorderen Teilpunkt diene Fig. 3, wobei zunächst ein dem Widerstandsdiagramm entsprechendes Koordinatensystem mit dem Ursprung O zugrunde gelegt und dann auf ein solches übergegangen werden soll, bei welchem der letztere mit dem Ort des Potentials von M, als dem Anfangspunkt des Spannungsvektors mit konstanter Amplitude zusammenfällt.

Den Vektor $Of = \mathfrak{w} + \mathfrak{W}$, welchem nach Fig. 1b die zweite Teilspannung entspricht, findet man, wie im vorigem Falle, wenn man zu dem veränderlichen Widerstand $Oa = \mathfrak{w}$, den konstanten Widerstand $af = \mathfrak{W}$ geometrisch addiert.

*) Nicht „gleich"!

Digitized by Google

Zur Bestimmung der Spannungsvektoren haben wir die Gleichungen

$$\bar{e} = e_1 + e_2 \quad \ldots \quad 31)$$

oder

$$i\mathfrak{W} = -i\mathfrak{W} + i(w + \mathfrak{W}) = -iw + iw_s \quad 32)$$

$$\bar{e} = i\mathfrak{W} \quad \ldots \quad 33)$$

$$e_1 = -iw \quad \ldots \quad 34)$$

$$e_2 = i(w + \mathfrak{W}) = iw_s \quad \ldots \quad 35).$$

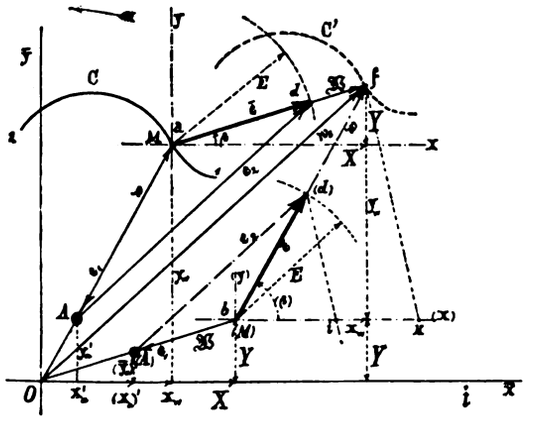


Fig. 3.

Es ist somit $\bar{e}$ geometrisch im Verhältnis $-w : w_s$ zu teilen. Die erste Teilspannung hat die entgegengesetzte Richtung wie w, die zweite die gleiche Richtung wie w_s.

Da die Amplituden der Spannungen und die Moduli der Widerstände stets absolute Größen sind, findet man e_1 aus der Gleichung $\frac{W}{w} = \frac{E}{e_1}$ bezw. durch Konstruktion der Proportion $W : w = E : e_1$ als vierte geometrische Proportionale.

Man macht $Md = E$ und $dA \parallel fO$. Da der Spannungsteilpunkt auf der Widerstandsstrecke Oa oder deren Verlängerung liegen muß, ist dieser der Schnittpunkt der Parallelen dA mit Oa. Es ist sodann nach Richtung und Größe $MA = e_1$ der Vektor der ersten und $Ad = e$ jener der zweiten Teilspannung.

In bezug auf die Figur ist

$$\frac{\bar{y}_a'}{\bar{x}_a'} = \frac{y_w}{x_w} \text{ und } \frac{E}{W} = \frac{MA}{MO} = \frac{y_w - \bar{y}_1'}{y_w} = \frac{x_w - \bar{x}_a'}{x_w},$$

wobei die Ortkoordinaten $\bar{x}_a'$ und $\bar{y}_a'$ sich auf das System mit dem Ursprung O beziehen.

Für den Übergang zu jenem mit dem Ursprung M haben wir

$$\bar{x}_a' = x_1' + x_w$$
$$\bar{y}_a' = y_1' + y_w$$

zu setzen, wodurch die vorstehenden Gleichungen in

$$\frac{y_a' + y_w}{x_a' + x_w} = \frac{y_w}{x_w} \text{ und } \frac{E}{W} = -\frac{x_a'}{x_w} = -\frac{y_a'}{y_w}$$

übergehen. Da ferner $W = \sqrt{X^2 + Y^2}$ ist, so erhält man für die Schaltfolge V_1

$$V_1 \begin{cases} \frac{y_a'}{x_a'} = \frac{y_w}{x_w} \quad \ldots \quad II_1' \\ E = -\frac{x_a'}{x_w}\sqrt{X^2 + Y^2} \quad \ldots \quad II_2' \\ E = -\frac{y_1'}{y_w}\sqrt{X^2 + Y^2} \quad \ldots \quad II_3'. \end{cases}$$

Für K_1 gelten nach Fig. 1 die Spannungsgleichungen

$$\bar{e} = e_1 + e_2$$

oder

$$iw = -i\mathfrak{W} + i(\mathfrak{W} + w) = -i\mathfrak{W} + iw_s \quad 36)$$

$$\bar{e} = iw \quad \ldots \quad 37)$$

$$e_1 = -i\mathfrak{W} \quad \ldots \quad 38)$$

$$e_2 = i(\mathfrak{W} + w) \quad \ldots \quad 39).$$

Von O aus ist jetzt zuerst der konstante Widerstand $Ob = \mathfrak{W}$, sodann der veränderliche Widerstand $bf = w$ aufzutragen und, wie im vorigen Falle der Ort C nach C' zu verschieben. $\bar{e}$ hat die Richtung von w, e_1 die entgegengesetzte Richtung von $\mathfrak{W}$ und e_2 jene von w_s.

Zur Bestimmung des Spannungsteilpunktes mache man, entsprechend der Gleichung $\frac{w}{W} = \frac{E}{e_1}$ oder der Proportion $w : W = E : e_1$, $b(d) = E$, ziehe durch (d) zu fO eine Parallele und bringe diese mit der Widerstandsstrecke Ob oder deren Verlängerung zum Schnitt. Der Schnittpunkt (A) ist dann der gesuchte Teilpunkt.

Nach der Figur ist für das ursprüngliche Koordinatensystem

$$\frac{(\bar{y}_a)'}{(x_a)'} = \frac{Y}{X} \text{ und } \frac{E}{w} = \frac{b(A)}{bO} = \frac{Y - (\bar{y}_a)'}{Y} = \frac{X - (\bar{x}_a)'}{X}.$$

Mittels der Transformationsgleichungen

$$(\bar{x}_a)' = (x_a)' + X$$
$$(\bar{y}_a)' = (y_a)' + Y$$

wird

$$\frac{(y_a)' + Y}{(x_a)' + X} = \frac{Y}{X} \text{ und } \frac{E}{w} = -\frac{(y_a)'}{Y} = -\frac{(x_a)'}{X}.$$

Berücksichtigt man noch, daß $w = \sqrt{x_w^2 + y_w^2}$ ist, so erhält man die, für die Schaltfolge K_1 gültigen Gleichungen

$$K_1 \begin{cases} \frac{(y_a)'}{(x_a)'} = \frac{Y}{X} \quad \ldots \quad (II_1)' \\ E = -\frac{(x_a)'}{X}\sqrt{x_w^2 + y_w^2} \quad \ldots \quad (II_2)' \\ E = -\frac{(y_a)'}{Y}\sqrt{x_w^2 + y_w^2} \quad \ldots \quad (II_3)'. \end{cases}$$

In bezug auf die Transformation der Koordinaten ist noch eine kurze Erklärung nötig, indem der Punkt a, welcher den Ursprung im neuen System darstellen soll, auf der Ortkurve C, zum Beispiel von 1 nach 2, fortschreitet. Wenn man aber nach der jeweiligen Umformung sämtliche Vektoren sowie auch das ursprüngliche System parallel zu sich selbst in der Weise verschiebt, daß der betreffende Kurvenpunkt a mit dem als Ursprung gewählten Punkt M der Kurve C zusammenfällt, so wird an den Werten der bezüglichen Größen dadurch nichts geändert. Während die Kurve C auf den Punkt M reduziert wurde, hat der Ursprung O als Anfangspunkt des Vektors des variablen Widerstandes eine Ortkurve beschrieben, welche man aus jener erhalten kann, wenn man dieselbe um den Halbierungspunkt der Strecke OM um 180° dreht. Positive Widerstände w verlaufen dann von einem Punkt dieser Ortkurve bis zum Ursprung M,

Digitized by Google

negative in entgegengesetzter Richtung, und befindet sich der Spannungsteilpunkt A immer auf der zugehörigen Widerstandsstrecke oder deren Verlängerung.

Bei der Schaltfolge K_1 findet die Umwandlung der Koordinaten zwischen zwei festen Systemen statt, da der Punkt (M), als Endpunkt des konstanten Widerstandes $\mathfrak{W}$, seine Lage beibehält. Der Ort von $\bar{e}$ ist ein mit dem Halbmesser E um den neuen Ursprung (M) beschriebener Kreis, während sich der Spannungsteilpunkt (A) auf einer, durch die Richtung von $\mathfrak{W}$ gegebenen Geraden bewegt.

Da die Vektorgleichung 33) in derselben Form auch für die absoluten Werte der in ihr enthaltenen Größen gilt, kann für die Schaltfolge V_1 die Stromamplitude aus $E = \dot{\imath}\, W$ oder, da dieselbe, wie ersichtlich, konstant ist, aus $E = J\, W$, bestimmt werden. Wegen $W = \sqrt{X^2 + Y^2}$ erhält man daraus

$$J = \frac{E}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \quad \ldots\ldots \quad 40)$$

oder im Längenmaß, bei Annahme einer Strecke (k) als Konstruktionseinheit

$$J = \frac{(k)\, E}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \quad \ldots\ldots \quad 41).$$

Für die Schaltung K_1) erhält man unter Anwendung der Gleichung 37) auf die Amplitude in ähnlicher Weise

$$\dot{\imath} = \frac{E}{w} = \frac{E}{\sqrt{x_\omega^2 + y_\omega^2}} \quad \ldots\ldots \quad 42)$$

oder im Längenmaß

$$\dot{\imath} = \frac{(k)\, E}{w} = \frac{(k)\, E}{\sqrt{x_\omega^2 + y_\omega^2}} \quad \ldots\ldots \quad 43).$$

In Fig. 3 wurde $b\, k = (k)$ angenommen und für den Wert $b\, f = w$ aus $w : (k) = E : \dot{\imath}$ die Amplitude $b\, \dot{\imath} = \dot{\imath}$ als vierte geometrische Proportionale erhalten.

Befände sich der Teilpunkt A (in Fig. 1 a und b) bei M, so würde in den Gleichungen I' (unter a) und II' (unter b) $x_\omega = y_\omega = 0$ zu setzen sein, wodurch man in beiden Fällen das Resultat $x_a' = y_a' = 0$ erhält. Dasselbe Ergebnis würde man aus den Gleichungen (I)' und (II)' für die Schaltfolge K_1 bezüglich der Ortkordinaten $(x_a)'$ und $(y_a)'$, für $X = Y = 0$ erhalten, wodurch die für den Grenzfall eines vorderen und inneren Teilpunktes auf Seite 91 angegebene Bemerkung bestätigt wird.

Aus den Gleichungen II' läßt sich wieder mit Hilfe der Ortgleichung 22) oder 23) von $\mathfrak{w}$ durch Elimination von x_ω und y_ω, jene des Spannungsteilpunktes für die Schaltfolge V_1 erhalten. Für die Schaltfolge K_1 findet man direkt aus $(II_1)'$ die Ortgleichung

$$(y_a)' = \frac{Y}{X}\,(x_a)'.$$

(Schluß folgt.)

Die Verwendung von Dampfturbinen zur Gewinnung von Heiz- und Niederdruckdampf.

Von Ing. **Rudolf Boye.**

I. Allgemeines.

Die rationelle Erzeugung von Niederdruckdampf spielt eine große Rolle in allen denjenigen Betrieben, welche Wärme zu Heiz- und Kochzwecken benötigen. Hieher gehören die meisten chemischen Werke, ferner Papier- und Zellulosefabriken, Textilwarenfabriken, Brauereien, Zuckerfabriken und Raffinerien, Schlachthöfe, Krankenhäuser u. dgl. Alle diese Werke benötigen aber neben dem Niederdruckdampf auch Hochdruckdampf zur Krafterzeugung, und je nach dem für vorteilhafter gehaltenen Wege trifft man verschiedene Arten der Erzeugung beider Dampfarten an.

Vielfach werden lediglich Hochdruckkessel aufgestellt, aus denen neben den Kraftmaschinen die Heiz- und Kochapparate unter Zwischenschaltung von Reduzierventilen gespeist werden. Oder es wird nur Niederdruckdampf erzeugt und mit ihm auch die Maschinen betrieben, welche dann natürlich sehr große Abmessungen erhalten müssen und dadurch teuer und platzraubend werden. Schließlich finden sich auch Betriebe, in denen vollständig getrennte Hoch- und Niederdruckkesselanlagen im Betrieb gehalten werden, um unabhängig voneinander beide Dampfarten erzeugen zu können.

Die Wirtschaftlichkeit derartiger Anlagen wird nur in den seltensten Fällen als befriedigend zu bezeichnen sein. Erheblich günstigere Ergebnisse sind jedoch zu erzielen, wenn anstelle der oben erwähnten Reduzierventile Dampfturbinen in die Hochdruckleitung eingeschaltet werden. Die bei der Expansion des Dampfes auf die gewünschte Niederspannung freiwerdende Wärme wird in der Turbine in Arbeit umgesetzt, so daß mit ihr je nach den Betriebsverhältnissen entweder der ganze Kraftbedarf des Werkes oder wenigstens der größte Teil desselben gedeckt werden kann. Allerdings war dieses Verfahren schon in Verbindung mit Kolbendampfmaschinen bekannt, doch hafteten ihm hier zahlreiche, in der Wirkungsweise der letzteren begründete Mängel an, die seiner Verwendung Grenzen zogen. Beispielsweise ist der die Kolbenmaschine verlassende Abdampf immer ölhaltig. Nun ist aber das Öl ein schlechter Wärmeleiter, welcher sich an den Wandungen der Heiz- oder Kochapparate absetzt und den Wärmedurchgang erschwert, das heißt ihren Wirkungsgrad herabdrückt. Durch Versuche ist festgestellt worden*), daß zum Beispiel eine Fettschicht von 0·5 *mm* Stärke die Wärmedurchlässigkeit eines Apparates ebenso stark herabsetzt, wie eine Kesselsteinkruste von 5 *mm* Stärke. Um den Abdampf von Kolbenmaschinen von Öl zu reinigen, müssen deshalb besondere Ölabscheider aufgestellt werden, die aber wiederum kraftverzehrend wirken.

Dazu kommt, daß die Regulierfähigkeit und der Dampfverbrauch von Abdampfkolbenmaschinen bei Teilbelastungen sehr ungünstig werden. Wie aus dem Diagramm (Fig. 1) hervorgeht, arbeitet die Maschine nur bei Füllungen über 35% hinaus günstig. Bei kleineren Füllungen dagegen bilden Expansions- und Ausströmkurve eine Schleife, die unter dem Abdampfdruck liegt. Der durch die Schleife dargestellte Arbeitsbetrag ist also negativ und muß von der eigentlichen Arbeitsfläche abgezogen werden. Naturgemäß wird hierdurch auch die Regulierfähigkeit der Maschinen beeinträchtigt, was sich besonders störend bei dem Parallelbetrieb etwa mit denselben gekuppelter Drehstromdynamomaschinen bemerkbar macht.

*) Vergl. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1910, Nr. 16, Seite 642.

Digitized by Google

Die vorstehend erwähnten Mängel werden gänzlich beseitigt durch die Verwendung von Dampfturbinen. Einmal

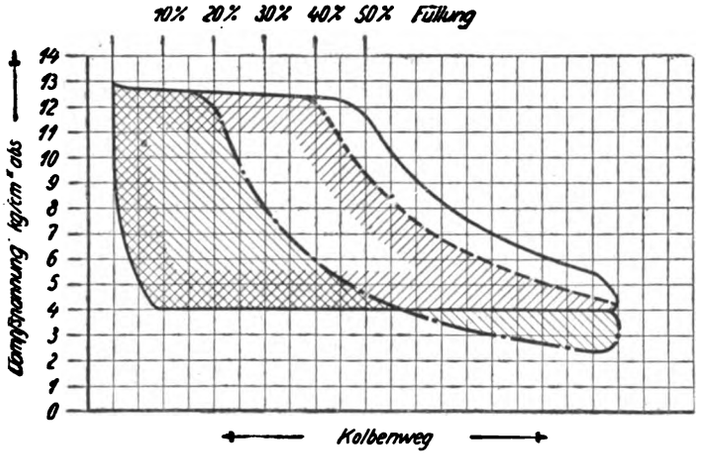


Fig. 1. Diagramm einer Anzapf-Kolbenmaschine.

ist nämlich deren Auspuffdampf absolut ölfrei, da er innerhalb der Maschine mit keinerlei geschmierten Teilen in Berührung kommt. Daneben bleibt der Dampfverbrauch der Turbinen auch bei Teilbelastungen günstig, während ihre Regulierfähigkeit keine Änderung überhaupt nicht erleidet. Es sollen deshalb im folgenden die Grundlagen für die Verwendung der Dampfturbinen zur Abgabe von Niederdruckdampf etwas eingehender erörtert werden.

Je nach den vorliegenden Betriebsverhältnissen sind dabei zwei Fälle zu unterscheiden. Wenn nämlich die durch die gesamte Heizdampfmenge in der Turbine erzeugte Energiemenge an den Betrieb abgegeben werden kann, so braucht der Dampf dieselbe nur vom Anfang bis zum Ende zu durchströmen, um dann in die mit einem gewissen Gegendruck betriebene Heizanlage zu gelangen. Turbinen dieser Bauart heißen deshalb Gegendruckturbinen. Stehen dagegen Heizdampfmenge und Kraftbedarf in keinem bestimmten Verhältnis zueinander, so wird nur an einer geeigneten Stelle der Turbine eine Anzapfung für die Entnahme des Heizdampfes vorgesehen, während der überschüssige Kraftdampf die Turbine weiter durchströmt, um schließlich in einem Kondensator wie bei einer normalen Turbine kondensiert zu werden. Derartige Turbinen sind unter dem Namen Anzapfturbinen bekannt.

II. Gegendruckturbine.

A. Wärmebilanz.

Zum Verständnis der Arbeitsvorgänge seien an Hand eines Beispieles die Wärmebilanzen einer Kondensations- und einer gleich großen Gegendruckturbine aufgestellt. In beiden Fällen sei die nutzbare Maschinenleistung 500 *kW*, der Dampfüberdruck 12 Atm. und die Dampftemperatur 325° C. Bei der Kondensationsturbine sei außerdem ein Vakuum von 95% erreichbar, bei welchem ein Dampfverbrauch von 6·5 *kg* für die *kWh* garantiert worden sei, was einem stündlichen Gesamtdampfverbrauch von 3250 *kg* entspricht.

a) Kondensationsturbine.

Da eine *kWh* gleich 860 WE ist, werden von der Turbine in einer Stunde 430.000 WE in elektrische Energie umgewandelt. 1 *kg* des zugeführten Dampfes besitzt aber unter den obigen Voraussetzungen einen Wärmeinhalt von 743 WE; es werden also im ganzen durch denselben in der gleichen Zeit $500 \times 6{\cdot}5 \times 743 = 2{,}414.750$ WE in die Maschine geschickt.

Wie ohne weiteres ersichtlich, ist die Wärmeausnutzung ungünstig, denn von der zur Verfügung stehenden Wärmemenge werden nur 17·8% in nutzbare Arbeit umgesetzt. Die restlichen 82·2% = 1,984.750 WE müssen als Verluste angesehen werden, welche ihrer Natur nach in zwei Teile zu unterteilen sind. Der erste Teil enthält alle diejenigen Verluste, welche durch das Arbeiten der Turbine und des mit ihm gekuppelten Generators entstehen, also durch Strahlung, Generatorverlust, Lagerreibung, Ventilationsarbeit u. dgl. Theoretisch ist die Größe dieser Verluste kaum festzulegen, deshalb sei sie nach Versuchswerten hier mit 55.000 WE angenommen.

Der zweite Teil der Verluste wird gebildet durch den Wärmeinhalt des Abdampfes, der sich sowohl dem Kondensat als auch dem Kondensationskühlwasser mitteilt, und von dem die in das Kondensat übergegangene Wärme zum Teil dem Kessel wieder zugeführt werden kann. Der gesamte Wärmeinhalt des Abdampfes ergibt sich zu 1,984.750 — 55.000 = 1,929.750 WE.

Nun sei angenommen, daß das Kondensat den Kondensator mit einer Temperatur von 30° C verläßt. Dann sind in ihm $3250 \times 30 = 97.500$ WE enthalten. Demnach beträgt die im Kühlwasser ablaufende Wärmemenge 1,929.750 — 97.500 = 1,832.250 WE. Die in dem Kondensat enthaltenen 97.500 WE werden dem Kessel mit dem Speisewasser wieder zugeführt. Allerdings tritt hiebei wieder ein Temperaturabfall ein, der schätzungsweise mit 5° C angenommen sei. Es entspricht das einem Verlust von $3250 \times 5 = 16.250$ WE, so daß in dem Kessel nur 97.500 — 16.250 = 81.250 WE zurückgelangen. Nun erleidet auch der von dem Kessel kommende Dampf in der Rohrleitung zur Turbine einen Druck- und Temperaturverlust, der mit 0·5 Atm. und 25° C = 40.625 WE anzusetzen ist. Unter Berücksichtigung der im Kondensat wieder gewonnenen 81.250 WE sind demnach im Kessel zu erzeugen 2,414.750 + 40.625 — 81.250 = 2,374.125 WE.

Der Wirkungsgrad der Dampfkesselanlage betrage 75%, so daß 25% der in der Kohle enthaltenen Wärmemenge durch die Rauchgase abgeführt werden. Dann sind zur Erzeugung der für den Turbinenbetrieb aufzuwendenden Wärmemenge 2,374.125 : 0·75 = 3,165.500 WE erforderlich. Der Kesselverlust beträgt mithin 791.375 WE. Wird der Kessel mit Steinkohle von 7000 WE pro *kg* geheizt, so sind also stündlich 452·2 *kg* davon zu verfeuern.

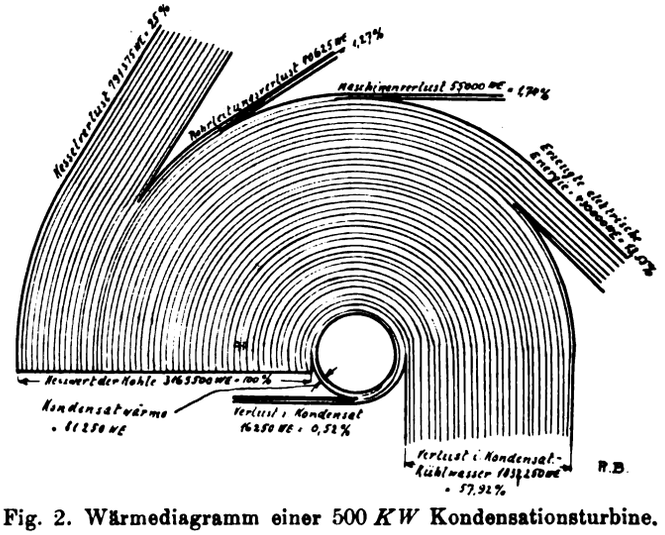


Fig. 2. Wärmediagramm einer 500 *KW* Kondensationsturbine.

Zur besseren Übersicht sind die Rechnungsergebnisse in Fig. 2 graphisch dargestellt, während sie hier nochmals zahlenmäßig zusammengefaßt werden sollen.

Digitized by Google

Es betragen:

Kesselverlust	791.375 WE	=	25·00%
Rohrleitungsverlust	40.625 „	=	1·27%
Maschinenverlust	55.000 „	=	1·74%
Erzeugte elektrische Energie	430.000 „	=	13·55%
Verlust im Kondensationskühlwasser	1,832.250 „	=	57·92%
Abkühlungsverlust d. Kondensats	16.250 „	=	0·52%
Heizwert der Kohle	3,165.500 WE	=	100·00%

Entsprechende Kohlenmenge = 452·2 *kg*/Std.

b) Gegendruckturbine.

Für eine Gegendruckturbine zur Abgabe von Heizdampf gestaltet sich der Rechnungsvorgang ähnlich wie bei der Kondensationsturbine. Allerdings muß hier mit einem größeren Dampfverbrauch gerechnet werden, da das Wärmegefälle nicht bis zur Kondensatortemperatur, sondern nur bis zu der erforderlichen Heiztemperatur ausgenutzt werden kann, um elektrische Energie zu erzeugen. Es sei deshalb ein garantierter Dampfverbrauch von 20 *kg* pro *kWh*, ein Gegenüberdruck von 2 Atm. in den Heizapparaten und eine Temperatur des denselben entzogenen Kondensats von 70° C vorausgesetzt. Der Temperaturverlust des Kondensates, bis es wieder in den Kessel gelangt, betrage 10° C. Ferner ist der Rohrleitungsverlust in Rücksicht zu ziehen, welcher zwischen der Turbine und den Heizapparaten entsteht. Er sei mit 95.000 WE beziffert. Die Rechnung gibt dann folgende Werte:

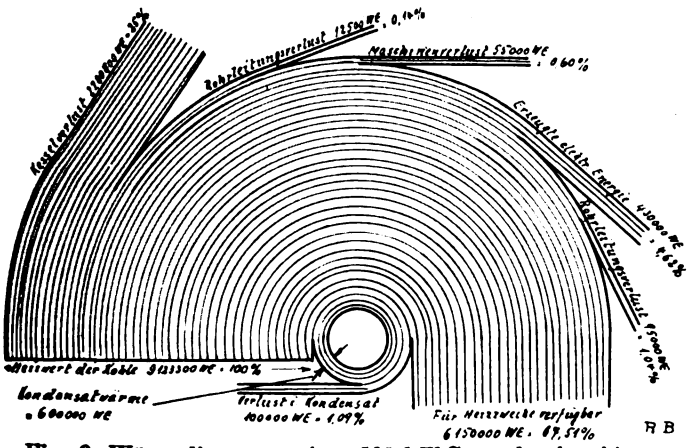


Fig. 3. Wärmediagramm einer 500 *kW*-Gegendruckturbine.

Der Wärmeverbrauch für die Erzeugung der elektrischen Energie bleibt gleich demjenigen der Kondensationsturbine, das heißt gleich 430.000 WE. Zugeführt werden stündlich 500 × 20 × 743 = 7,430.000 WE. Hiervon sind die Abkühlungsverluste der Maschine wie oben mit 55.000 WE in Abzug zu bringen, ferner die Rohrleitungsverluste bis zu den Heizapparaten mit schätzungsweise 95.000 WE. Für Heizzwecke bleiben demnach noch 7,430.000 — (430.000 + 95.000) = 6,850.000 WE verfügbar. Diese können jedoch nicht ganz ausgenutzt werden, da das mit 70° C abgehende Kondensat 500 × 20 × 70 = = 700.000 WE mit sich führt. Effektiv können also in der Heizanlage 6,850.000 — 700.000 = 6,150.000 WE ausgenutzt werden. Von dem Wärmeinhalt des Kondensats geht bei seiner Rückführung in den Kessel noch die der 10-gradigen Temperaturabnahme entsprechende Wärmemenge, also 500 × 20 × 10 = 100.000 WE verloren, so daß nur 700.000 — 100.000 = 600.000 WE wieder gewonnen werden. Andererseits ist mit einem Rohrleitungsverlust zwischen Dampfkessel und Turbine von schätzungsweise 12.500 WE zu rechnen, herrührend von einem Druckabfall von 0·5 Atm. und einem Temperaturverlust von 25° C. In dem Dampfkessel sind also zu erzeugen 7,430.000 + 12.500 — 600.000 = = 6,842.500 WE. Demnach beträgt die unter Berücksichtigung eines Kesselwirkungsgrades von 75% aufzuwendende Gesamtwärmemenge 9,123.300 WE, so daß stündlich 1303·3 *kg* Steinkohle von 7000 WE zu verfeuern sind.

Gegenüber der reinen Kondensationsturbine sind also stündlich 1303·3 — 452·2 = 851·1 Kohle, entsprechend 5,957.700 WE, mehr aufzuwenden. Dafür stehen aber für Heizzwecke 6,150.000 WE zur Verfügung, so daß der Gesamtwirkungsgrad der Anlage günstiger als bei der Kondensationsturbine wird.

Eine graphische Darstellung der Wärmebilanz der Gegendruckturbine gibt Fig. 3, während folgende Zusammenstellung eine Übersicht des Rechnungsergebnisses gibt:

Kesselverlust	2,280.800 WE	=	25·00%
Rohrleitungsverlust zwischen Kessel und Turbine	12.500 „	=	0·14%
Maschinenverlust	55.000 „	=	0·60%
Erzeugte elektrische Energie	430.000 „	=	4·62%
Rohrleitungsverlust zwischen Turbine und Heizanlage	95.000 „	=	1·04%
Für Heizzwecke ausnutzbar	6,150.000 „	=	67·51%
Abkühlungsverlust d. Kondensatz	100.000 „	=	1·09%
Heizwert der Kohle	9,123.300 WE	=	100·00%

Entsprechende Kohlenmenge = 1303·3 *kg*.

Die bei der Gegendruckturbine aufzuwendende Kohlenmenge erscheint gegenüber der Kondensationsturbine zunächst ziemlich hoch. Daß die Wirtschaftlichkeit einer derartigen Anlage jedoch trotzdem sehr gut ist, möge ein Vergleich mit einem Betrieb beweisen, in dem getrennte Hoch- und Niederdruckkessel aufgestellt sind, von denen erstere die Speisung von Kondensationsturbinen übernehmen, während die letzteren die Heizanlage direkt mit Dampf versehen.

Dabei mögen die gleichen Verhältnisse wie bei dem Rechnungsbeispiel der Gegendruckturbine angenommen werden. Es seien also für Heizzwecke 6,150.000 WE als trocken gesättigter Dampf von 2 Atm. Überdruck zu erzeugen, während das Kondensat die Heizapparate wiederum mit 70° C verlasse und auf seinem Rückweg zum Kessel nochmals 10° C verliere. Der Rohrleitungsverlust zwischen Kessel und Heizanlage sei ebenfalls mit 95.000 WE angenommen.

Unter Berücksichtigung der im Kondensat wiedergewonnenen 639.000 WE sind demnach im Kessel zu erzeugen 6,150.000 + 95.000 — 639.000 = 5,606.000 WE. Bei einem Kesselwirkungsgrad von 75% sind also 5,606.000 : 0·75 = 7,474.670 WE in der Kohle aufzuwenden. Das entspricht einem stündlichen Kohlenverbrauch allein für den Niederdruckkessel von 1067·8 *kg*. Hierzu kommt noch der Kohlenverbrauch des Hochdruckkessels, welcher die Kondensationsturbine speist, und der oben zu 452·2 *kg*/Std. berechnet wurde. Der Gesamtaufwand an Kohlen bei einem Betrieb mit getrennten Hoch- und Niederdruckkesseln beläuft sich also stündlich auf 1067·8 + 452·2 = 1520 *kg*.

Bei dem Gegendruckturbinenbetrieb werden demnach trotz gleicher Krafterzeugung und gleicher Heizdampfabgabe 1520 — 1302·3 = 216·7 *kg* Kohle in der Stunde, das heißt 14·2% gespart. Bei einer jährlichen Betriebszeit von 7200 Stunden, wie sie bei den hier in Betracht kommenden Betrieben üblich ist, und einem Kohlenpreise von Mk. 19 pro *t* beziffert sich die jährliche Ersparnis mithin auf 0·2167 × 7200 × 19 = rund Mk. 30.000.

Der Grund für das günstige wirtschaftliche Ergebnis der Gegendruckturbine ist darin zu suchen, daß die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um Wasser von 0° C in

Digitized by Google

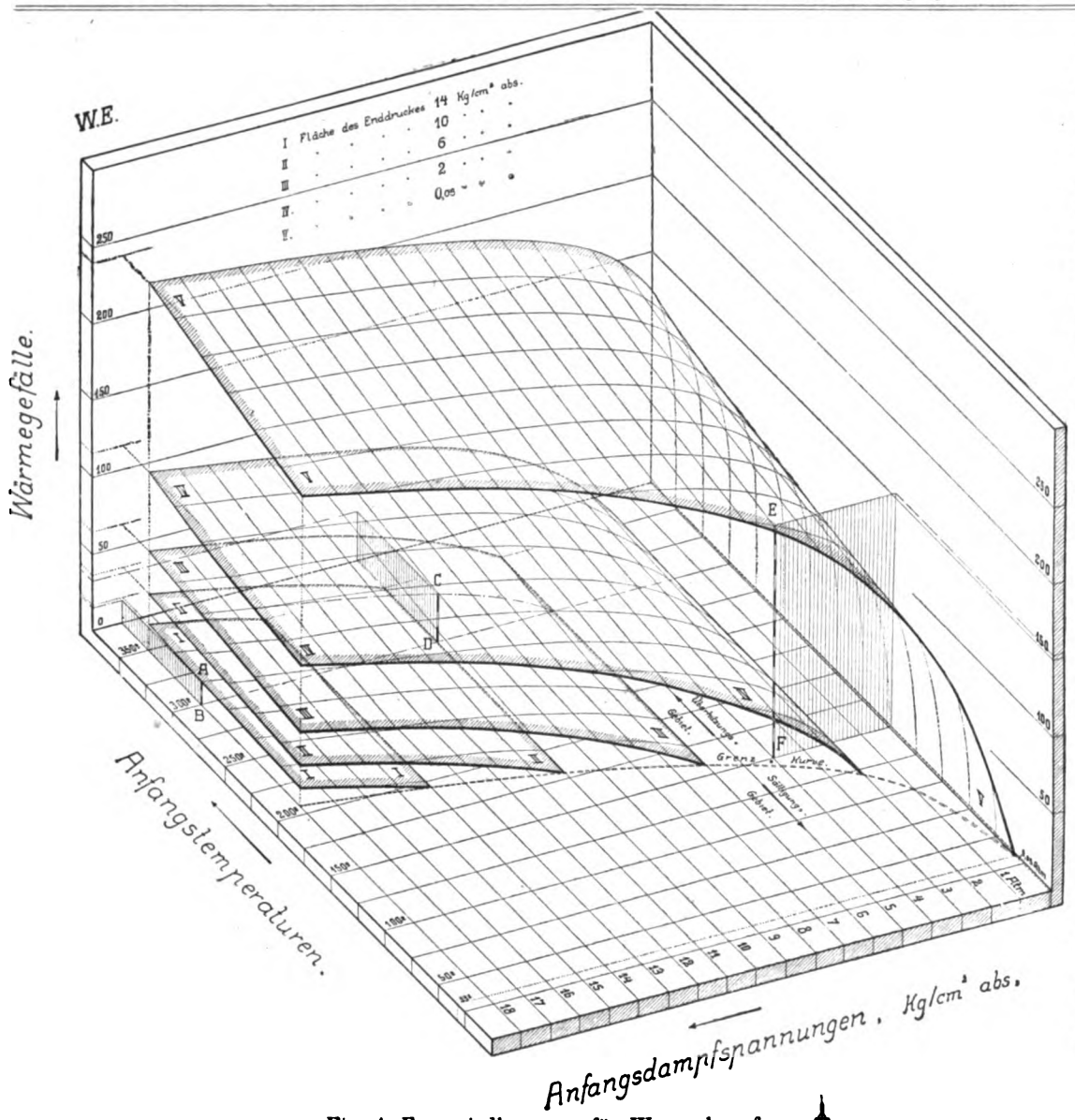


Fig. 4. Eutropiediagramm für Wasserdampf.

trocken gesättigten Dampf von 2 Atm. zu verwandeln, viel größer ist als diejenige, welche aufzuwenden ist, um Dampf von 2 Atm. in solchen von 12 Atm. Druck und 325° C Temperatur zu verwandeln. Umgekehrt gibt der hochgespannte Dampf bei der Expansion im Hochdruckgebiet auch nur wenig von seinem Wärmeinhalt ab. Es sind jedoch auch, wie die Wärmebilanz der Gegendruckturbine zeigt, nur 4·62% des Wärmeinhaltes der verfeuerten Kohle erforderlich, um die gewünschten 500 *kW* elektrische Energie zu erzeugen, so daß dieselben mit den geringen, im Hochdruckgebiet frei werdenden Wärmemengen geliefert werden können.

Die hier geschilderten Verhältnisse lassen sich deutlich in der Fig. 4 verfolgen, welche aus dem Mollierschen Entropiediagrammen abgeleitet ist. Zur besseren Veranschaulichung sind drei Strecken *A B*, *C D*, *E F* eingezeichnet, welche in verschiedenen Druckgebieten eine Expansion um die gleiche Atmosphärenzahl andeuten. Es ist daran deutlich die erheblich größere Wärmeabgabe zu ersehen, welche bei der Expansion in niedrigeren Druckgebieten eintritt. Bei der reinen Kondensationsturbine kann dieselbe zur Arbeitsleistung herangezogen werden, so daß der Dampfverbrauch niedrig wird. Dagegen spielt sich der Arbeitsvorgang der Gegendruckturbine im Hochdruckgebiet ab. Wenn also hier bei geringerer Expansion die gleiche Wärmemenge zur Umwandlung in elektrische Energie freigemacht werden soll, so muß eine größere Dampfmenge aufgewendet werden, woraus sich der im Vergleich zu Kondensationsturbinen hohe Dampfverbrauch der Gegendruckturbinen erklärt.

B. Konstruktion der Gegendruckturbinen.

Der konstruktive Aufbau von Gegendruckturbinen geht aus den beistehenden Abbildungen hervor. Fig. 5 stellt ein Aggregat der A.-G. Brown, Boveri & Cie. dar,

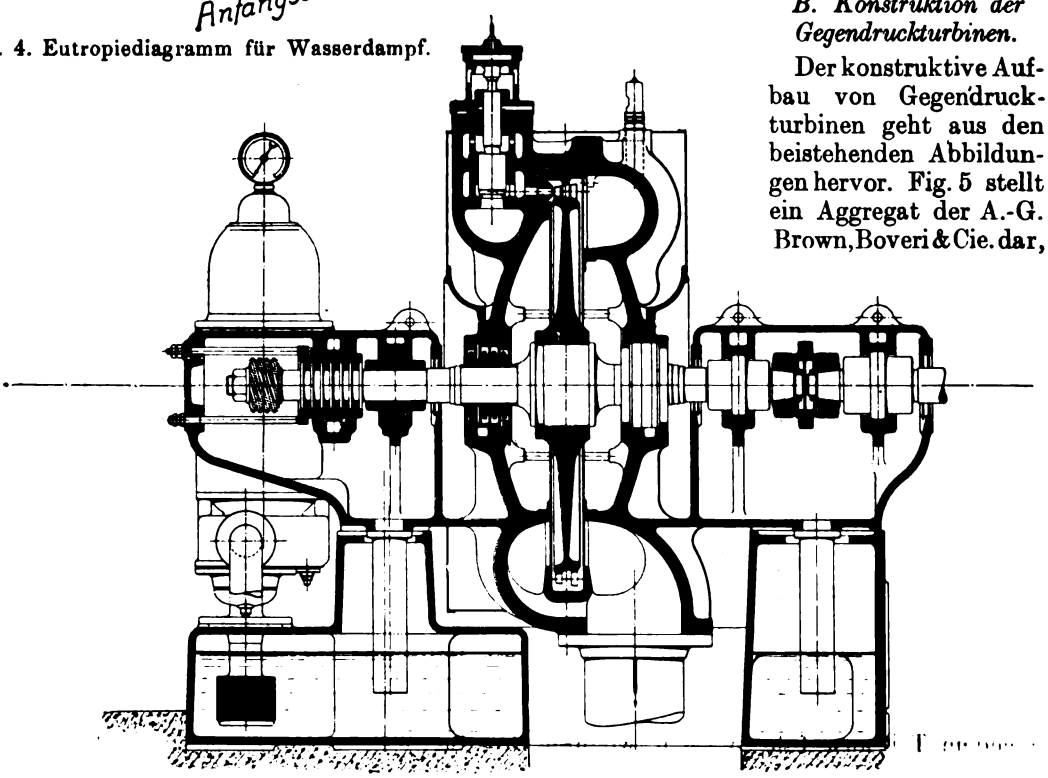


Fig. 5. Aktions-Gegendruckturbine, Bauart Brown-Boveri.

Digitized by Google

welches nach dem Aktionsprinzip arbeitet. Bei dieser Ausführungsform genügt im allgemeinen ein Laufrad, um die in den Düsen in kinetische Energie verwandelte potentielle Energie des Dampfes in mechanische Arbeit umzusetzen. Charakteristisch für das Aktionsprinzip ist der Umstand, daß die gesamte Umsetzung der Druck-, das heißt potentiellen Dampfenergie in Strömungs-, das heißt kinetische Energie nur in den feststehenden Düsen stattfindet, so daß in den Schaufeln der Laufräder keine Druckabnahme eintritt. Den Zusammenhang zwischen Druck und Geschwindigkeit des Dampfes veranschaulicht das Diagramm Fig. 6, in dem die Verhältnisse der Deutlichkeit halber allerdings nicht maßstäblich gezeichnet sind. Der Hauptabfall des Dampfdruckes p findet in den Düsen statt, wobei gleichzeitig die Dampfgeschwindigkeit v stark ansteigt. Der Dampf durchströmt dann ohne Druckänderung, jedoch unter Abgabe eines Teiles seiner Geschwindigkeit den ersten Laufradkranz, wird in einem Umkehrapparat wieder in eine ursprüngliche Richtung gelenkt und durchströmt unter den gleichen Vorgängen den zweiten Laufradkranz. Je nach Bedarf kann er dann durch einen neuen Düsensatz geleitet werden, in dem sein Druck nochmals herab- und seine Geschwindigkeit wieder heraufgesetzt wird. Bei der zweiten, so gebildeten Druckstufe wiederholen sich die gleichen Vorgänge wie bei der ersten.

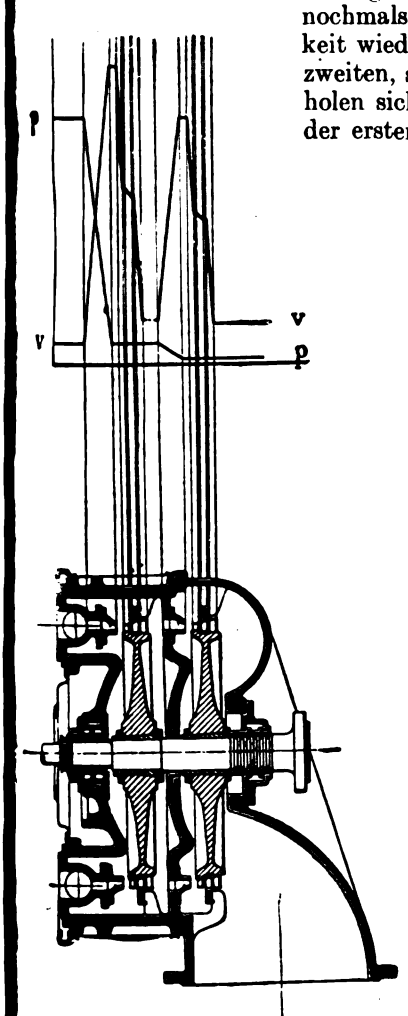


Fig. 6. Diagramm einer Aktionsturbine.

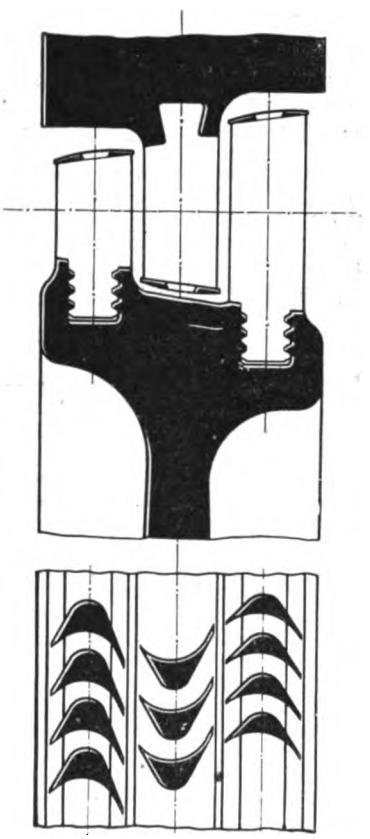


Fig. 7. Schaufelapparat der Aktionsturbine, Bauart Brown-Boveri.

Da bei den Aktionsturbinen der gleiche Druck auf beiden Seiten der Laufräder herrscht, so tritt ein Dampfverlust in den Spalten zwischen diesen und dem Leitapparat nicht ein. Turbinen dieser Bauart können deshalb mit großem Spielraum zwischen feststehendem und rotierendem Teil ausgeführt werden, wodurch ihre Betriebssicherheit vorteilhaft beeinflußt wird. Als Nachteil muß dagegen die große Dampfgeschwindigkeit innerhalb der einzelnen Stufen bezeichnet werden, da sie die Lebensdauer der Schaufeln besonders bei nicht ganz reinem Dampf herabsetzen kann.

Die nach dem Aktionsprinzip gebauten Gegendruckturbinen ermöglichen eine billige Konstruktion und sind besonders da am Platze, wo weniger auf niedrigen Dampfverbrauch bei Vollast als auf geringe Zunahme desselben bei Teilbelastungen Wert gelegt wird.

Konstruktionseinzelheiten der oben abgebildeten Aktions-Gegendruckturbine, Bauart Brown, Boveri sind in den Fig. 7 und 8 dargestellt. Fig. 7 gibt eine Schnittzeichnung des Schaufelapparates wieder, aus der auch die Befestigung der aus Spezialstahl hergestellten Schaufeln in dem Radkörper ersichtlich ist. Dieselben werden in eine schwalbenschwanzartige Rille eingesetzt und durch Paßstücke distanziert. Das letzte Paßstück des Kranzes erhält einen verlängerten Fuß, welcher durch eine radiale Bohrung in dem Kranz gesteckt und auf dessen Innenseite vernietet wird. Die auf diese Weise erzielte Befestigung der Schaufeln ist ungleich einfach und betriebssicher.

Die Regulierung der Turbine erfolgt durch eine Drucköl-steuerung, welche das Dampfeinlaßventil beeinflußt und den Frischdampf je nach Bedarf abdrosselt. Das erforderliche Drucköl wird von der Zentralschmierung geliefert. Hieraus resultiert noch der betriebstechnische Vorteil, daß die Turbine bei Versagen der Schmierung selbsttätig von der Dampfleitung abgesperrt, das heißt stillgesetzt wird.

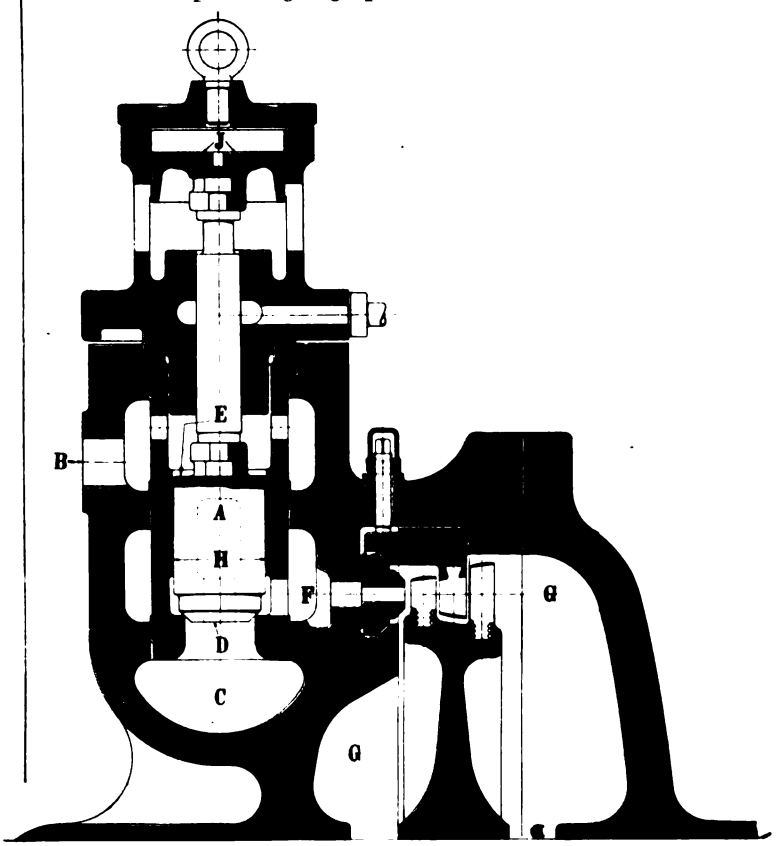


Fig. 8. Zusatzventil der Aktionsturbine, Bauart Brown-Boveri.

Bei längeren Teillast-Arbeitsperioden wirkt jedoch eine reine Drosselregulierung ungünstig auf den Dampfverbrauch ein, da die Drosselung gleichbedeutend mit Energievernichtung ist. In Betrieben, wo starke Belastungsschwankungen auftreten, wird deshalb eine automatische Düsenregulierung nach Fig. 8 vorgezogen. Die Turbine ist zu diesem Zwecke mit Zusatzventilen ausgerüstet, welche bei normaler Last geöffnet, bei Teilbelastungen je nach Bedarf dagegen selbsttätig geschlossen werden, so daß

Digitized by Google

das Laufrad nur noch teilweise beaufschlagt wird. Die Konstruktion dieser Zusatzventile ist aus Fig. 8 ersichtlich.

Zur Erklärung der Arbeitsweise sei folgendes bemerkt: Der bei *B* eintretende und auf die Ringfläche *E* wirkende Frischdampf drückt den gut geführten Ventilkolben *A* auf seinen Sitz. Auf die untere Ventilfläche *D*, welche größer als die Ringfläche *E* ist, wirkt der in dem Düsenapparat herrschende Druck des Dampfes, welcher sich in dem Ringkanal *C* befindet, aus dem auch die ständig offenen Düsengruppen gespeist werden. Das Ventil wird also durch die Differentialwirkung beider Drucke betätigt, und zwar so, daß bei geringen Belastungen und größerer Drosselung der Frischdampfdruck auf *E* überwiegt, so daß der Weg zur Düse abgesperrt wird. Bei steigender Belastung läßt die Drosselung nach, das heißt der Dampfdruck auf die Fläche *D* wird größer, so daß schließlich ein langsames Anheben des Ventiles stattfindet. Der aus *C* kommende Dampf strömt nunmehr in den Raum *F*, der mit bereits expandiertem Dampf niederer Spannung angefüllt ist. Dadurch findet in ersterem ebenfalls eine Druckerhöhung statt, so daß nunmehr der gesamte in *C* herrschende Druck auf eine Fläche von dem Durchmesser *H* einwirkt. Die durch diesen Vorgang herbeigeführte Vergrößerung der Druckkraft bewirkt ein rasches, vollständiges Anheben des Ventiles *A*, so daß dem Dampf in *C* der Weg zu der Zusatzdüse freigegeben wird. Der Pufferkolben *J* ist zur Dämpfung der Ventilbewegung vorgesehen.

Bei der beschriebenen Regulierung werden also sowohl die normal geöffneten als auch die Zusatzdüsen von einem gemeinsamen Ringkanal *C* gespeist. Es herscht also in allen das gleiche Druckgefälle, so daß alle Dampfstrahlen das Laufrad mit der gleichen Geschwindigkeit beaufschlagen, wodurch Dampfwirbelungen vermieden werden.

(Schluß folgt.)

III. Internationaler Kältekongreß in Washington-Chicago.

Einer Einladung der Regierung der Nordamerikanischen Union folgend, hatte die „Association internationale du froid" den III. Internationalen Kältekongreß in der Zeit vom 15. bis 24. September 1913 nach Amerika einberufen. Die offizielle Eröffnung des Kongresses fand in Washington statt, die Kongreßverhandlungen wurden in Chicago abgehalten.

In der der Kongreßeröffnung vorangehenden Woche besichtigten die fremden Kongreßteilnehmer die großen industriellen Betriebe und Kälteanlagen in New York. Wenn man auch im allgemeinen ruhig behaupten kann, daß in technischer Hinsicht die Anlagen in Amerika die europäischen und besonders deutschen Kühlanlagen nicht übertreffen, ja meist nicht erreichen, so imponieren sie doch meist durch ihre Größe. In Groß-New York allein haben die Kühlhäuser — die zum größten Teil mit Ammoniak-Absorptionskühlmaschinen ausgerüstet sind — einen Fassungsraum von rund 20 Millionen Kubikfuß. Die 65 Brauereien in dieser Stadt verfügen über etwa 150 Kühlmaschinen mit einer Kälteleistung von 16.000 *t* pro Tag. Der jährliche Eisbedarf New Yorks beläuft sich auf zirka 5 Millionen Tonnen, hievon ist etwa die Häflte Natureis, der Rest wird von Kältemaschinen erzeugt, die täglich 12.000 *t* Eis liefern. Der überwiegende Teil dieses Eises wird aus destilliertem Wasser erzeugt, und zwar in 300 Pfund großen Blöcken. In New York sind rund 1200 Kältemaschinen im Betrieb, deren Leistung pro Tag 60.000 *t* beträgt oder 194,400.000 Kal. pro Stunde. In den Kühlhäusern der Merchants Refrigerating Co., die unter anderem auch von den Kongreßteilnehmern besichtigt wurden, sind im letzten Jahre über 2·5 Millionen Kisten und Fässer mit Eiern, Geflügel, Fleisch, Butter usw. aufbewahrt worden, deren Wert sich auf etwa 700 Millionen Dollar beläuft.

Die Vorträge in den sechs Sektionen des Kongresses beschäftigten sich mit den technischen Problemen der Kälteindustrie, den verschiedenen Konstruktionen der Kühlanlagen, den Isolierungen, der Anwendung der Kälte in den verschiedenen Industrien, bei der Nahrungsmittelkonservierung sowie beim Transport leicht verderblicher Güter zu Wasser und zu Lande endlich mit den Fragen der Gesetzgebung.

Mit dem Kongreß war eine Ausstellung verbunden, in der die verschiedensten Konstruktionen von Kältemaschinen sowie verschiedene Typen von Kühlwaggons vorgeführt wurden und die die Anwendung der Kältetechnik in den verschiedensten Industrien zeigte. Um die Vorteile der Konservierung durch Kälte an Nahrungsmitteln dem Publikum vor Augen zu führen, hatte das Landwirtschaftsdepartement der Vereinigten Staaten eine Kühlhalle eingerichtet, in der Fleisch, Geflügel, Fische, Gemüse, Obst, Käse, kurz alle Lebensmitel gezeigt wurden, die bereits längere Zeit, zum Teil bis zu einem Jahre durch Kälte konserviert waren und nichts von ihrem guten Aussehen verloren. Den Kongreßteilnehmern war Gelegenheit geboten, sich auch davon zu überzeugen, daß die Güte der Produkte nicht gelitten hatte.

Während die Kühlhaltung im Haushalt in größerem Maßstabe heute noch nicht durchgeführt werden kann — in Amerika beginnt man zwar schon öfter Häuser zu bauen, die den Mietern nicht nur die Bequemlichkeit der Zentralheizung, sondern auch die Vorteile von Kühlräumen bieten, aber in der alten Welt sind wir noch nicht im Wohnhausbau bis zu diesem Komfort vorgedrungen — so ist sie auf dem Transport zu Wasser und zu Lande schon sehr weit durchgeführt. Allerdings ist gerade auf diesem Anwendungsgebiet der Kälte noch manches verbesserungsbedürftig, besonders bezüglich der Organisation des Transports. Im Anschluß an einen Vortrag über die Organisation der Kühltransporte wurde vom Kongreß der Wunsch ausgesprochen, daß der Kältedienst auf dem Transport der Waren vom eigentlichen Transportdienst getrennt sein und als alleinstehender Kostenpunkt behandelt werden sollte, also nicht in die regelmäßigen Transportkosten eingerechnet werde. Die Kosten für die Kühlhaltung während des Transportes sollen nicht auf Grund des Gewichtes des gelieferten Eises, sondern auf der Basis der Entfernungsstrecke oder von bestimmten Preisen zwischen angegebenen Zonen berechnet werden. Der Kongreß sprach ferner den Wunsch aus, die Regierungen mögen eine offizielle Kontrolle über den Seetransport gekühlter Nahrungsmittel einrichten, um die Preise für gekühltes Fleisch herabzusetzen; sie mögen ferner die Einrichtung von Kühllagerhäusern in den Export- und Importhäfen wie in den Verbrauchszentren fördern und Mittel und Wege für den Kühltransport zu Lande vermehren. Es möge die Frage des Seetransports auf dem nächsten internationalen Kältekongreß besonders erörtert werden, desgleichen die Beschlüsse des Wiener Kongresses über die Einheitlichkeit der Methoden für die Inspektion von kühlabgelagertem Fleisch.

In dem folgenden sollen einige Vorträge auszugsweise wiedergegeben werden, die sich mit der Anwendung der Kältetechnik in der Industrie befassen.

C. H. Stevens-Brooklyn: Kälteliefe rung und Kunsteisfabrikation von Zentralkraftstationen aus. Die Zentralkraftstationen haben in den letzten Jahren eine große Entwicklung durchgemacht und sich viele Industrien als Abnehmer gewonnen. Nur die Kälteindustrie wurde von den elektrischen Zentralkraftstationen vernachlässigt, vielleicht in Unterschätzung der Größe dieser Industrie. Erst seit verhältnismäßig kurzer Zeit haben die Elektrizitätswerke erkannt, daß die Eisfabriken und Kühlanlagen für die Krafterzeugungsstationen Abnehmer großer Mengen Stroms sein können. Daß die Kühlanlagen wünschenswerte Stromabnehmer für die elektrischen Zentralkraftstationen sind, ergibt sich schon aus folgender Überlegung. Sehr wichtig für alle Elektrizitätswerke ist die Frage des Belastungsfaktors, da hievon die Wirtschaftlichkeit des Betriebes sehr abhängt. Jede Anlage, die mit den Leitungen des Elektrizitätswerks verbunden ist und täglich während vieler Stunden bei einer stetigen Belastung arbeitet, ist ein Mittel, sich dem Ziele zu nähern. Da nun der Belastungsfaktor in Kühlanlagen und Eisfabriken durchschnittlich höher ist als in anderen Betrieben, wo Kraft verbraucht wird, so sind vom Standpunkt der Elektrizitätswerke diese Anlagen besonders wünschenswerte Stromabnehmer. Hiezu kommt, daß die Elektrizitätswerke wenigstens in Amerika damit rechnen, daß in nächster Zukunft die künstliche Kühlung — wenigstens bis zu einem gewissen Grade — in den meisten Gebäuden eingeführt werden wird, und daß ferner das natürliche Eis in den Städten durch das künstliche Eis vollständig verdrängt werden wird. Für den Betrieb dieser Anlagen wird eine große Kraftmenge nötig sein und es eröffnet sich hier ein fast unbegrenztes Feld für den elektrischen Strom. Nun sind die großen Zentralkraftanlagen in der Lage, den Kraftstrom billiger zu erzeugen, als dies der einzelne im kleinen tun kann. Wenn die Elektrizitätswerke sich dann entschließen, den Strom zu möglichst billigem Preis abzugeben, das heißt sich mit einem

Digitized by Google

kleineren Nutzen zu begnügen, dann dürfte es ihnen gelingen, die meisten Betriebe zu ihren Abnehmern zu machen.

Der Vortragende wendet sich nun der Frage der Berechnung des Stromes zu; die meisten Zentralkraftstationen legen ihren Berechnungen für die gelieferte elektrische Kraft ein System zugrunde, bei dem zwei Faktoren berücksichtigt werden. Es sind dies die sogenannten „primären" und „sekundären" Kosten. Unter den primären Kosten sind diejenigen zu verstehen, die auch entstehen, wenn kein Strom abgenommen wird. Die Berechnung der Primärkosten gründet sich auf die größte zu einer Zeit abnehmbare Elektrizitätsmenge des Betriebes, auf das sogenannte Bedarfsmaximum. Die sekundären Kosten, das sind die wirklichen Betriebskosten, werden berechnet aus dem Erzeugungspreis des elektrischen Stroms plus einem angemessenen Gewinn. Es ist klar, daß die Gestehungskosten des von der Zentrale erzeugten Stroms zum großen Teil abhängig sind von der benötigten Strommenge und es wird daher bei den sekundären Kosten gewöhnlich ein Rabatt zugestanden, proportional der verbrauchten Strommenge, das heißt je größer der Stromverbrauch ist, ein desto größerer Rabatt wird gewährt. Da bereits erwähnt wurde, daß der Belastungsfaktor der Kühlanlagen und Eisfabriken bedeutend höher ist als der durchschnittliche der übrigen Industrien, so ergibt sich daraus klar, daß Eisfabriken und Kühlanlagen den Strom zu einem niedrigeren Preis erhalten können als andere Betriebe.

Für Anlagen mittlerer und kleinerer Größen wird im allgemeinen der elektrische Motor als geeignete Antriebskraft betrachtet. Auf Grund zahlreicher Erhebungen konnte festgestellt werden, daß im allgemeinen der Kilowattstundenverbrauch pro Kubikfuß Lagerraum zunimmt, wenn das Volumen der Räume und die Größe der Anlage abnimmt. Für größere Eisanlagen dachte man bis vor kurzem überhaupt nicht an den elektrischen Strom als Antrieb. Es wurden bis vor zwei Jahren fast alle größeren Eisanlagen durch Dampfmaschinen betrieben, da man der Ansicht war, daß dies am wirtschaftlichsten sei. Der Grund für diese Ansicht war der, daß die meisten Anlagen das Eis aus destilliertem Wasser herstellen und den größen Teil des Destillats von dem Abdampf ihrer Maschinen erhielten. Daß jedoch auch größere Anlagen durchaus wirtschaftlich von einer elektrischen Zentralkraftanlage aus betrieben werden können beweist der Umstand, daß in Amerika eine Anzahl großer Eisfabriken ihre Kraft von Elektrizitätswerken beziehen. Der bestimmende Faktor für diesen Wechsel und Übergang zur elektrischen Kraft war die Einführung von Multiple-Verdampfern in Verbindung mit den Anlagen für die Wasserdestillation, die Einführung des Rohwassersystems für die Eisfabrikation und vor allem die Anpassung der Strompreise an die Verhältnisse der Eisfabriken. Die Verwendung der Hochdruckverdampfung in Verbindung mit den Anlagen für destilliertes Wasser war der bedeutendste Schritt und es werden mit diesen Apparaten sehr hohe Verdampfungen erzielt, zuweilen 50 *t* Destillat pro *t* Kohle bei achtfacher Verdampfung. Dadurch wurde es möglich, die Kompressoren und Pumpen elektrisch zu betreiben und das destillierte Wasser wirtschaftlich direkt aus den Verdampfern zu erzeugen. Durch Einführung des Rohwassersystems wurde das destillierte Wasser erst nebensächlich und beeinflußt die Kosten der Produktion nicht. Bezüglich der Berechnung der Stromkosten ist noch zu berücksichtigen, daß die meisten Elektrizitätswerke die maximalste Belastung ihrer Kraftstationen in den Monaten November bis Februar haben, die Eisfabriken jedoch die Hauptmenge Strom zu einer Zeit brauchen, wo die Zentralkraftanlagen nicht voll belastet sind, so daß sie den Strom zu einem verhältnismäßig niedrigen Satz erhalten können. Hiedurch war die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes der Eisanlagen gesichert. Hiezu kommen dann noch andere bemerkenswerte Vorteile, welche die elektrisch betriebenen Anlagen gegenüber den von anderen Kraftstellen versorgten besitzen. Der direkt von den Haupthochspannungsleitungen gelieferte Strom ist stets bereit, der Abnehmer hat also einen stetigen Betrieb gesichert. Durch den elektrischen Antrieb werden die Anlagekosten herabgesetzt, die Ersparnis beträgt bei den Anlagen mit destilliertem Wasser einige Prozent und steigt bis auf 70% bei den Rohwasseranlagen. Ferner ist Möglichkeit gegeben, die Anlage leicht zu vergrößern und besonders bei den Rohwasseranlagen bedarf es in der Regel keiner vermehrten Kessel- oder Verdampferkapazität. Die Wirtschaftlichkeit einer Eisfabrik hängt auch von der örtlichen Lage ab; je kleiner die Ablieferungskosten sind, desto wirtschaftlicher läßt sich der Betrieb gestalten; die mit Dampfmaschinen betriebenen Anlagen müssen sich aber danach richten, wo sie die Kohlen zu einem vorteilhaften Preis kaufen können, die elektrisch betriebenen Anlagen sind hievon unabhängig und es können also die Eisfabriken dann so angelegt werden, daß sie in der Gegend der größten Eisabnehmer liegen, wo also die Ablieferungsunkosten gering sind. Durch Dampf betriebene Anlagen brauchen mit ihrer großen Kesselhausausrüstung und ihren Kohlenlagerhöfen auch bedeutend mehr Raum als die von einer elektrischen Kraftstation aus mit der nötigen Antriebskraft versorgten Fabriken, und dies bedeutet eine weitere Ersparnis, da die Grundpreise bei einer Anlage einen wichtigen Faktor ausmachen. Das in elektrisch betriebenen Anlagen erzeugte Eis ist auch stets frei von Öl, welches sich häufig vorfindet, wenn zur Destillation des Wassers der Abdampf benutzt wird.

Die Verbindung der elektrischen Motoren mit den großen Kompressoren ist vom mechanischen Standpunkt aus sehr einfach, sie können durch Ketten-, Seil- oder Riemengetriebe verbunden werden. Die meisten Motoren werden mit Wechselstrom betrieben und ihre Lebensdauer ist sehr groß. Man hat auch mit Erfolg Motoren von variabler Geschwindigkeit verwendet, wenn der Kompressor dies erforderte, aber Beobachtungen aus der Praxis haben ergeben, daß die größte Wirksamkeit auch bei verschiedener Belastung erzielt wird durch Anwendung von Motoren mit konstanter Geschwindigkeit und diese haben sich nun mit Erfolg eingeführt. Zum Antrieb der Hilfsapparate haben sich die Motoren geradezu als ideal erwiesen, da sie ruhig laufen und sie sich den verschiedenen Verhältnissen sehr leicht anpassen können. An Hand zahlreicher Tabellen wird nun eine Übersicht gegeben über den Kilowattstundenverbrauch verschiedener Anlagen und über die Größe der Motoren, die zum Antrieb der Kompressoren und Hilfsapparate der verschiedensten Konstruktionen und Größen verwendet werden.

Charles J. Carlsen-Chicago: Über Zentralkühlanlagen. Lange Zeit wurde für den Antrieb von Kühlanlagen die Dampfmaschine an erster Stelle benutzt. Die Entwicklung des Elektromotors und Zentralisierung der Betriebe führten dann zur Verwendung der Elektrizität als Angriffskraft für Kühlmaschinen. Bis zum Jahre 1909 wurden von Zentralstationen aus hauptsächlich nur kleinere Kühlanlagen bedient, erst im Jahre 1909 wurde der erste Versuch gemacht, von einer Zentralstation aus größere Anlagen zu bedienen; so hat die Cataract and Conduit Co. in Buffalo mit zwei Eisfabriken einen Kontrakt abgeschlossen und versorgt diese beiden Anlagen, die täglich 230 *t* Eis erzeugen, mit Kraft. Von diesem Zeitpunkt an hat die Zahl der an Zentralstationen angeschlossenen Kühlmaschinen überaus rasch zugenommen. Selbst Betriebe, welche reichlich Abdampf zur Verfügung haben, wie zum Beispiel Brauereien, haben sich an Zentralanlagen angeschlossen, es zeigt dies, daß die zentralisierten Kühlbetriebe noch wirtschaftlicher sind als die mit Abdampf betriebenen Kühlmaschinen. Selbst die Absorptionsmaschine ist an Zentralstationen angeschlossen worden und es ergab sich auch hier eine jährliche Ersparnis der Betriebskosten. Es dürfte sich stets empfehlen, vor dem Bau einer Kühlanlage sich mit einem Elektrizitätswerk in Verbindung zu setzen, fast immer wird es sich zeigen, daß die Lieferung der Antriebskraft von einer Zentralstation am wirtschaftlichsten ist.

In seinem Vortrage über die flüssige Luft und deren Verwendung besprach Prof. Georges Claude-Paris auch die Verwendung des Neon in der Beleuchtungstechnik*). Der Vortragende bespricht zunächst, auf welche Weise man die Luft verflüssigen kann, erörtert dann die Trennung der flüssigen Luft in Sauerstoff und Sticksoff, um sodann die Verwendung dieser beiden Elemente in den verschiedenen Industrien zu erörtern. Bei dem Luftverflüssigungsverfahren nach Claude gelingt es auch, die seltenen Gase Neon und Helium in größeren Mengen zu erhalten. Man hat merkwürdigerweise die fünf Gase Helium, Neon, Argon, Krypton und Xenon, welche der Wind zu Tausenden von Kubikmetern durch unsere Straßen fegt, mit dem Namen „seltene Gase" benannt. Xenon ist fast das dichteste aller Gase, es ist 45 mal dichter als Luft; Krypton, welches in der Luft nur in sehr geringen Mengen, 1 Teil auf 20 Millionen Teile, enthalten ist, glänzt in der Aurora borealis, welche die höchsten Regionen der Polaratmosphäre beleuchtet. Das Argon spielt in dem Verflüssigungsapparat von Claude manch böse Streiche, über die es noch nicht gelungen ist, Meister zu werden. Helium ist das widerstandsfähigste aller Gase gegen die Verflüssigung und dem Helium verdankt Kammerlingh-Onnes die Annäherung bis nahe an den absoluten Nullpunkt. Vielleicht das interessanteste der fünf seltenen Gase ist das Neon. Von diesem Neon finden wir in der Luft nur wenig, es ist in ihr im Verhältnis 1 : 66.000 vorhanden. Als Ramsey durch eine sehr feine Methode das Vorhandensein des Gases nachweisen konnte, hatte er keine Idee davon, daß es in späterer Zeit ein industrielles Produkt werden würde. Dieses Neon zeigt auch die dem Helium eigene Eigenschaft, daß es sehr schwer zu verflüssigen ist. Bei der allmählichen und methodischen Verflüssigung der Luft nach dem Claude-Verfahren bleibt der

*) Vergl. E. u. M. 1912, S. 104 und 1911, S. 802.

Digitized by Google

Prozeß nicht auf die Kondensation von Sauerstoff und Stickstoff beschränkt, sondern führt zu gasförmigen Rückständen, die sehr schwierig zu verflüssigen sind und 50% Neon und Helium enthalten. Bei dem Verflüssigungsapparat wird, wenn er einmal reguliert ist, die Neonmischung fortwährend abgeführt, ohne daß man sich darum zu kümmern braucht und ohne daß die Produktion von Sauerstoff darunter in irgendeiner Weise leidet. Es ist das Neon ein wirkliches Nebenprodukt und man kann wohl sagen, ein industrielles Nebenprodukt, da es bei einem Apparat von 50 cm^3 Sauerstoff stündlicher Leistung in Mengen von 100 *l* pro Tag oder 30.000 *l* pro Jahr geliefert wird. Es bedeutet dies für ein „seltenes" Gas eine ganz bedeutende Menge und ist gegenüber den berühmten 15 cm^3, welche Ramsay erhielt, ein bedeutender Fortschritt. Es kann das so erhaltene Neon in Flaschen aufbewahrt werden und man kann damit auch Ballons füllen, die, da die Dichtigkeit des Neon nur zwei Drittel der Dichtigkeit der Luft beträgt, fliegen.

Seitdem es mit dem Claudeschen Apparat möglich war, Neon regelmäßig zu erhalten, sind von Claude eingehende Untersuchungen über dieses Gas angestellt worden und wurden hiebei viele merkwürdige Eigenschaften dieses Gases entdeckt. Am wichtigsten ist die Tatsache, daß das Neongas mit großer Leichtigkeit elektrische Entladungen durchläßt, wo für den Durchgang durch Luft 1000 *V* erforderlich sind, genügen beim Neon 13 *V*. Das gab Claude den Gedanken ein, mit Hilfe des Neon leuchtende Röhren zu konstruieren, ähnlich denen, welche Moore nach langer und lobenswerter Ausdauer für die Praxis verwendbar gemacht hat und bei welchen das leuchtende Gas Stickstoff ist. Die Produktion von Lumineszenz, von kaltem Licht, ist eines der interessantesten Probleme, die sich gegenwärtig der Beleuchtungsindustrie darbieten. Unsere Augen verlangen oft ein Licht ohne Schatten und ohne Ermüdung, wie es durch die sanfte Ausstrahlung, die die verdünnte Atmosphäre der Geißlerschen Röhre besitzt, geboten wird. Leider haben aber die Gase, mit welchen bisher experimentiert wurde, nur in sehr geringem Maße den auf sie gesetzten Hoffnungen entsprochen. Das Neon hingegen besitzt trotz seiner nicht zu verleugnenden Fehler gegenüber anderen Gasen unanfechtbare Vorzüge. Im Vergleich zu den Mooreschen Stickstoffröhren besitzen die Neonröhren den Vorzug, daß die Potentialdifferenz, deren sie bedürfen, dreimal geringer ist, was vom Standpunkt der Sicherheit aus ein großer Vorteil ist. Ferner ist die Lichtstärke viel größer, 200 Meter-Kerzen gegen 50; man kann daher für eine bestimmte Beleuchtung viel kürzere und folglich auch billigere Röhren benutzen. Schließlich und vor allem ist die Ausbeute unvergleichlich besser. Von 1·7 *Wh* im Falle des Stickstoffs gehen wir herunter auf 0·6 *Wh* beim Neon. Es ist dies um so interessanter als nach Broca und Laporte dieses Licht vom physikalischen Standpunkt aus ausgezeichnet ist und daß gleichzeitig die Scharfsichtigkeit um 25% vermehrt wird. Es ist das Neonlicht daher sehr ökonomisch und viel vorteilhafter als das von gewöhnlichen Glühlampen oder gewöhnlichen Bogenlampen gelieferte.

Das Licht des Neon ist etwas rot, es kommt dies daher, weil das Blau absolut fehlt. Ohne Zweifel würde diese Eigenart das Licht befähigen, bei Illuminationen bemerkenswerte Effekte hervorzubringen. Es ist das Neonlicht auch schon mit Erfolg für die Lichtreklame verwendet werden. Aber man kann nicht leugnen, daß dieses intensive Rot den Gebrauch des Neonlichtes zu Beleuchtungszwecken in den meisten Fällen kaum gestattet. Es ist aber dem Vortragenden gelungen, diesem Übelstande des Neonlichtes abzuhelfen. Wenn das Licht des Neon kein Blau enthält, so enthält das Licht der Quecksilberdampfröhren dessen zuviel und es wurden daher das blaugraue Quecksilber- und das leuchtend rote Neonlicht assoziiert. Es sind zu diesem Zwecke Korrektionsröhren angefertigt worden, welche ein wenig Quecksilber enthalten. Dieses verflüchtigt sich unter der Einwirkung des elektrischen Stromes und sein blaues Licht durchdringt die Neonröhre.

Edmund Altenkirch in Berlin: Mehrstufige Absorptionsmaschinen und ihre Verwendung zur Heizung. Ein wesentliches Merkmal der Maschinen nach dem System des Vortragenden und seines Mitarbeiters Bernhard Tenckhoff besteht darin, daß sich durch Rückführung der reichen Lösung im Gegenstrom durch den Absorber und durch Rückführung der armen Lösung im Gegenstrom durch den Austreiber die Temperaturdifferenzen in einer solchen Maschine fast beliebig verringern lassen. Infolgedessen kann der Temperaturwechsler entfallen. Durch Übergreifen der Temperaturen bei stärkerer Entgasung kann sogar mehr Kälte geleistet werden, als dem Austreiber Wärme zugeführt wird.

Mit seiner mehrstufigen Absorptionsmaschine ist es dem Vortragenden gelungen, ebensoviel Kälte für die zugeführte Dampfmenge zu leisten wie mit einer guten Kompressionsmaschine. Dabei wird der den Verdampfer verlassende Dampf zunächst in eine Resorptionsmaschine geleitet, wodurch er zweimal Kälte leistet. Die beiden Stufen einer solchen Maschine geben vorteilhaft Kälte von verschiedenen Temperaturen ab.

Bernhard Tenckhoff, Berlin-Friedenau: Die Kältemaschine als Heizmaschine (reversible Heizung). Das von Tenckhoff und seinem Mitarbeiter E. Altenkirch ausgearbeitete System besteht in kurzem darin, daß zum Beispiel bei einer durch eine Wärmekraftmaschine angetriebenen Kompressionsmaschine gleichzeitig die im Kondensator der Kompressionsmaschine erzeugte Wärme wie auch die Abwärme der Wärmekraftmaschine zur Erwärmung der in den zu heizenden Räumen zirkulierenden Heizflüssigkeit verwendet wird. Dasselbe wie für die Wärmekraftkompressionsmaschine gilt auch für die Absorptionsmaschine; die im Kondensator und Absorber erzeugte Wärme wird in der oben gesagten Weise verwendet. Derartige Anlagen haben den Vorteil, den verschiedensten Betriebsbedingungen angepaßt werden zu können. Sind hochwertige Dampfmaschinen mit hochgespanntem Dampf vorhanden, so wird man Kompressionsmaschinen verwenden, während bei Abdampfmaschinen geringer Qualität Absorptionsmaschinen die bessere Anordnung ergeben werden.

Als wichtiger Punkt ist noch die Unabhängigkeit der Anlagen von der Forderung, wirklich nutzbare Kälte- oder Eiserzeugungsanlagen vorzusehen, zu betrachten. Wo überhaupt nur Kälte erzeugt wird, muß die Anlage wirtschaftlich sein, denn jede erzeugte Kälte ist unter allen Umständen ein Wärmegewinn. Eine gute Kältemaschine setzt praktisch ungefähr den achtfachen Betrag der ihr zugeführten Arbeit in Wärme um. Auf diese Weise ist es möglich, 50% an Heizungskosten zu sparen. Bei den vorangegangenen Betrachtungen hat man sich jedoch unter diesen Anlagen Zentralheizungsanlagen mit Warmwasserumlauf zu denken.

Die reversible Heizung, das heißt die Heizung mit Verwertung der von einer Kältemaschine stammenden Abwärme, ist ganz allein wirtschaftlicher als die Warmwasserheizung mit Gliederheizkesseln der gewöhnlichen Art. Gar nicht in Betracht gezogen sind hiebei die Vorteile, die diese Anlage als Eiserzeugungsanlage bietet oder falls eine solche aus bestimmten Gründen nicht möglich ist, die Verwendung der doch bereits vorhandenen Anlage zur Luftkühlung im Sommer oder Kühlung von Kühlräumen im Winter und Sommer. Außer den Betriebskosten sind keine Aufwendungen zu machen, da die Kältemaschine ja schon durch die Kohleersparnis amortisiert ist. Die Wirtschaftlichkeit verschiebt sich noch bedeutend zugunsten der reversiblen Heizung, wenn der Wärmebedarf noch größer ist, oder in Gegenden, wo die Kohle durch weiten Transport oder aus anderen Gründen noch teurer ist.

Kleine Anlagen werden wegen der Anschaffungskosten einer Kältemaschine, deren kleinere Typen naturgemäß im Verhältnis zu größeren teurer sind, nicht mehr rentabel sein. Bei großen Anlagen, wie sie in den Vereinigten Staaten wohl häufiger zu finden sind als in Europa, und besonders bei solchen, wo Licht- und Kraftanlagen und damit Abdampf oder Betriebsdampf vorhanden sind, steht die Rentabilität nahezu außer Frage.

Die reversible Heizung ist nun keineswegs auf die Anwendung der durch eine Dampfmaschine angetriebenen Kompressionsmaschine beschränkt.

Die Absorptionsmaschine ist anscheinend die am besten geeignete Maschine, teils wegen ihrer einfachen Betriebsverhältnisse, teils weil sie durch Abdampf betrieben werden kann. Es treten Fälle auf, wo sie wirtschaftlicher arbeitet als die Kompressionsmaschine. Diese Tatsache ist die Veranlassung gewesen, die Absorptionsmaschine auf ihren Wert zu untersuchen und zu versuchen, die Nachteile dieser Maschinen durch richtige Berechnung und Konstruktion zu vermeiden. Der Verfasser hat mit seinem Mitarbeiter E. Altenkirch eine exakte und ökonomische Berechnung der Konstruktionselemente der Maschine vorgenommen, die auf Messungen von Hilde Mollier und Rechnungen von Rudolf Plank beruhen und hienach die Absorptionsmaschine konstruktiv durchgebildet und berechnet, so daß diese Maschine theoretisch die Wirtschaftlichkeit der Kompressionsmaschine erreicht. Alle Vorteile, die für die Kälteerzeugung ins Gewicht fallen, kommen auch der reversiblen Heizung zu Gute. Ist genügend Abdampf vorhanden, so ist die Absorptionsmaschine die gegebene Maschine, da sie ohne weiteres angegliedert werden kann. Die sonst vielleicht unausgenutzte Abwärme wird durch die reversible Heizung, durch den mit ihr verbundenen Wärmegewinn und die verwendbare Kälte, zu einem Mittel, größere Betriebe wirtschaftlich zu gestalten.

Es sei noch auf zwei Anlagen hingewiesen, die in ihrer Art gut mit der reversiblen Heizung hätten ausgerüstet werden können. Es sind dies die Luftkühlanlagen der Hannover National

Digitized by Google

Bank und die New Yorker Stock Exchange. Bei der ersteren ist eine Absorptionsmaschine von 180.000 bis 220.000 WE/Std. eingebaut. Hier hätte sich leicht die reversible Heizung anordnen lassen, so daß diese Absorptionsmaschine, da sie als Heizmaschine im Winter wirkend, bereits amortisiert und verzinst wäre, während sie im Sommer nur die Betriebskosten erfordert. Wie Vortragender annimmt, ist es nur die Frage der Kosten, die den Amerikaner abhält, mehr derartige Anlagen auszuführen. Wenn in diesem Falle vielleicht auch nicht das ganze Gebäude seiner Höhe wegen reversibel geheizt worden wäre, so hätte sich durch Teilbeheizung durch Warmwasserheizung wenigstens erreichen lassen, daß sich auch ein größerer Teil dieses Hauses im Sommer hätte kühlen lassen, als es jetzt der Fall ist. Ähnlich liegt die Frage der Wirtschaftlichkeit bei der New Yorker Stock Exchange, deren Absorptionsmaschinen 1,350.000 WE/St. zehn Monate im Jahr allein zum Zwecke der Luftkühlung im Betriebe sind.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Hydroelektrische Anlagen am Tennesseeflusse. Das für eine Leistung von 42.000 *kW* in Hales Bar, 50 *km* unterhalb Chattanooga errichtete Kraftwerk erforderte die Anlage eines Staudammes von 360 *m* Länge und einer Schleuse von 18 *m* Breite, 92 *m* Länge mit einem Aufwand von 45 Millionen Kronen. Da die Wassermenge zwischen 200 und 26.000 m^3 pro Sekunde schwankt, war die Anlage des Dammes mit großen Schwierigkeiten verbunden; das verfügbare Gefälle beträgt 12 *m* bei Niederwasser und 6 *m* bei Hochwasser. Es wurden demgemäß je drei Turbinen an einer vertikalen Welle angeordnet, von denen die beiden unteren bei Niederwasser im Betriebe stehen; im ganzen sind derzeit zehn Einheiten zu 3000 *kW* installiert. Die Turbinen laufen mit 112 U. p. M. und sind mit Lombard-Regulatoren ausgerüstet. Die Generatoren erzeugen Drehstrom von 6600 *V*, 60 ∼; zwei davon sind mit je einer 100 *kW*-Erregermaschine gekuppelt, während für die übrigen Generatoren vier Umformergruppen bei 720 U. p. M. vorgesehen sind, welche aus einem 375 *PS*-Induktionsmotor und 250 *kW*, 250 *V*-Gleichstromgenerator bestehen; der Strom für diese Umformer wird von sechs Transformatoren zu 300 *kW* geliefert, welche auch den für die Beleuchtung und Hilfsmotoren in der Zentrale erforderlichen, niedergespannten Strom abgeben. Für die Erregung, Beleuchtung und Hilfsmotoren die Feldregulierung, Generatoren- und Hochspannungsschienen sind getrennte Schalttafeln vorgesehen. Die Hochspannungsanlage befindet sich in einem separaten Gebäude und enthält derzeit 5 (nach Ausbau 15) Transformatoren zu 3000 *kW* mit Wasserkühlung für 25.400 bezw. 45.000 *V*, motorbetriebene Ölschalter und die Blitzschutzvorrichtungen; letztere bestehen aus drei Gruppen von Walzenblitzableitern mit Vielfachfunkenstrecken samt Drosselspulen und drei Gruppen von Elektrolytableitern mit Hörnerfunkenstrecken. Die Übertragungsleitung ist an Stahlmasten und vierteiligen Hängeisolatoren montiert und mit einem geerdeten Blitzschutzseil versehen. Die Mastenhöhe schwankt zwischen 10 und 50 *m*, die Spannweite zwischen 60 und 450 *m*, letztere bei der Flußübersetzung. In der Hauptunterstation in Chattanooga, welche eine ähnliche Einrichtung wie das Schaltgebäude besitzt, wird die Spannung auf 4000 bezw. 2300 *V* transformiert. (El. World, 15. 11. 1913.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Die Verwendung von Kesseln in Elektrizitätswerken. L. Steinmüller, Gummersbach verweist von den großen Fortschritten die im Dampfkesselbau in den letzten 20 Jahren erzielt wurden, ausgehend auf die Bestrebungen zur Vereinfachung der Konstruktion, durch Einführung des Steilrohrkessels und entwickelt unter besonderer Berücksichtigung des Forcierungsproblems die wichtigsten Gesichtspunkte zur Frage, welche konstruktiven Maßnahmen notwendig sind, um bedeutende Leistungssteigerungen erreichen und so verwerten zu können, daß den Forderungen des praktischen Betriebes nach jeder Richtung hin entsprochen wird. Die der Feuerung zunächst liegende, sogenannte direkte Heizfläche, das heißt die vom Rost aus bestrahlte Heizfläche, hat einen unverhältnismäßig großen Anteil an der Dampfproduktion und erzeugt nach neueren Feststellungen bei Steinkohlenfeuerung zirka 175 *kg* Dampf pro 1 m^2. Je günstiger die direkte Heizfläche in bezug auf den Rost liegt, um so mehr Wärme wird durch Strahlung übertragen und um so stärker ist auch die Kühlung des Rostes. Bei Steilrohrkesseln ist es nicht möglich, die direkte Heizfläche groß zu machen, ohne daß der untere Teil der Rohre des ersten Zuges dem Gasstrom entzogen wird. Die Verhältnisse gestalten sich bezüglich der direkten Heizfläche am günstigsten, wenn Schrägrohre über der Feuerung angeordnet werden. Die Vorteile einer organischen Verbindung von Feuerung und Heizfläche sind um so größer, je hochwertiger der zur Verwendung gelangende Brennstoff ist.

Die Vergrößerung der direkten Heizfläche ist wegen ihrer hohen spezifischen Leistung eines der wirksamsten Mittel zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Dampferzeuger; diese darf aber nicht auf Kosten der Betriebssicherheit erfolgen und die Forderung der Betriebssicherheit muß unterstrichen werden, wenn eine Erhöhung der Gesamtleistung durch Vergrößerung der Heizflächen erzielt werden soll, die sowieso schon sehr hoch beansprucht sind.

Im Hinblicke auf diese Sicherheit des Betriebes bezw. auf die Haltbarkeit der höchst beanspruchten direkten Heizfläche ist es notwendig, die letztere unter die günstigsten Bedingungen in bezug auf innere Kühlung der Rohre zu stellen. Um die Zirkulationswiderstände möglichst herabzusetzen, müssen die Rohre kurz sein und darf bei Schrägrohrelementen nicht eine beliebig große Anzahl von Rohrreihen übereinander angeordnet werden. Behinderungen des Wasserumlaufes, die durch Querschnittsverengungen und andere Widerstände entstehen, ferner Wärmestauungen infolge innere Ablagerungen müssen unbedingt vermieden werden. Diese Forderungen werden bei modernen Hochleistungskesseln vielfach nicht genügend beachtet. Sie führen sowohl bei schräger als auch steiler Anordnung der Rohre mit Notwendigkeit auf das Prinzip der Unterteilung der Heizfläche in ein Element mit gesondertem Wasserumlauf, das geeignet ist, die höchsten Beanspruchungen aufzunehmen und in ein wärmeausnutzendes Element, in welches gespeist wird und in welchem die Gase so weit in ihrer Temperatur herunter gedrückt werden, daß sie dem Ekonomiser zugeführt werden können.

Diese Unterteilung ermöglicht in erster Linie eine Erweiterung des Leistungsbereichs, wie sie insbesondere für Betriebe mit stark schwankendem Dampfverbrauch wichtig ist, sie erhöht aber auch die Betriebssicherheit, weil sich die sehr verschieden stark beanspruchten Heizflächenelemente unabhängig voneinander auszudehnen vermögen. Diese Unterteilung der Heizfläche in einen Dampf produzierenden und einen Wärme ausnutzenden Teil ist aber bei Hochleistungskesseln, insbesondere Steilrohrkesseln auch geboten aus Gründen der Sicherung der Zwangläufigkeit der Zirkulation und Geringhaltung des Dampffeuchtigkeitsgehaltes, der Vereinfachung der Verschlüsse unter Beibehaltung einer guten Zugänglichkeit und endlich der größeren Unempfindlichkeit gegenüber der Beschaffenheit des Speisewassers.

Da die Zugverluste progressiv wachsen, ist die Zugführung möglichst einfach zu halten. Die Unterteilung des Gasstromes in mehrere Züge ist ein wirksames Mittel zur Geringhaltung der Zugverluste.

In bezug auf das Mauerwerk, dem ein erheblicher Einfluß auf Wirtschaftlichkeit und Arbeitsweise der Dampferzeuger beigemessen werden muß, ist der Steilrohrkessel im Nachteil gegenüber dem Schrägrohrkessel. Insbesondere kann die Rückstrahlung des Mauerwerkes bei Verfeuerung hochwertigen Brennmaterials und bei Anhäufung großer Mauerwerksmassen im ersten Zuge, wie sie dem Steilrohrkessel eigentümlich ist, so stark werden, daß der Kessel erheblich an Elastizität in bezug auf die Aufnahme starker Leistungsschwankungen verliert. Von der Rückstrahlung herrührende Stauhitze ist vielfach die Ursache für die Zerstörung des Überhitzers, der hauptsächlich von wasserberührten Heizflächen umgeben sein soll.

Wenn die Überhitzerregulierung außerhalb des Überhitzerraumes durch Entziehung der zuviel aufgenommenen Wärme geschieht, so bedarf es zur Regulierung nur der Betätigung eines Ventiles. Gußeiserne Klappen und Schieber werden vermieden, ebenso Gasumführungskanäle; die Kesselkonstruktion wird einfacher und gedrängter, der Überhitzer wird geschont. Der Dampfverbrauch läßt sich verringern, da die Überhitzerheizfläche so groß gehalten werden kann, daß die normale Überhitzung schon bei schwachen Kesselbelastungen erreicht wird. Die Temperatur des überhitzten Dampfes kann vermittels einer einfachen Vorrichtung, bei welcher bewegliche Teile vermieden sind, automatisch konstant gehalten werden.

Der Verfasser beschreibt zwei auf Grund der besprochenen Ideen von der Firma Steinmüller gebaute Kesseltypen eines Schrägsteilrohrkessels, sowie eines Steilrohrkessels und resumiert zum Schlusse wie folgt: Bei Bestimmung der Kesselart muß sowohl auf die Betriebsverhältnisse als auch auf die Beschaffenheit des Brennmaterials Rücksicht genommen werden. Bei Verfeuerung hochwertiger Brennstoffe und schwankender Dampfentnahme sind Schrägrohrkessel vorzuziehen. Für Elektrizitätswerke kommen daher Steilrohrkessel im allgemeinen weniger in Betracht. Bedeutende Leistungssteigerungen lassen sich nur bei

Digitized by Google

schärferer Differenzierung der vorhandenen Mittel erreichen und vorbehaltlos im praktischen Betriebe verwenden.

Von etwas anderen Gesichtspunkten behandelte J. W. Jackson dasselbe Thema in einem Vortrage in der Institution of Electrical Engineers in Newcastle. Der Vortragende verteidigt zwar die Steilrohrkessel, macht aber auf einige Schwierigkeiten beim Einbau und bei der Verbindung einer größeren Anzahl von Röhren mit den Kesseltrommeln aufmerksam. Bezüglich der Überhitzer schlägt er die Wahl einer geringeren Oberfläche vor, hält aber die Verlegung der Überhitzer in eine höhere Temperaturzone der Verbrennungsgase als dies bisher der Fall ist, für zweckmäßig. Dies hat allerdings wieder gewisse Nachteile im Gefolge, für den Betrieb und für die Lebensdauer des betreffenden Überhitzers, was jedoch mit den Vorteilen der rascheren und höheren Dampfüberhitzung sorgfältig abgewogen werden muß. Um eine vollkommene Verbrennung zu erzielen und eine Abkühlung der Feuergase vor Vollendung ihrer Verbrennung bewirken zu können, werden die Verbrennungsräume im Gegensatze zu früher tunlichst groß gemacht und mit feuerfesten Steinen ausgekleidet, um die Wärmeenergie möglichst anzusammeln und auch in Form von strahlender Wärme auf die Rohre wirken zu lassen. Hiedurch wird auch bei minderwertigem Brennmaterial eine tunlichst rauchfreie Verbrennung erzielt, insbesondere dann, wenn künstlicher Zug verwendet wird, der gut geregelt werden kann. Der Ascheabführung, Speisewasserreinigung, Rohrreinigung usw. ist während dem Betriebe stete Aufmerksamkeit zu schenken.
(Z. f. Dampfkessel und Maschinenbetrieb vom 21. u. 28. 11. 1913 und The Electrical Review. 14. 11. 1913.)

Moderne Kesselspeisevorrichtungen. L. Béraud erörtert die Vor- und Nachteile der bekanntesten heute üblichen Typen von Kesselspeisevorrichtungen.

Bei Verwendung von Kesselspeisepumpen kann der Antrieb mittels Riemen, Elektromotor oder direkt durch Dampf erfolgen. Der Verfasser weist an der Hand eines konkreten Beispieles rechnungsmäßig nach, daß die Mehrzahl der üblichen Dampfpumpensysteme nicht wirtschaftlich arbeitet und daß nur dann der direkte Antrieb der Kesselspeisepumpe mittels Dampfmotors rationell sich gestaltet, wenn der Dampfverbrauch des letzteren nicht mehr als 7 bis 8 kl pro PS_i/Std. beträgt. Andererseits gewährt der direkte Dampfantrieb der Kesselspeisepumpe den Vorteil der vollkommenen Unabhängigkeit derselben von der übrigen Anlage, welcher Vorteil bei Betriebsstörungen der letzteren sehr in die Wagschale fällt. Injektoren sollen wegen ihrer nicht immer absoluten Verläßlichkeit nur als Aushilfsvorrichtungen bei der Kesselspeisung verwendet werden. Der Verfasser bespricht einige bewährten Typen von Kesselspeisepumpen mit direktem und indirektem Antrieb, der Firma Balcke & Co. A. G. Sämtliche Typen disser Firma sind als mäßig schnellgehende Kolbenpumpen auf Grund langjähriger Erfahrungen ausgebildet und kommen allen gesetzlichen Anforderungen vollkommen nach. Auch die Überwindung der bei den modernen Hochleistungskesseln üblichen Dampfspannungen von 18 bis 20 Atm. macht den Pumpen dieser Bauart keinerlei Schwierigkeiten.

Am meisten wird die stehende Triplexkolbenpumpe, Bauart Balcke, verwendet, welche sowohl für direkten Dampfantrieb. als auch für Riemenantrieb ausgeführt wird. Durch die Anordnung von drei Pumpenzylindern nebeneinander wird eine stetige Wasserförderung erzielt und die bei Duplexpumpen so häufig vorkommenden Schläge oder Stöße vermieden. Sämtliche Stopfbüchsen sind nach außen gekehrt und gestatten eine leichte Zugänglichkeit im Betriebe. Bei elektrischem Antriebe wird ein Riemenvorgelege bezw. ein auf der Pumpwelle sitzender Riementrieb dazwischen geschaltet. Bei Dampfantrieb ist die sorgtältig gearbeitete und mit Kolbenschieber gesteuerte stehende Dampfmaschine außen am Pumpenständer angeordnet. Für größere Leistungen werden sehr wirtschaftlich arbeitende horizontale Verbunddampfmaschine mit einem Dampfvverbrauch von ungefähr 7 kg pro PS Std. verwendet. Eine andere Bauart der Pumpen mit drei horizontalen Plungerkolben und Transmissions- oder direkten Dampfantrieb ist für große Leistungen (bis zu 80 m^3 pro Stunde) und hohe Betriebsspannungen (16 bis 18 Atm.) bestimmt. Für kleinere Leistungen werden ähnliche Plungerpumpen jedoch in Duplexanordnung mit Differential-Plungerkolben gebaut, wodurch die Anzahl der verwendeten Ventile sich auf zwei reduziert.

Die Zentrifugalpumpen können mit den Kolbenpumpen zur Kesselspeisung nur dann in Konkurrenz treten, wenn $\frac{Q}{h} \gtrless 2$ ist, wobei Q die pro Stnnde geförderte Wassermenge in m^3 und h den Betriebsdruck in Atmosphären bedeutet. Überdies sind die Zentrifugalpumpen, die einen Wirkungsgrad von 60 höchstens 64% ergeben, den Plungerpumpen gegenüber, die einen Wirkungsgrad von 74 bis 76% haben, an Wirtschaftlichkeit stark nachstehend. Ein Vorteil der Zentrifugalpumpen ist die Stetigkeit der Förderung und die leichte Regelbarkeit der Fördermenge durch Veränderung der Umdrehungszahl.

Ein Nachteil dieser Pumpen ist ihre hohe Umdrehungszahl, die zu deren Antrieb die Verwendung eines Elektromotors oder einer kleinen Dampfturbine erforderlich macht. Für hohe Drücke (12 bis 22 Atm.) verwendet man Schleuderradpumpen mit mehreren Druckstufen, welche vorteilhaft mit einer kleinen Dampfturbine direkt angetrieben werden. Hiezu ist die Elektraturbine ganz vorzüglich geeignet, die in allen Größen gebaut wird, 2500 bis 3500 minutliche Umdrehungen macht und selbst bei kleinen Typen noch immer einen wirtschaftlichen Dampfverbrauch hat. Eine mit einer derartigen Pumpe direkt gekuppelte Elektradampfturbine von 50 PS konsumiert beispielsweise pro Stunde und PS_e 20 kl Dampf bei 2400 minutlichen Umdrehungen und liefert die Schleuderpumpe hiebei 70 m^3 Wasser pro Stunde bei einem Betriebsdrucke von 13·5 Atm.
(Revue industrielle, 18. 10. 1913.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Turbopumpen für Wasserwerke B. Rosenfeld. Die Charlottenburger Wasserwerks-Aktiengesellschaft hat in ihren Förderwerken zu Beelitzhof Dampfturbopumpen aufgestellt, das sind mit Zentrifugalpumpen direkt zusammengebaute Dampfturbinen, die die Vorzüge geringer Anschaffungspreise, kleinen Raumbedarfs und Ölverbrauchs, leichter Wartung und großer Betriebssicherheit aufweisen. Das Förderwerk II besitzt drei 1000pferdige Aggregate und, das Förderwerk I erhielt vor kurzem ein Aggregat von 40 m^3 Minutenleistung für 60 bis 105 m manometrische Förderhöhe. Dieses Aggregat stellt ein neues Modell dar, bei dem die Hauptturbine die ganze erforderliche Arbeit übernimmt. Die Pumpe saugt die gesamte Wassermenge durch den Kondensator, der ausgiebig gekühlt wird, wogegen die Erwärmung des Wassers und der für das Durchsaugen des letzteren durch den Kondensator erforderliche Kraftaufwand nicht von Bedeutung ist.

Hauptpumpe und Schleuderluftpumpe sind direkt mit der Dampfturbine gekuppelt. Die Kondensatpumpe wird durch ein Schneckenvorgelege von der Hauptwelle aus betrieben. In den beiden zwischen Dampfturbine und Hauptpumpe sowie zwischen dieser und der Schleuderluftpumpe befindlichen Doppellagern ist die Betriebswelle unterteilt und gekuppelt. Das ganze Aggregat ruht auf einer gemeinsamen Grundplatte. Das Wasser tritt in dem unterhalb der letzteren angeordneten Kondensator seitlich am vorderen Ende ein und verläßt diesen — ihn seiner ganzen Länge nach durchströmend — durch eine unmittelbar unter dem Saugstutzen der Hauptpumpe befindliche Rohrverbindung. Die Anlage zeichnet sich durch Uhersichtlichkeit und leichte Inbetriebsetzung aus, die nur einen Dampfejektor für das Auffüllen der Zentrifugalpumpe und die Anlaßvorrichtung für die Dampfturbine benötigt. Das Anlassen dauert zirka drei bis fünf Minuten.

Bei 11 Atm. Dampfeintrittsspannung und 350° Überhitzung waren für 40 m^3 Fördermenge folgende Garantieziffern gegeben:

Manometrische Förderhöhe in m .	65	75	85	95	105
Garantierte Leistung in Metertonnen pro kg Dampf	39·4	40·9	43·5	44·8	47

Die Abnahmeversuche, die bei einer Förderhöhe von zirka 87 m vor sich gingen, ergaben eine Unterschreitung der Dampfgarantie um mehr als 9%, so daß nahezu 48 Metertonnen pro kg Dampf stündlich gefördert werden.
(AEG-Zeitung, Dezember 1913.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Methoden zur Frequenzumformung. J. Zennek beschreibt die wichtigsten Methoden zur Erzeugung von hochfrequenten Schwingungen für die drahtlose Telegraphie, die man aus durch Hochfrequenzmaschinen mit gutem Wirkungsgrad mit zirka 10.000 Wechseln pro Sekunde entnommenem Wechselstrom durch Transformation auf das zwei- bis fünffache erzeugen kann.

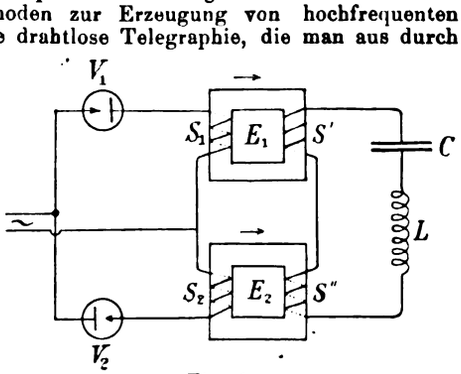


Fig. 1.

1. Der Wechselstrom wird in zwei parallelen Wegen über die beiden Ventile V_1 V_2 (Fig. 1) den

Digitized by Google

beiden entgegengewickelten Spulen $S_1 S_2$ zweier Eisenkerne $E_1 E_2$ zugeführt. Es ist leicht einzusehen, daß in den in Reihe gelegten induzierten Spulen $S' S''$ die doppelte Frequenz auftreten wird. Wird durch besondere Bemessung von L und C dieser Kreis auf die doppelte Frequenz abgestimmt, so ist die Schwingung rein sinusförmig.

2. Die Ventile entfallen, hingegen wird dem Eisen eine Polarität gegeben, indem man es mittels einer besonderen Wicklung mit Gleichstrom bis zum Knie der Magnetisierungskurve magnetisiert. Auch dann tritt in $S' S''$ Strom von doppelter Frequenz des Wechselstromes auf. Diese Methode läßt sich mit praktischem Wirkungsgrad für die Frequenzen der drahtlosen Telepraphie verwenden.

3. Man sucht ungleiche Induktion in beiden Kernen zu erzielen, indem man die Spule S_1 so bemißt, daß die Induktion im Eisen einen niedrigen Wert hat, hingegen die mit ihr in Reihe liegende Spule S_2 so, daß die Induktion dort einen hohen Wert annimmt. In den sekundären Wicklungen $S' S''$, die einander entgeschaltet sind, tritt dann die Differenz der beiden Induktionsflüsse auf, welche die dreifache Frequenz des ursprünglichen Wechselstromes hat.

4. Die vierte von den vorhergehenden abweichende Methode benutzt einen Wechselstromlichtbogen. Der Strom im Bogen hat bekanntlich nebst der Grundschwingung eine stark ausgeprägte dritte Harmonische. Legt man nun an den Bogen einen auf diese dritte Harmonische (eventuell die fünfte oder siebente) abgestimmten Schwingungskreis, so erhält man in diesem Ströme von der dritten (fünften oder siebenten) Frequenz des den Bogen speisenden Wechselstromes.

(Jahrb. f. drahtl. Tel., Bd. 7, Heft 4, 1913.)

Betriebseinrichtungen bei Übertragungsleitungen. L. Hagood. Es werden die zur Regulierung der Spannung und Verbesserung des Leistungsfaktors in Übertragungsanlagen erforderlichen Einrichtungen, mit besonderer Berücksichtigung der Synchronmaschinen (Kondensatoren) in ihrer Anordnung und Wirkungsweise besprochen. Bei Systemen mit mäßigen Spannungen (unter 60.000 V) und kleinen Ladeströmen, jedoch großen induktiven Belastungen, kann bei Aufstellung synchroner Maschinen am Leitungsende oder im Verteilungszentrum die Einrichtung von besonderen Spannungsreglern in der Zentrale entfallen. Bei Hochspannungsanlagen erfordern die Ladeströme in der Leitung zumeist eine automatische Spannungsregulierung an den Generatoren oder Transformatoren und die Verwendung äußerer Reaktanzen zum Schutze gegen Kurzschlüsse. Die Grenzen der Spannungsregulierung sind dadurch bestimmt, daß neben der Sicherheit des Betriebes auch die erforderliche Erregerspannung für die Transformatoren vorhanden ist und die zulässigen Überspannungen der Blitzschutzeinrichtungen nicht überschritten werden.

Eine neue Lösung zur Regulierung der Spannung bildet die Verbindung von Synchronmaschinen mit automatischer Regulierung am Leitungsende mit direkt gekuppelten Serien-Zusatzmaschinen (Boostern) mit Handregulierung. Ohne die Zusatzmaschine würde die wattlose Komponente die Synchronmaschinen von der Belastung abhängen; wird jedoch die Spannung mit Hilfe der Erregung der Zusatzdynamos verändert, so kann dieselbe innerhalb bestimmter Grenzen veränderlich bleiben, ohne Rücksicht auf den Leistungsfaktor. Die Verwendung von Synchronkondensatoren hat neben der Verbesserung des Leistungsfaktors noch den Vorteil, die Anlage gegen alle Überspannungen infolge der plötzlichen Be- und Entlastung innerhalb gewisser Grenzen zu schützen. Die Beziehungen zwischen der Belastung und erforderlichen Generatorspannnung bezw. dem Wirkungsgrad, Leistungsfaktor, Spannungsabfall und der prozentualen Regulierung bei verschiedenen Generatorbelastungen werden für eine gegebene Leitung und Endspannung (100.000 V) tabellarisch und graphisch dargestellt und die hiezu erforderlichen Leistungen der Synchronmaschine (Kondensator) angegeben.

(Proc. A. I. E. E., Dezember 1913.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Die Benutzung eines Gleichstromgalvanometers als Nullinstrument bei Wechselstrommessungen. G. Pfleiderer. Zuweilen macht sich bei elektrolytischen Leitfähigkeitsmessungen oder bei Kapazitätsbestimmungen mit Wechselstrom und Telephon das Bedürfnis geltend, statt des Telephons ein optisch ablesbares Nullinstrument zu verwenden. Der Verfasser hat das gewünschte Ziel erreicht, indem er in die Nulleitung der Wheatstoneschen Brücke einen Federunterbrecher einschaltete, der mit dem Selbstunterbrecher des Induktors synchron schwingt. Hiedurch wird erreicht, daß die Nulleitung nur während der einen Richtung des Wechselstromes geschlossen ist, sonst dagegen geöffnet, so daß in ihr statt des Wechselstromes ein intermittierender Gleichstrom fließt, der mit einem gewöhnlichen Gleichstromgalvanometer ohne weiteres zur Beobachtung gelangen kann. Bei der Messung elektrolytischer Widerstände erweisen sich die Richtigkeitsgrenzen für Galvanometer und Telephon als gleich, auch wenn die Polarisation so groß ist, daß sie bei beiden bereits einen Fehler von beinahe 1% hervorruft. Ein Nachteil der Galvanometermethode besteht darin, daß Unsymmetrie, und also die damit verbundenen Fehlermöglichkeiten, schwerer bemerkt werden als beim Telephon. Ihre Vorzüge sind dagegen: Keine Störung durch Lärm, größere Bequemlichkeit und meist auch bedeutend größere Empfindlichkeit. Ferner wird darauf hingewiesen, daß man bei Verwendung des Galvanometers statt des Meßdrahtes die im allgemeinen viel genaueren Präzisionsrheostaten benutzen kann, da ja dann die Änderung der Brückeneinstellung nicht wie beim Telephon gleichmäßig zu erfolgen braucht. (Z. f. Elektroch. Heft 23, 1913.)

Leitungen.

Hysteresis- und Wirbelstromverluste in Übertragungsmasten. Die von Arnold, Harrison und Pender durchgeführten Versuche an Stahlmasten ergaben bei einem Vollaststrom von 200 A einen Verlust von 18 W bei 25 $\sim$ und 29 W bei 60 $\sim$ pro Mast. Diese Masten sind für die Übertragung der Pacific Light & Power Corporation von Los Angelos (Kalifornien) nach Big Creek bestimmt, welche bei 150.000 V, 50 $\sim$ rund 4200 kVA pro Leiter auf 385 km Entfernung überträgt. Der Mastenabstand beträgt 180 bis 210 m, die Höhe im Mittel 13 m; die Leitung besteht aus 37litzigem Aluminiumseil von 24 mm Durchmesser, welches an neun- bis elfteiligen Hängeisolatoren befestigt ist. Die Masten haben die Form einer rechteckigen Pyramide mit einem Querrahmen als Träger für die in je 5 m Distanz horizontar angeordnete Dreiphasenleitung. Die Messung der Verluste erfolgte in der Weise, daß mittels eines Umschalters sowohl Gleichstrom, als auch Wechselstrom von 25 und 60 $\sim$ in die Leitung gesendet werden konnte; um die Fehler infolge der Streufelder zu eliminieren, wurde die Stromrichtung mittels eines zweiten Umschalters in der Leitung umgekehrt. Als Leistungsmesser wurde ein Dynamometer mit eisenlosem Feld verwendet. Zunächst wurde die Stromstärke in der Batterie konstant gehalten und die Ablesung am Watt-, Volt- und Amperemeter durchgeführt; dann wurde die Stromrichtung umgekehrt und die Ablesung in gleicher Weise wiederholt. Dann wurde die Messung bei 60 $\sim$ durchgeführt. Die Messungen wurden bei verschiedenen Stromstärken wiederholt; die Instrumente wurden mittels einer Kompensationsbrücke geeicht. Die Magnetisierungskurve wurde mittels einer Prüfspule aufgenommen, die um den Mastenausleger herumgelegt wurde und in Reihe mit einem Solenoid und ballistischen Galvanometer geschaltet war. Das Galvanometer wurde geeicht, indem bei Umkehrung der Stromrichtung gleichzeitig die Stromstärke und der Nadelausschlag gemessen wurden.

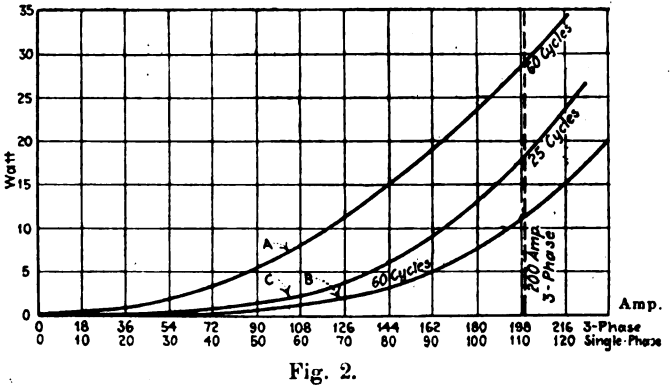


Fig. 2.

Die Versuchsergebnisse sind in Fig. 2 graphisch dargestellt. Kurve A zeigt die Verluste bei 60 $\sim$ Drehstrom und gleichgewickelten Windungen, Kurve B bei entgegengesetzter Wicklung der Prüfspule, Kurve C bei 25 $\sim$ Einphasenstrom und gleichartigem Windungssinn. Die Eisenverluste in den Masten betragen rund 4% der gesamten Leitungsverluste.

(El. World, 29. 11. 1913.)

Elektrische Apparate.

Elektrisches Präzisionspendel. Dr. Karl Siegel beschreibt die vom Wiener Mechaniker F. Klameth ausgeführte Pendelkonstruktion (Fig. 3), bei welcher der Antrieb durch eine minimale Verschiebung des Aufhängepunktes der Pendelfeder erfolgt. B ist der Befestigungspunkt und Anschlag für die beiden Anker A_1, A_2, die senkrecht aufeinanderstehen. Das Mittelstück m hängt daran mit der kleinen Feder f und an diesem mittels

Digitized by Google

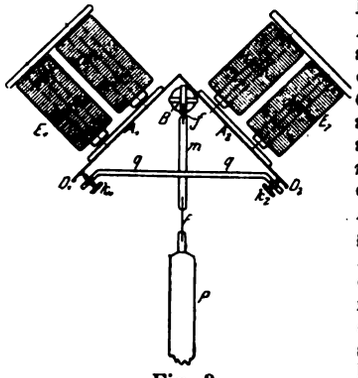


Fig. 3.

Feder F hängt das Pendel P. An dem mit m verbundenen Querstück q sind die Anschläge K_1 K_2, etwas oberhalb der Drehpunkte O_1 O_2 der Anker. Ist das Pendel am linken Ende der Schwingung angekommen, so geht das Stück mq mit, öffnet k_2, schließt k_1, dadurch wird Magnet E_2 erregt, Anker A_2 angezogen und A_1 ausgelöst. Der Anker A_1 fällt auf B, sperrt Anker A_2 und drückt das Stück mq ein wenig nach rechts; dadurch erhält das Pendel einen Impuls nach rechts und schwingt nach rechts aus. Am Ende der rechten Schwingung tritt der entsprechende Vorgang ein, durch den das Stück mq einen Impuls nach links erhält. Der funkenlose Kontakt wird durch Anwendung von elektrolytischen Kondensatoren erzielt*). (E. T. Z. Heft 49, 1913.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Über Passivität berichtete in der Faraday Society G. C. Schmidt. Die Erscheinungen der Passivität werden augenblicklich mit Hilfe von zwei Theorien erklärt, die Oxydtheorie von Faraday, nach der das passive Metall von einer Oxydhaut oder einer Sauerstofflegierung bedeckt ist, und die Wasserstofftheorie, nach der das reine Metall passiv ist und nur aktiv wird durch den Katalysator: Wasserstoffion. Nach der Wasserstofftheorie muß ein Metall, wenn es in Wasserstoff geschabt wird, und da das Ion H fehlt, passiv sein, nach der Sauerstofftheorie aktiv. Die Versuche zeigen, daß so behandeltes Chrom und Nickel passiv sind, ein Ergebnis, das zugunsten der ersten Hypothese spricht. Dies wurde auch für Eisen auf folgende Weise bewiesen. Eine dünne Eisenplatte wurde durch Chromsäure passiviert; wurde jetzt auf der anderen Seite Wasserstoff entwickelt, so drang er hindurch und aktivierte das Eisen, das schnell in Lösung ging. Ebenso konnte passives Chrom, das auf Eisen niedergeschlagen war, durch hindurchdiffundierten Wasserstoff aktiviert werden. (Chem. Ztg., 24. 12. 1913.)

Stoffe für die Elektrotechnik.

Dielektrische Festigkeit dünner Isolationsmaterialien. F. M. Farmer. Es werden die Ergebnisse der Untersuchungen im Electrical Testing Laboratory zur Bestimmung des Einflusses der Größe der Elektrodenoberfläche auf die scheinbare Isolierfestigkeit dünner Plättchen mitgeteilt. Es wurden scheibenförmige, kreisrunde Elektroden von 0·39 bis 380 mm Durchmesser erprobt, und zwar Isolierleinwand und Hartgummi in Luft und Öl mit verschiedenen Abständen.

Die Versuche, deren Ergebnisse graphisch dargestellt sind, zeigen, daß die dielektrische Festigkeit dünner Isolierplättchen mit zunehmendem Durchmesser rasch abnimmt. Bei Papier und und Leinwand beträgt diese Abnahme 40 bis 50% zwischen 0·3 und 250 mm Scheibendurchmesser in Luft, während die Differenz in Öl größer als der zehnfache Anfangswert ist. Es geht daraus hervor, daß die elektrostatische Festigkeit zwischen Nadelspitzen einen weit höheren Wert erreicht als zwischen flachen Scheiben; das gilt für alle dielektrischen festen und flüssigen Materialien, obgleich die Werte für dieselben sehr verschieden sind. Die Versuche ergeben die Notwendigkeit der Prüfnormalien für Isoliermaterialien, besonders jener dünner Scheiben. Es erscheint zwar nicht wahrscheinlich, daß die dielektrische Festigkeit eines Materials unter allen Bedingungen genau vorausbestimmt werden kann, aber die Bemessung derselben kann nach bestimmten Normalien erfolgen, welche für den Fabrikanten, Verkäufer und Konstrukteur maßgebend sind.

(Proc. A. I. E. E., Dezember 1913.)

Chronik.

Statistik der Elektrizitätswerke in Deutschland nach dem Stande vom 1. April 1913. Die seit dem Jahre 1909 zum drittenmal in Buchform erscheinende, vom Verband Deutscher Elektrotechniker (Generalsekretär Dettmar) herausgegebene Statistik umfaßt 537 Textseiten (gegen 321 im Jahre 1911). Es wurden diesmal alle im Bau befindlichen und fest beschlossenen Werke ohne nähere Angaben in das Verzeichnis der im Betriebe befindlichen Werke mit Angaben aufgenommen. Die Zahl der in diesem Abschnitt angeführten Werke ist dadurch von 2526 im Jahre 1911 auf 4040 angestiegen, wogegen die Zahl der angeblich bestehenden Werke (ohne nähere Angaben) von 278 auf 161 zurückgegangen ist. Eine weitere Unterscheidung ist dadurch eingetreten, daß der Anschlußwert der Transformatoren und Umformer von Einzelanlagen sowie jener zur Versorgung von Wiederverkäufern und deren Stromentnahme (in kWh) getrennt von jener der Einzelabnehmer angeführt wurden; derartige Anlagen mit Wiederverkauf wurden als selbständige Werke in der Statistik angeführt; des weiteren wurde die Zahl der Automaten und Pauschalabnehmer in den Tabellen neu aufgenommen. Die angeschlossenen Orte erscheinen nur mehr nach ihrer Zahl in den Haupttabellen über die im Betriebe befindlichen Werke angeführt; das Ortsverzeichnis weist 12.650 versorgte Orte und 434 Güter aus; mit Einschluß der Elektrizitätswerke gibt es daher derzeit etwa 17.500 (im Jahre 1911: 11.000) mit Strom versorgte Orte in Deutschland.

Diese Neueinteilung der Werke bringt es mit sich, daß bei der Zusammenstellung der Ergebnisse der Statistik nahezu die Hälfte aller Werke ohne nähere Angaben verblieben. Genauere Angaben sind nur über die Anschlüsse zu finden, welche in nebenstehender Tabelle wiedergegeben sind:

		Jahr der Statistik 1911	Jahr der Statistik 1913	Zunahme in Proz.
Glühlampen	Zahl	16,209.233	24,554.381	51
	Anschlußwert in Kilowatt	810.046	1,227.719	51
Bogenlampen	Zahl	245.772	232.190	— 5
	Anschlußwert in Kilowatt	135.175	116.095	— 15
Stationäre Motoren	Zahl	295.302	504.312	40
	Leistung in Kilowatt	1,083.401	1,643.452	55
Bahnmotoren, Leistung in Kilowatt		376.101	417.041	30
Koch- und Heizapparate in Kilowatt		73.120	82.848	12
Gesamter Anschlußwert in Kilowatt		2,477.849	3,725.769	50
Zentralenleistung in Kilowatt	Maschinen	1,271.250	1,898.329	50
	Akkumulatoren	195.168	197.337	1
Zentralenleistung in Kilowatt (Stromsystem)	Gleichstrom	352.964	286.829	— 20
	Wechsel- und Drehstrom	461.387	863.186	+ 86
	Gemischtes System	652.067	945.601	45

Die Gegenüberstellung zeigt deutlich das enorme Anwachsen der Glühlampen- und motorischen Anschlüsse in Deutschland seit 1911, wogegen die Bogenlampen einen merklichen Rückgang, Koch- und Heizapparate eine relativ geringe Zunahme aufweisen. (Ähnliche Ergebnisse zeigt auch die Statistik der Elektrizitätswerke in Österreich 1913[*]). Die Zentralenleistung zeigt, obwohl über nahezu 70% aller Werke keine Angaben vorliegen, eine den ausgewiesenen Anschlußwerten entsprechende 50%ige Zunahme in zwei Jahren. Hinsichtlich des Stromsystems ist der Rückgang der Gleichstromzentralen zugunsten der Drehstrombetriebe bemerkenswert; immerhin sind von rund 3000 Werken mit Angaben über das Stromsystem 1880 (zumeist kleinere) Werke, das ist 63% mit Gleichstrom betrieben, gegen 808 mit Drehstrom betriebenen Anlagen. Das stärkste Anwachsen zeigen die Werke mit Leistungen unter 100 kW (1175 gegen 985 kW im Jahre 1911), obwohl auch hier 1648 Werke unter „Unbekannt" eingereiht sind. Eine Leistung über 5000 kW haben 103 Werke mit 1·56 Millionen kW Gesamtleistung. Die Angaben über das Alter der Werke lassen erkennen, daß im letzten Betriebsjahre 186 neue Werke in Betrieb gelangt sind, gegen 175 im Vorjahre; diese Zahlen bleiben trotz des enormen Anwachsens der Leistung und Anschlüsse hinter der Rekordziffer von 211 Werken mit fünf Betriebsjahren (1908) zurück; immerhin ist auch hier ein deutliches Bild der Entwicklung, zufolge der großen Zahl von (1325) Werken ohne nähere Angaben über das Alter nicht möglich. Von den im Hauptabschnitt angeführten Werken sind 2833 (70%) im Privatbesitz und 1012 in städtischer oder staatlicher Verwaltung. Nur 198 Werke geben Strom für Bahnbetriebe ab; in 528

*) E. u. M. 1913, Seite 901.

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 137.

Digitized by Google

Werken ist neben dem Elektrizitätswerk noch ein Gaswerk angegeben (1936 Werke machen darüber keine Angaben).

Von 2953 Werken verwenden 2221 ausschließlich Oberleitungsnetze, 122 Kabel und 610 gemischtes Netz.

Die Gesamtzahl der Zähler wurde mit 1,653.032 ermittelt, an Zählerautomaten waren 15.761 und an Pauschalabnehmern 146.730 vorhanden. Die Zahl der abgegebenen Kilowattstunden stieg bei 733 Elektrizitätswerken in zwei Jahren von 1·254 Millionen auf 1·949 Millionen oder um 27·7% jährlich.

Die große Zahl der Werke ohne nähere Angaben, insbesondere der im Anwachsen begriffenen Elektrizitätsgenossenschaften mit Strombezug und Wiederverkauf, dürfte die Notwendigkeit ergeben, dieselben in einem besonderen kurzgefaßten Abschnitt gesondert anzuführen, wodurch nicht nur eine zu große Platzverschwendung vermieden, sondern auch ein deutlicheres Bild der Entwicklung der öffentlichen Elektrizitätswerke in Deutschland ermöglicht wird. *L. R.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Kondensatoren.

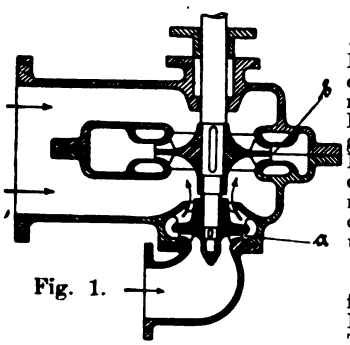


Fig. 1.

Die A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) baut Kondensationsanlagen mit rotierenden Kondensat- und Entwässerungspumpen, bei denen diese Pumpen *a*, *b* (Fig. 1) hintereinander geschaltet sind. Dies hat solchen Entwässerungspumpen gegenüber, die das Kondensat ansaugen und auf Atmosphärendruck bringen, den Vorteil, daß diese Pumpen kleiner werden und weniger Energie verzehren.
(D. R. P. Nr. 264.505.)

Um bei Kondensationsanlagen für Dampfturbinen, bei denen die Pumpen nur wenig tiefer als das Turbinengehäuse liegen, ein Ansteigen des Wassers bis in dieses Gehäuse zu verhindern, ordnet Charles Algernon Parsons in Newcastle-on-Tyne Rohrverbindungen *q* zwischen dem Saugrohr zur Vakuumerhöhungsvorrichtung

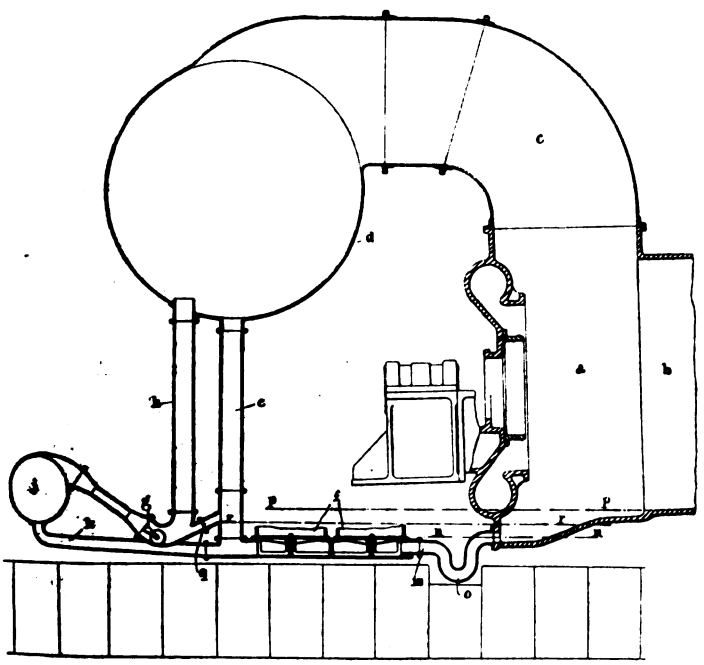


Fig. 2.

und dem für die Naßluftpumpe in jener Höhe an, bis zu der das Kondensat ansteigen darf. (Fig. 2.) (Ö. P. Nr. 59.711.)

Um aber zu verhindern, daß dabei ein Teil des nicht kondensierten, aus dem Kondensator der Vakuumerhöhungsvorrichtung ausströmenden Dampfes in die Leitung *h* und zu diesem Kondensator zurückgelangt, wird ein Wasserverschluß *p*, *q* (Fig. 3) vorgesehen.
(D. R. P. Nr. 255.864.)

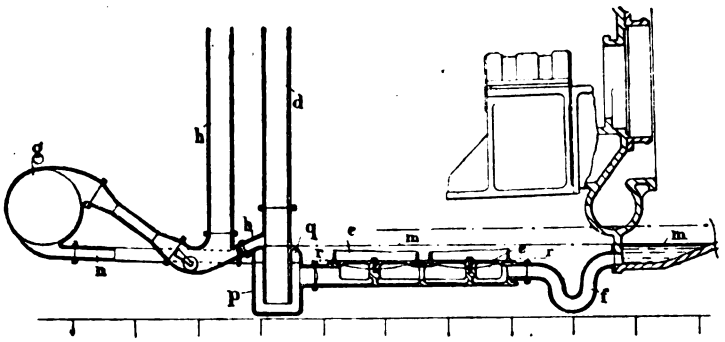


Fig. 3.

Eine neue Konstruktion der Kondensatoren der Sté. Anonyme pour l'Exploitation des Procédés Westinghouse-Leblanc in Paris besteht darin, daß ein Teil der zur Westinghouse-Leblanc-Pumpe fließenden Luft und unkondensierbaren Gase durch eine Strahlpumpe *D*, einen Abscheider *G* und das Rohr *J* zur Druckseite der Luftpumpe gelangte (Fig. 4).
(F. P. Nr. 454.669.)

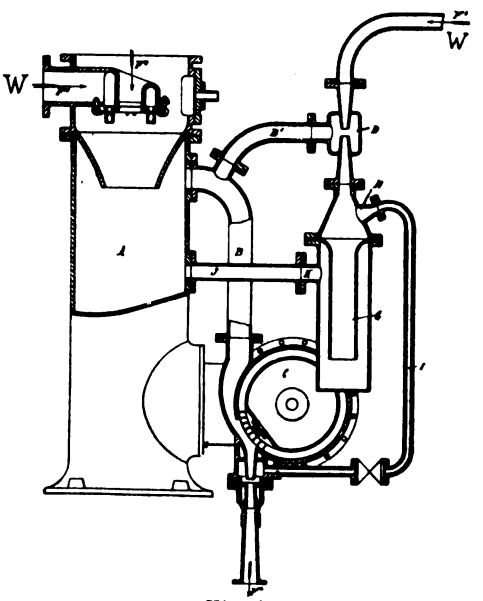


Fig. 4.

Dieselbe Firma benutzt die im Abdampf einer einstufigen Dampfturbine noch vorhandene lebendige Kraft dazu, das Vakuum im Turbinengehäuse höher als das des Kondensators selbst zu machen, indem der das Turbinenrad *B* (Fig. 5) verlassende Dampf vor dem Eintritt in den zum Kondensator führenden Sammler *G* durch Diffusoren *C* fließt, wodurch die ihm noch innewohnende lebendige Kraft in Druck umgesetzt wird.
(F. P. Nr. 455.211.)

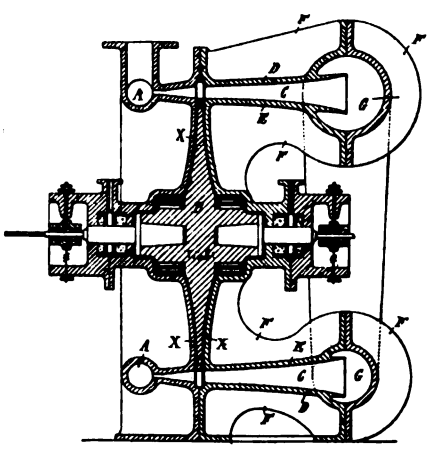


Fig. 5.

Bei dem Kondensator der Schmidtschen Heißdampf-Ges. m. b. H. in Kassel-Wilhelmshöhe für Maschinen, die mit sehr hoch gespanntem Dampf arbeiten, verdampft der Abdampf das Kühlwasser. Der so erzeugte Dampf wird in einem unmittelbar über den Oberflächenkondensator liegenden Luftkühler verflüssigt und fließt in den Kondensator zurück. (Fig. 6.)
(Ö. P. Nr. 62.828.)

Zur Erzielung einer gleichmäßigen Dampfströmung in allen Teilen eines Oberflächenkondensators ordnet Donald Barns Morison in Hartlepool (England) im Dampfeintritt Platten an, die den Dampf entsprechend leiten. (E. P. Nr. 13.727—1912.)

Bei Kondensatoren mit Absaugung der Luft und unkondensierbaren Dämpfen durch eine Wasserstrahlpumpe gibt es Vorrichtungen, die durch selbsttätige Belüftung das Überfluten verhindern, wenn der Wasserdruck für die Strahlpumpe zu weit sinkt. Nach Paul H. Müller in Hannover erfolgt diese Belüftung durch selbsttätige Absperrung des Vakuumraumes des Kondensators von dem Mischraum der Strahlpumpe durch ein Ventil *h* (Fig. 7) in der Luftleitung, durch die die Luft aus dem Kondensator zum Mischraum der Strahlpumpe strömt.
(D. R. P. Nr. 251.941.)

Eine weitere Verbesserung besteht darin, daß auf der einen Seite des Druckwasserkolbens, der das Absperrorgan der Luftleitung steuert, der Betriebswasserdruck der Strahlpumpe herrscht, dem eine

Digitized by Google

Feder oder ein Gewicht entgegenwirkt, wobei der Raum auf der anderen Seite des Druckwasserkolbens mit der Abwasserleitung der Strahlpumpe verbunden ist (Fig. 8). (D. R. P. Nr. 265.185.)

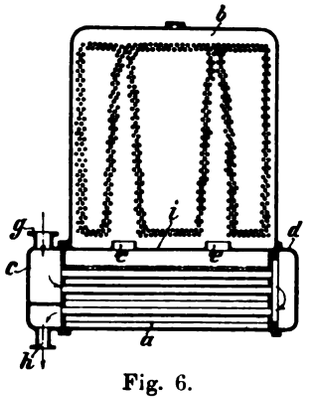


Fig. 6.

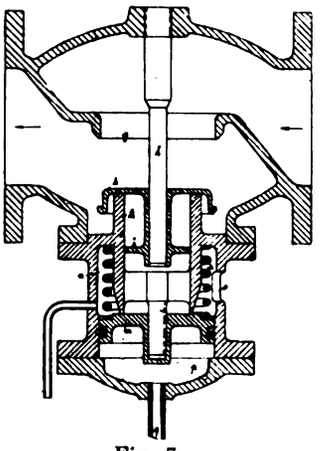


Fig. 7.

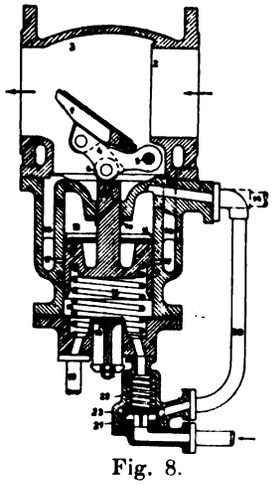


Fig. 8.

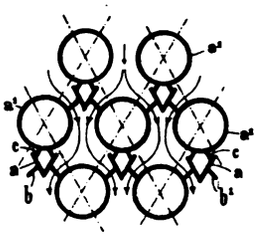


Fig. 9.

Der Oberflächenkondensator von Philip Francis Oddie in Wimbledan (England) hat unter den Kühlrohren angeordnete Tropfrinnen, die das von den Rohren herabtropfende Kondensat auffangen und an das eine Kondensatorende führen, so daß die darunterliegenden Rohre vom Kondensat nicht getroffen und dadurch in der Wirkung nicht beeinträchtigt werden (Fig. 9). Infolgedessen sind alle Rohre gleichmäßiger beansprucht.
(D. R. P. Nr. 257.101 und 263.464.)

Charles Algernon Parsons in Newcastle-on-Tyne baut Oberflächenkondensatoren für Schiffe, in denen der Dampf einen Weg durchfließt, der länger ist als die kleinere Dimension des Kondensators (Fig. 10), derart, daß der Spannungsunterschied beim Ein- und Austritt in den und aus dem Kondensator möglichst gering ist.
(B. P. Nr. 3933—1912.)

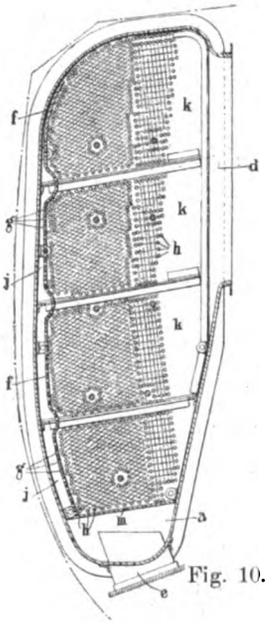


Fig. 10.

Elektrotechnischer Verein in Brünn.

Dienstag den 10. Februar 1914 findet der Vortrag des Herrn Direktor Ing. Julius Fürstenau über: „Die ältesten englischen Dampfturbinen, ein Kapitel über die Ingenieurarbeit des Erfinders" präzise 7 Uhr abends im großen Hörsaale Nr. 82/83 im Erweiterungsbau der Deutschen technischen Hochschule, Jodokstraße Nr. 10, statt.

Dienstag den 3. März 1914 findet der III. Teil des Vortrages des Herrn k. k. Baurates Ing. Stephan Riedel über: „Drahtlose Telegraphie in leichtfaßlicher Darstellung" (unterstützt von Lichtbildern und Experimenten) um 7 Uhr abends im großen Hörsaale Nr. 82/83 im Erweiterungsbau der Deutschen technischen Hochschule, Jodokstraße Nr. 10, statt.

Der Vorstand.

Vereins-Nachrichten.

Vereinsversammlungen.

Die Vereinsversammlungen werden, wenn nicht anders angegeben, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 11, I. Stock, abgehalten und wurden hiefür für die Vortragsaison 1913/14 folgende Tage festgesetzt: 4. und 18. Februar, 4. und 18. März und 1. und 15. April 1914.

Vortrag.

Mittwoch den 4. Februar, 7 Uhr abends, Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Robert Arbeiter über: „Tarifbildung beim Verkaufe elektrischer Energie." (Selbstkosten und Verkaufspreise elektrischer Energie, Beeinflussung durch Anlagekosten, Betriebskosten und sonstige Momente, Stromtarifsysteme und ihre praktische Verwendung.)

Die Vereinsleitung.

Personalnachricht.

Professor Dr. Ing. Karl Pichelmayer †.

Am 23. Jänner ist der Vizepräsident unseres Vereines und Professor an der Technischen Hochschule in Wien, Dr. Ing. Karl Pichelmayer, im 45. Lebensjahre nach kurzem schweren Leiden, inmitten seiner unermüdlichen Tätigkeit, verstorben.

Der Elektrotechnische Verein in Wien verliert in dem Verewigten einen seiner eifrigsten Förderer und die Redaktion der Zeitschrift einen ihrer bedeutendsten Mitarbeiter. Der Trauer des Vereines, der an der Bahre des Verstorbenen ein Blumengewinde niederlegte, und durch zahlreiche seiner Mitglieder am Leichenbegängnisse vertreten war, hat der Rektor der Technischen Hochschule, Prof. Dr. Sahulka, in folgenden Worten am Grabe Ausdruck verliehen. „Professor Pichelmayer! An Deinem Grabe stehen tieftrauernd Deine Verwandten, Deine Kollegen, Studierende und Angestellte der Technischen Hochschule in Wien, Deine Fachgenossen und viele Bekannte, welche Dich alle hochschätzten. Wir sind tief erschüttert, daß Dich der Tod so plötzlich in noch jungen Jahren hinweggerafft hat. Wenn ein Menschenwerk infolge einer Katastrophe vernichtet wird, so können wir es wieder errichten, Du bist uns leider für immer entrissen!

Wenn Deine sterblichen Überreste nun wieder zu Erde werden, so wird Dein Wirken auf der Erde doch unvergeßlich bleiben. Du hast in noch jungen Jahren Neues auf technischem Gebiete geschaffen, das unvergänglich bleibt, Du hast Dein Fachwissen in einem großen Werke niedergelegt, aus welchem Dein Geist auch in der Zukunft zu den Lernenden weiter sprechen wird, Du hast Dir ein Denkmal der Liebe im Herzen Deiner Angehörigen errichtet.

Wir schätzen Dich nicht bloß als hervorragenden Fachmann und edlen Menschen, sondern auch wegen Deiner Liebe zur heimatlichen Erde. Als Du im Auslande eine glänzende Stellung inne hattest, zog es Dich zurück in die Heimat. Mit Freude kamst Du im Jahre 1905 als Professor an die Technische Hochschule in Wien und schlugst seither alle Anträge, wieder in das Ausland zu gehen, ab.

Ich sage Dir Dank im Namen der Technischen Hochschule, die stets stolz sein wird, auf Dein Wirken, für alles, was Du getan, ebenso im Namen des Patentamtes, welchem Du als Mitglied des Patentgerichtshofes angehörtest, im Namen des Elektrotechnischen Vereines, dessen Vizepräsident Du warst, im Namen des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines und im Namen Deiner Fachgenossen.

Wir betten Dich nun für immer in der geliebten heimatlichen Erde, möge sie Dir leicht sein. Ruhe sanft, lieber Kollege und Freund!"

Die Würdigung der Bedeutung Pichelmayers für die Elektrotechnik soll einem späteren Aufsatz überlassen werden, der, zusammen mit den Arbeiten, die der Verstorbene in letzter Zeit für die Zeitschrift verfaßt hat, in einem der nächsten Hefte veröffentlicht werden soll.

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 27. Jänner 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Über Dr. H. Schreibers Buch „Die Elektrizität in Recht und Wirtschaft". Von W. v. Winkler 109
Zur analytischen und graphischen Bestimmung von Strom- und Teilspannungsörtern bei Reihenschaltungen. Von Karl Richter (Schluß) 112
Die Verwendung von Dampfturbinen zur Gewinnung von Heiz- und Niederdruckdampf. Von Ing. Rudolf Boye (Schluß) . 118
Rundschau:
- Elektrizitätswerke, Anlagen 124
- Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 124
- Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 125
- Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 125
- Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen 125
- Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 126
- Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 126
- Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 127

Chronik 128
Literatur-Bericht 128
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
- Gasmaschinen 129

Briefe an die Redaktion 132
Vereinsnachrichten 132
Personalnachricht 132
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *73—84*

Über Dr. H. Schreibers Buch „Die Elektrizität in Recht und Wirtschaft".

Von W. v. Winkler.

Von dem bekannten schlagfertigen und fesselnden Redner und sachkundigen Schriftsteller Dr. jur. Heinrich Schreiber liegt ein Buch vor, welches berufen scheint, eine Lücke in der Literatur über dieses immer aktueller werdende Thema auszufüllen. Greift doch die Elektrotechnik so sehr in alle Wirtschaftsgebiete ein, daß unvermeidlich neue Rechtsfragen auftauchen und zur Klärung und Entscheidung kommen müssen. Es muß daher die Absicht, auf alle möglicherweise auftretenden Erscheinungen hinzuweisen, dieselben kritisch zu beleuchten und die praktischen Folgerungen zu ziehen, wirklich begrüßt werden, um so mehr, wenn dieselbe in so übersichtlich belehrender, umfassender und eleganter Form verwirklicht wird, wie in Dr. Schreibers neuestem Buch.

Wenn ich daher der Einladung der Redaktion von E. u. M. Folge leiste, dasselbe zu besprechen, so bekenne ich offen, daß diese Besprechung unter dem Eindruck der Ausführungen des Autors auch eigene Gedanken sozusagen „über die Schwelle des Bewußtseins trägt". Man wird dies nicht als Polemik auffassen, sondern begreiflich finden und vielleicht im Interesse des Gegenstandes willkommen heißen.

Es ist höchst interessant, welche Fülle von Gedanken bei Schreiber durch kritische Durchleuchtung des umfangreichen Stoffes gebildet, welche Menge von Anregungen, die Sache weiter zu verfolgen, gegeben wird, und zwar für Leser aus allen möglichen Berufsarten, den Verwaltungsjuristen, den ausführenden Techniker, besonders aber den Betriebstechniker und kommerziellen Unternehmer. Mit Rücksicht auf den so weit gezogenen Leserkreis wäre nun allerdings zu wünschen, daß die etwas stark hervortretenden juristischen Fachausdrücke (in diesem Falle nur übertragen: „termini technici") verdeutscht oder kurz erläutert würden, denn man kann speziell in dem vorliegenden Fach heute unmöglich mehr bei dem in Frage kommenden großen Leserkreis allgemein humanistische Vorbildung voraussetzen und der Wert des Buches dürfte für viele dadurch beeinträchtigt werden.

Um nur einen ganz allgemeinen Überblick über die Fülle des Gebotenen zu geben, seien die Abschnitte über Elektrizitätsmonopol, Besteuerung und Gebührenbemessung bei Elektrizitätswerken, Elektrizitätswegerecht, Verhältnis der Gemeinden zu den Elektrizitätswerken, Fragen der Gewerbegesetzgebung, Ausfuhr und Schadensrecht hervorgehoben.

Hinsichtlich des Elektrizitätsmonopols weist Schreiber auf den Unterschied hin, der naturgemäß zwischen einem Monopol zugunsten des Staates und einem solchen zugunsten der Gemeinde besteht, welch letzteres schon angebahnt sei. Wenn diese Ansicht auch nicht ganz den tatsächlichen Verhältnissen entspricht, da den Gemeinden seitens der Staatsbehörden kaum je eine Ausschließlichkeit bezüglich eines Versorgungsgebietes oder der Erzeugung oder Fortleitung einer bestimmten Stromart zugestanden wurde, so muß man doch dem Autor recht geben, daß der im Laufe der Zeiten herausgebildete Zustand der automatischen Gebietsbegrenzung die Unzweckmäßigkeit eines Staatsmonopols und die Unmöglichkeit beweist, dasselbe mit halbwegs rationellen Geldmitteln zu errichten. Die Bemerkungen über diese Frage (Seite 52 ff.) sind vollauf gerechtfertigt und von größtem Interesse; ebenso jene über das Verfügungsrecht über Gemeindegrund u. a. m.

Digitized by Google

Daß einer Gemeinde als Unternehmerin gegenüber einem Privaten ein gewisser Vorzug gebührt, dürfte heute schon klar sein, denn der Gewinn aus einem Gemeindeunternehmen kommt direkt oder indirekt der Allgemeinheit oder wenigstens der Gesamtheit der Gemeindebewohner zugute, und zwar in Form von Neuherstellungen und Verbesserungen, die sonst wohl unterbleiben müßten, jedenfalls aber vom Privatunternehmer nicht geleistet würden. Auch dürfte die Mehrzahl der kommunalen Werke ihren Hauptzweck nicht im Gewinn, sondern in der wirtschaftlichen Befruchtung durch günstige Strompreise erblicken. Aus diesen Gründen und weil die erwähnte wirtschaftliche Befruchtung auf anderen Wegen die Steuereingänge vermehrt, erscheint der Wunsch nach weitergehender Berücksichtigung der Gemeindeunternehmungen in Übereinstimmung mit der Richtung, in welcher sich die Sozialpolitik heute bewegt, gerechtfertigt. Doktor Schreiber kommt (Seite 179) zu einer Ansicht, der wir uns nach dem oben Gesagten nicht ganz anschließen können; denn wenn Gemeinden als Unternehmer auftreten, so ist zwar keine andere Behandlung ihnen gegenüber am Platz, als gegenüber dem privaten Unternehmer, wohl aber aus den erwähnten Gründen gewisse Begünstigungen. Es schweben mir speziell die verhältnismäßig kleinen Unternehmungen unserer zahlreichen Kurorte vor, von denen sich selten einige unter einen Hut bringen lassen, die aber wegen ihrer Kleinheit tatsächlich dem Privatkapital keinen Reiz zur Betätigung bieten. Diese stören die wirtschaftlichen Aufgaben des letzteren in keiner Weise, bei ihnen kommt aber die wirtschaftliche Befruchtung sehr in Frage.

Im Zusammenhang hiemit soll eine Erscheinung erwähnt werden, nämlich die „Steuerbefreiung der Einnahmen aus gemeinnützigen Betrieben". Nach der heutigen Praxis ist zum Beispiel die „Steuerbefreiung" der von einer Gemeinde erstellten öffentlichen Beleuchtung als eines „gemeinnützigen Betriebes" nur eine Karikatur, denn durch eine eigentümliche Kontierungspraxis der Steuerbehörden wird bewirkt, daß die „Steuerbefreiung" des einen Betriebsteiles eine Erhöhung der gesamten Steuer zur Folge hat. Solche Umstände dürften das Verlangen rechtfertigen: Gemeindeunternehmungen sollen wenigstens nicht schlechter behandelt werden als private.

Sehr mit Recht wird in unserem Buche (auf Seite 204) bei Besprechung des Steuerdomizils darauf hingewiesen, daß das Personalsteuergesetz keine Handhabe für die Aufstellung mehrerer solcher Steuerdomizile bietet und die daran geknüpften Forderungen erscheinen uns vollkommen gerechtfertigt. Man geht dabei hinsichtlich der Elektrizitätswerke so weit, wie seinerzeit bei der Steuervorschreibung aller in Wien domizilierenden Bahngesellschaften, deren Trassen durch unzählige Dörfer gehen. Alle diese Dörfer erhielten ihren Anteil, und wenn er nur einige Gulden betrug und seine Ermittlung mehr kostete als sein Betrag ausmachte, die Stadt Wien aber wurde um Hunderttausende geschädigt, die mehr wirtschaftlichen Nutzen gebracht hätten, als die mikroskopischen Beträge in den erwähnten Dörfern. Da diese Erscheinung auch bei Elektrizitätswerken auftritt und Gemeinden, welche dem Werk alle möglichen Schwierigkeiten machen und selbst oder durch ihre Bewohner an dem Werke rücksichtslos saugen, ohne auch nur einen Heller mehr Ausgaben oder irgendeine kommunale Pflicht mehr zu erfüllen, bloß wegen des Bestandes der Hauptanlage in ihrem Gebiet bedeutende Steuerzuweisungen erhalten, ist es gut, auf die Unstimmigkeit des praktischen Bedarfes und den „Grundgedanken des herrschenden Personalsteuergesetzes" hinzuweisen. Aktuell ist diese Frage, wenn zum Beispiel im Gebirge irgendwo eine Wasserkraft elektrisch von einer Stadt ausgenutzt wird, diese in ihrem eigenen Gebiet, dem „Sitz" der Unternehmung, eine Zusatzanlage errichtet hat und außerdem eine Unterstation zur besseren Ausnutzung der vorhandenen Kraft besitzt. Die hiebei zu konstatierende Ungerechtigkeit wird als Ungleichheit in der Besteuerung noch besser hervortreten, wenn diese Anlagen verschiedene Eigentümer haben. Da ferner der Schlüssel der Steueraufteilung kein feststehender ist, so werden oft Gemeinden durch den Zufall begünstigt, die nichts getan haben, um „den Genuß der Gemeindeanstalten und Vorkehrungen" zu ermöglichen, eben, weil sie alles dahin gehörige vernachlässigen. Dr. Schreibers Auseinandersetzungen können jeden, der sich für diese Fragen interessiert, als Fundgrube zahlreicher Gedanken und Anregungen sowie als objektive Belehrung nur größten Nutzen bringen. Dasselbe gilt von den modernen Willkürakten, die Schreiber in dem Absatz „kommunale Fahrkartensteuer" tadelnd kennzeichnet. Höchst interessant ist die Kritik am Elektrizitätswegegesetz, wobei die oft unbegründete Bevorzugung der Staatsinstitute mit Recht getadelt wird. Es wird notwendig sein, daß an der Hand der leider etwas knapp bemessenen Bemerkungen Schreibers die Vereinigung der Elektrizitätswerke noch vor Beschließung dieses Gesetzes sich weiter energisch dafür einsetzt, daß der hervorragenden volkswirtschaftlichen Bedeutung eines Elektrizitätswerkes mindestens ebensoweit Rechnung getragen wird, wie zum Beispiel den Interessen der Staatstelegraphenleitung, wenn es sich um eine zu einem privaten Gutsbesitzer führende Telephonleitung handelt, welche meist dessen nicht hervorragend volkswirtschaftlich wertvollen Privatgesprächen dient.

Im Interesse der Förderung des Elektrizitätswesens im allgemeinen muß man den Ansichten Dr. Schreibers über das Verhältnis der Gemeinden zu demselben (Seite 1 ff.) zustimmen, weil vollkommen anerkannt werden muß, daß durch den Verzicht auf die freie Verfügung über die eigenen Straßen den Gemeinden mancher Nachteil erwächst, der nicht immer mit barem Geld gutgemacht werden kann, vielleicht aber geeignet ist, ein gesundes Unternehmen der Gemeinde selbst zum Ruin zu bringen. Insbesondere müßten die Ausnahmen genauest festgelegt werden, welche bei Bestehen eines eigenen Werkes es auch unmöglich machen sollen, daß zum Beispiel einem Unternehmen, welches dem Gemeindewerk ein großes, ertragreiches Absatzgebiet wegnehmen kann, der Durchzug durch die betreffende Gemeinde nicht verweigert werden darf, wenn es nur in dieser Gemeinde selbst keinen Strom abgibt.

Hiebei ist immer im Auge zu behalten, daß es nicht die Absicht sein kann, der Gemeinde unberechtigte Vorzüge auf Kosten der Abnehmer zu gewähren und Privatunternehmungen zu schaden, bezw. von der Konkurrenz auszuschließen; nur das wird angestrebt, Gemeinden als Besitzerinnen von Elektrizitätswerken mit Rücksicht auf die vielen imponderablen Beziehungen zur Umgebung nicht der blinden Konkurrenz anderer Unternehmungen auszusetzen, die leider mitunter aus finanzkünstlerischen, sicherlich nicht rein kommerziell-technischen Gründen Anlaß nehmen, die Strompreise außerordentlich herabzusetzen.

Die Bemerkungen (Seite 28 ff.) über das Verhältnis von Überlandzentralen zu Anschlußgemeinden sind für jene Fälle von Bedeutung, wenn Überlandzentralen miteinander in Konkurrenz treten, anderenfalls verlangen es meist die eigenen Interessen der Gemeindebewohner, daß selbst über die Interessen eines Ortspaschas, deren es mehr gibt als man glaubt, hinweg-

Digitized by Google

geschritten wird, um den Ortsbewohnern die Vorteile des elektrischen Stromes zugänglich zu machen.

Im Zusammenhang damit mag übrigens auch die bedauernswerte Tatsache Erwähnung finden und der Beachtung weitester Kreise empfohlen werden, daß schwächere Privatunternehmungen in dem Bestreben, nur ja zu bestimmten Terminen fixe Beträge ausgezahlt zu bekommen, die in ihrem Bereich gelegenen Bahnhofanlagen zu Preisen mit Strom versorgen, welche geradezu eine Verschleuderung desselben bedeuten. Jeder einzelne kann ja schließlich machen, was er will; dieses Vorgehen aber zieht aus dem Grunde unheilvoll weite Kreise, weil es die Bahnverwaltungen verleitet, ohne Rücksicht auf die Größe des Bahnobjektes oder der Stromerzeugung oder der anderweitig günstigen Verwertung und des eigenen ungünstigen Betriebes immer einen Abschluß auf Grund eines ihr irgendwo unter ganz anderen Bedingungen konzedierten Schleuderpreises anzustreben. Bahnverwaltung und Ministerium reden sich da aufeinander aus und führen Betriebsziffern ins Feld, die offenkundig nicht überall gelten können.

Dies, die Erhöhung der Bahntarife, die Erhöhung der Anerkennungszinse für benutzten Bahngrund, das Bestreben, die Reichsstraßen von der Benutzung seitens einer Starkstromanlage auszuschalten und viele andere Lasten, die man für die elektrischen Unternehmen mit einem Eifer sucht, der einer besseren Sache würdig wäre, nennt man dann hierzulande — „Industrieförderung“ und vermehrt die Ironie noch mehr, indem man dem Eisenbahnministerium gestattet, die Hand auf die besten Wasserkräfte zu legen, ohne daß dieselben wegen der politischen Lage in absehbarer Zeit zum Ausbau kommen könnten; und das heißt dann — „Förderung der Wasserwirtschaft“.

Im Abschnitt „Elektrizitätsgesetz und Gewerbeordnung“ empfiehlt es sich, den Unterschied zwischen der subjektiven Konzession zur Herstellung und zum Betrieb von Starkstromanlagen und dem objektiven Konsens des Betriebes einer bestimmten Anlage präzis festzuhalten. Die erstere erfolgte und wird auch weiterhin, trotz der diesbezüglich geplanten Änderungen, wie Schreiber ausführt, ausschließlich nach der Gewerbeordnung erfolgen, dahingehend, daß eine bestimmte qualifizierte Person befugt sein soll, Anlagen auszuführen und zu betreiben. Erst nach Erstellung der Anlage wird die Behörde nach genauer Untersuchung derselben hinsichtlich qualitativ einwandfreier Herstellung auf Grund der Gewerbeordnung einerseits, andererseits aber auf Grund aller einschlägigen Bestimmungen (Bauordnung, Meliorationsgesetze usw.) entscheiden, ob diese spezielle Anlage betrieben werden darf. Es kann daher vorkommen, daß einem konzessionierten Elektrotechniker der Betrieb einer bestimmten Anlage nicht gestattet wird, während hinsichtlich der Ausführung ein solches Verbot innerhalb der Grenzen der Qualifikation nicht tunlich erscheint; andererseits erfordert aber der Betrieb einer technisch einwandfrei hergestellten und auch gegen keine sonstigen Bestimmungen verstoßenden Anlage unbedingt die Leitung durch einen qualifizierten Mann, der die entsprechende Betriebskonzession haben muß. Die Gleichheit mit dem Elektrizitätswegegesetz (Seite 20) scheint also nicht klar gegeben. Auch können wir die Ansicht nicht unterschreiben, daß eine Elektrizitätsanlage, die nicht die Erzeugung und den Verkauf des Stromes als Gewerbe zum Zweck hat, sondern etwa nur eine Kraftübertragung zum Zwecke eines einzelnen Industrieunternehmens bewirkt, nicht gewerblich konsenspflichtig ist. Es erscheint auch nicht ganz richtig, die gewerbliche Konzession als für den Inhaber geltend zu bezeichnen, denn da ist nicht Rücksicht genommen auf die rein elektrotechnische gewerbliche Konzession des Ausführenden (A) und auf die anderweitig technische gewerbliche Konzession des Inhabers (B), welche beide Personen nicht identisch sein müssen, und endlich auf die Konzession als Betriebsleiter (C), der ein Angestellter des Inhabers sein kann. Wenn aber A eine Anlage ausführt, so genügt seine elektrotechnische Konzession nicht auch dazu, daß er mit derselben etwa eine Spinnerei betreibt, obwohl er auch gleichzeitig Inhaber ist, er kann aber als Betriebsleiter auftreten bezw. anerkannt werden, selbst wenn er nicht mit B identisch ist. Übrigens sind die Umstände in dieser Hinsicht heute schon etwas übersichtlicher und die Verfahren werden so sehr vereinfacht, daß man sich nicht über Verschleppung und hohe Kosten beschweren kann, wenn nicht böswillige Interessenten Unstimmigkeiten mit den bestehenden Bestimmungen herausfinden können.

Einer der interessantesten Abschnitte, nämlich der über „das schweizerische Ausfuhrverbot auf elektrische Energie“ ist leider etwas kurz geraten, denn gerade in dieser Frage wäre es höchst interessant und lehrreich, die Ansicht eines Mannes kennen zu lernen, der einerseits hervorragend gesetzkundig ist, andererseits seinen juristischen Blick durch das Studium technischer und wirtschaftlicher Fragen der Elektrizitätsverwertung geschärft hat und einen bedeutend erweiterten Horizont überblickt. Die darin behauptete industrielle Rückständigkeit der Schweiz wegen der vielen Gebirge und Gletscher möchten wir wohl nicht anerkennen, denn gerade die dort vorfindlichen Wasserkräfte mit Hochgefälle und Rückhaltung großer Wassermengen in Form von Schnee und Eis haben in den weniger gebirgigen Gegenden mit Hilfe der ferngeleiteten Elektrizität eine industrielle Entwicklung hervorgerufen, welche den Mangel derselben in vielen sterilen Kantonen sicherlich wettmacht, und schließlich sind auch Licht- und Heizungsanlagen für große Alpenhotels und Kraftanlagen für elektrische Bergbahnen „industrielle Anlagen“.

Auch scheint es nicht zu besorgen zu sein, daß der Bundesrat das Verbot der Ausfuhr so weit ausdehnen wird, als Dr. Schreiber an dem Beispiel der ins Nachbarland überführenden Bahnen zeigen will. Immerhin ist aber aus den Ausführungen zu entnehmen, daß der Verfasser im Grunde des Herzens ein Gegner des allzuweit getriebenen Ausfuhrverbotes ist, und mit Recht. Warum soll ein günstig gelegenes Elektrizitätswerk seine Ware (denn das ist schließlich trotz aller Erörterungen über das Wesen der Elektrizität das Erzeugnis eines Elektrizitätswerkes vom kommerziellen Standpunkt doch) nicht ins Ausland exportieren und Geld dafür hereinbringen dürfen, solange dieselbe im Inland nicht die gleiche Absatzmöglichkeit besitzt? Man nimmt doch auch das Geld des Ausländers auf dem Wege des Fremdenverkehrs und Österreich exportiert ja sogar Kohle, Eisen, Zucker in volkswirtschaftlich ganz ungesunder Weise, so daß diese Produkte im Ausland billiger zu haben sind als im Inland. Natürlich, ein Schutz dagegen, daß es mit elektrischer Energie ebenso getrieben wird, ist geboten, aber dann wohl nur, wenn in vollster Konsequenz auch die übrigen Exportartikel in analoger Weise getroffen werden. Doch darüber wäre eben eine ausführlichere Darlegung von Dr. Schreibers Ansicht so interessant gewesen.

Besonders hervorheben möchten wir noch die Ausführungen über „Schadensrecht“ (Seite 164 ff.)

Digitized by Google

welche das Unrecht betonen, das den Elektrizitätswerken bezw. der ganzen elektrotechnischen Industrie im Gegensatz zur Gasindustrie mit einer nur wenig bedingten Schadenersatzpflicht angetan wird.

Mit Recht wird auf die darin liegende unnötige Strenge gegenüber der Elektroindustrie hingewiesen und in warmem Eintreten für die Rechte derselben gegen die ihre Entwicklung schädigenden Eingriffe Protest erhoben.

Die vorstehenden Ausführungen dürften wohl unsere einleitenden Bemerkungen über dieses höchst interessante und schätzenswerte Buch vollkommen rechtfertigen.

Zur analytischen und graphischen Bestimmung von Strom- und Teilspannungsörtern bei Reihenschaltungen.

Von Karl Richter.

(Schluß von Heft 5, Seite 89.)

c)

Die Gleichungen für einen hinteren Teilpunkt lassen sich aus den Diagrammen der Fig. 4 ableiten.

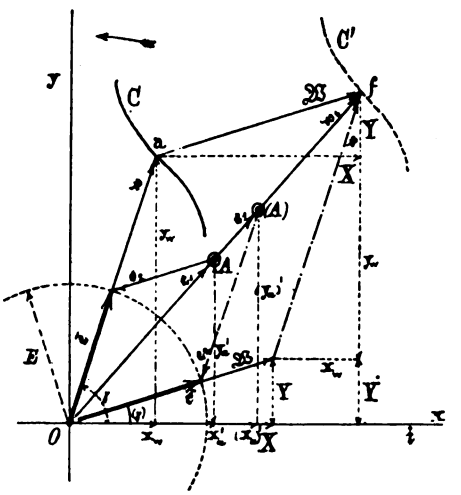


Fig. 4.

Die Summierung der Widerstandsvektoren $Oa = \mathfrak{w}$ und $af = \mathfrak{W}$ ergibt den der ersten Teilspannung entsprechenden Gesamtwiderstand $Of = \mathfrak{w} + \mathfrak{W} = \mathfrak{w}_s$, wobei die angegebene Reihenfolge der Summanden der Schaltfolge V_1 entspricht. Aus Fig. 1c erhält man die Spannungsgleichungen $\bar{e} = e_1 + e_2$ oder

$$i\mathfrak{w} = i(\mathfrak{w} + \mathfrak{W}) - i\mathfrak{W} = i\mathfrak{w}_s - i\mathfrak{W} \quad . \quad 44)$$

$$\bar{e} = i\mathfrak{w} \quad . \quad 45)$$

$$e_1 = i(\mathfrak{w} + \mathfrak{W}) = i\mathfrak{w}_s \quad . \quad 46)$$

$$e_2 = -i\mathfrak{W} \quad . \quad 47)$$

Da in dem vorliegendem System der Richtungswinkel von i konstant gleich Null ist, haben $\bar{e}$ und e_1 die Richtungen der zugehörigen Widerstände.

Zur Bestimmung der Amplitude von e_1 erhalten wir, da die Gleichungen 45) und 46) in derselben Form auch für die absoluten Werte, somit auch für die Längen der betreffenden Spannungsvektoren gelten, $\frac{E}{e_1} = \frac{w}{w+W}$ oder die Proportion $w : w + W = E : e_1$, deren Konstruktion in bekannter Weise den Punkt A, als Endpunkt der ersten Teilspannung, für den Wert Oa des veränderlichen Widerstandes ergibt.

Wenn der Punkt a auf der Kurve C fortschreitet, so nimmt auch der Spannungsteilpunkt A der Reihe nach verschiedene Lagen ein, indem er die Ortkurve dieses Punktes beschreibt. Sind x_a' und y_a' für die Schaltfolge V_1 die laufenden Koordinaten derselben, so ergeben sich aus der Figur die Beziehungen

$$\frac{y_a'}{x_a'} = \frac{y_\omega + Y}{x_\omega + X} \text{ und } \frac{E}{w} = \frac{OA}{Of} = \frac{y_a'}{x_\omega + X} = \frac{y_a'}{x_\omega + Y}$$

und daraus, vermöge des Wertes $w = \sqrt{x_\omega^2 + y_\omega^2}$ für den Modul des veränderlichen Widerstandes die Gleichungen:

$$V_1 \begin{cases} \frac{y_a'}{x_a'} = \frac{y_\omega + Y}{x_\omega + X} & \text{III}_1' \\ E = \frac{x_a'}{x_\omega + X}\sqrt{x_\omega^2 + y_\omega^2} & \text{III}_2' \\ E = \frac{y_a'}{y_\omega + Y}\sqrt{x_\omega^2 + y_\omega^2} & \text{III}_3' \end{cases}$$

aus welchen wieder mit Hilfe der Ortgleichung von $\mathfrak{w}$ (22 oder 23) die Widerstandskomponenten x_ω und y_ω eliminiert und die Gleichung des Teilspannungsortes erhalten werden kann. Ist die Ortgleichung von $\mathfrak{w}$ nicht gegeben, so ist man auf eine punktweise Konstruktion nach den angegebenen Verfahren angewiesen.

Für die Schaltfolge K_1 ist nach Fig. 1c $\bar{e} = e_1 + e_2$ oder

$$i\mathfrak{W} = i(\mathfrak{W} + \mathfrak{w}) - i\mathfrak{w} = i\mathfrak{w}_s - i\mathfrak{w} \quad . \quad 48)$$

$$\bar{e} = i\mathfrak{W} \quad . \quad 49)$$

$$e_1 = i(\mathfrak{W} + \mathfrak{w}) = i\mathfrak{w}_s \quad . \quad 50)$$

$$e^{\mathfrak{E}} = -i\mathfrak{w} \quad . \quad 51)$$

Die Spannung $\bar{e}$ hat, als Vektor dargestellt, die unveränderliche Richtung des konstanten Widerstandes $\mathfrak{W}$ und der Vektor der ersten Teilspannung e_1 jene von $\mathfrak{W} + \mathfrak{w} = \mathfrak{w}_s$.

Wendet man die Formeln 49) und 50), wie früher, auf die Amplituden an, so folgt $\frac{E}{e_1} = \frac{W}{W+w}$ und man kann daher, wie in Fig. 4 gezeigt, mit Hilfe der Proportion

$$W : W + w = E : e_1$$

für irgendeinen Wert $bf = Oa = \mathfrak{w}$ des veränderlichen Widerstandes, welcher den verschobenen Ort C' desselben entspricht, leicht den zugehörigen Spannungsteilpunkt (A) erhalten.

Sind $(x_a)'$ und $(y_a)'$ die Koordinaten von (A) und zugleich die laufenden Koordinaten des Teilspannungsortes, so folgen aus der Figur die Beziehungen

$$\frac{(y_a)'}{(x_a)'} = \frac{y_\omega + Y}{x_\omega + X} \text{ und } \frac{E}{W} = \frac{O(A)}{Of} = \frac{(x_a)'}{x_\omega + X} = \frac{(y_a)'}{y_\omega + Y}$$

aus welchen man, da $W = \sqrt{X^2 + Y^2}$ ist, für die Schaltfolge K_1 die Gleichungen

$$K_1 \begin{cases} \frac{(y_a)'}{(x_a)'} = \frac{y_\omega + Y}{x_\omega + X} & (\text{III}_1)' \\ E = \frac{(x_a)'}{x_\omega + X}\sqrt{X^2 + Y^2} & (\text{III}_2) \\ E = \frac{(y_a)'}{y_\omega + Y}\sqrt{X^2 + Y^2} & (\text{III}_3)' \end{cases}$$

erhält.

Aus diesen kann wie früher die Gleichung des Teilspannungsortes abgeleitet werden, wenn der Zusammenhang von x_ω, y_ω in Form der Ortgleichung von $\mathfrak{w}$ gegeben ist.

Im allgemeinen sind hier für beide Schaltfolgen die Teilspannungsörter Kurven, da Of seine Lage mit jener von Oa ändert, und beide Spannungsteil-

Digitized by Google

punkte, nach Fig. 4, immer auf der jeweiligen Widerstandsstrecke Of oder deren Verlängerung liegen.

Wenn sich der Teilpunkt A in Fig. 1 bei N befindet, wird für die Schaltfolge V_1 sowohl bei einem inneren als bei einem hinteren Teilpunkt, wie die Schemata a) und c) zeigen, der konstante Widerstand $\mathfrak{W}$, somit auch X und Y, gleich Null. Die Formeln I_2' und I_3' bezw. III_2' und III_3' ergeben dann übereinstimmend für die Ortkoordinaten die Werte

$$x_a' = E\frac{x_\omega}{\sqrt{x_\omega^2 + y_\omega^2}} \text{ und } y_a' = E\frac{y_\omega}{\sqrt{x_\omega^2 + y_\omega^2}}.$$

Für die Schaltfolge K_1 wird in beiden Fällen $\mathfrak{w}$, also auch x_ω und y_ω, gleich Null und man erhält aus den Formeln $(I_2)'$ und $(I_3)'$ bezw. $(III_2)'$ und $(III_3)'$ übereinstimmend

$$(x_a)' = E\frac{X}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \text{ und } (y_a)' = E\frac{Y}{\sqrt{X^2 + Y^2}},$$

wodurch die auf den Grenzfall eines inneren und hinteren Teilpunktes auf Seite 91 gemachte Bemerkung bestätigt wird.

Wendet man noch die Gleichungen 45) und 49) auf die Amplituden an, so erhält man für die Schaltfolge V_1 zur Bestimmung des absoluten Wertes der Stromstärke

$$i = \frac{E}{w} = \frac{E}{\sqrt{x_\omega^2 + y_\omega^2}} \quad \ldots \quad 52)$$

oder im Längenmaßstab bei Wahl einer Länge (k) als Konstruktionseinheit

$$i = \frac{k\,E}{w} = \frac{(k)\,E}{\sqrt{x_\omega^2 + y_\omega^2}} \quad \ldots \quad 53).$$

Ebenso erhält man für die Schaltfolge K_1

$$J = \frac{E}{W} = \frac{E}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \quad \ldots \quad 54)$$

und

$$J = \frac{(k)E}{W} = \frac{(k)\,E}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \quad \ldots \quad 55),$$

da die Stromamplitude in diesem Falle konstant ist.

Das System mit fester Stromachse ergibt, wie bekannt, für den Ort des Stromvektors einfach die Abszissenachse und bauen sich die Widerstandsdiagramme direkt auf dieser Achse auf; dagegen liefert es für die Teilspannungsörter in der Regel weniger einfache Kurven als jenes mit fester Spannungsachse*).

Es wird daher dieses System meist vorgezogen und sollen für dasselbe in folgendem die Gleichungen zur Ermittlung der Teilspannungsörter unter den Annahmen abgeleitet werden, daß der Anfangspunkt des Spannungsvektors mit konstanter Amplitude mit dem Ursprung und seine Richtung mit jener der positiven Abszissenachse eines rechtwinkligen Koordinatensystems zusammenfällt.

Die erste Bedingung liegt auch den für ein System mit fester Stromachse bereits entwickelten Gleichungen zugrunde und wird die Umformung derselben lediglich durch eine Drehung des Koordinatensystems um den konstanten oder veränderlichen Winkel erfolgen können, den bei fester Stromachse, die Spannung mit konstanter Amplitude mit dieser Achse bildet.

Der Stromvektor nimmt natürlich nicht an der Drehung des Koordinatensystems teil, weicht also nach derselben im allgemeinen von der x-Achse ab und beschreibt seinen Endpunkt, nachdem die genannte Spannung in dieser Achse festgelegt ist, ebenfalls einen Ort, der, je nach dem Änderungsgesetz von $\mathfrak{w}$, verschiedene Formen annehmen kann.

Zum Zwecke der Umformung betrachten wir wieder die vorhin behandelten drei Fälle und bezeichnen in dem System mit fester Spannungsachse die laufenden Koordinaten des Teilspannungsortes mit den ungestrichenen Symbolen x_a y_a oder (x_a) (y_a), je nachdem sie sich auf die Schaltfolge V_1 oder K_1 beziehen.

a)

Für die Transformation der Koordinaten gelten für die Schaltfolge V_1 die bekannten Gleichungen

$$x_a' = x_a \cos\alpha - y_a \sin\alpha$$

und

$$y_a' = x_a \sin\alpha + y_a \cos\alpha.$$

In denselben bedeutet α den veränderlichen Winkel, den die Spannung $Od = \bar{e}$ (Fig. 2) mit der Amplitude E mit der Abszissenachse bildet. Aus dieser Figur findet man für die Winkelfunktionen

$$\sin\alpha = \frac{y_\omega + Y}{w_s} \text{ und } \cos\alpha = \frac{x_\omega + X}{w_s}$$

und es wird daher

$$x_a' = x_a\frac{x_\omega + X}{w_s} - y_a\frac{y_\omega + Y}{w_s} \quad \ldots \quad 56)$$

$$y_a = x_a\frac{y_\omega + Y}{w_s} + y_a\frac{x_\omega + X}{w_s} \quad \ldots \quad 57).$$

Setzt man diese Werte in die Gleichungen I') ein, so erhält man

$$V_1\begin{cases} \dfrac{x_a(y_\omega + Y) + y_a(x_\omega + X)}{x_a(x_\omega + Y) - y_a(y_\omega + Y)} = \dfrac{y_\omega}{x_\omega} & \ldots \; I_1 \\ E = \dfrac{1}{x_\omega}\,|x_a(x_\omega + X) - y_a(y_\omega + Y)| & \ldots \; I_2 \\ E = \dfrac{1}{y_\omega}\,|x_a(y_\omega + Y) + y_a(x_\omega + X)| & \ldots \; I_3 \end{cases}$$

Für die Schaltfolge K_1 haben wir die analogen Transformationsgleichungen

$$(x_a)' = (x_a)\cos\alpha - (y_a)\sin\alpha$$

und

$$(y_a)' = (x_a)\sin\alpha + (y_a)\cos\alpha,$$

in welchen die Winkelfunktionen wieder dieselben Werte wie oben haben, indem in diesem Falle die Spannung $\bar{e}$ mit der Abszissenachse denselben Winkel bildet wie früher. Es ist demnach

$$(x_a)' = (x_a)\frac{x_\omega + X}{w_s} - (y_a)\frac{y_\omega + Y}{w_s}$$

$$(y_a)' = (x_a)\frac{y_\omega + Y}{w_s} + (y_a)\frac{x_\omega + X}{w_s}$$

und die Gleichungen (I)' verwandeln sich mit diesen Werten in die folgenden

$$K_1\begin{cases} \dfrac{(y_a)(x_\omega + Y) + (y_a)(x_\omega + X)}{(x_a)(x_\omega + X) - (y_a)(y_\omega + Y)} = \dfrac{Y}{X} & \ldots \; (I_1) \\ E = \dfrac{1}{X}\,[(x_a)(x_\omega + X) - (y_a)(y_\omega + Y)] & \ldots \; (I_2) \\ E = \dfrac{1}{Y}\,[(x_a)(y_\omega + Y) + (y_a)(x_\omega + X)] & \ldots \; (I_3). \end{cases}$$

*) So würde man zum Beispiel für einen inneren Teilpunkt, wenn $x_\omega = U$ die Ortgleichung von $\mathfrak{w}$ ist, für die Schaltfolge V_1 im ersten System eine Ellipse erhalten, während das zweite, wie wir später sehen werden, einen Kreis liefert.

Digitized by Google

Daraus können wieder, wenn die Gleichung des geometrischen Ortes von w gegeben ist, durch Elimination von x_ω und y_ω die Gleichungen des Teilspannungsortes für die Schaltfolgen V_1 und K_1 erhalten werden.

Da sich der Fall a) auf einen inneren Teilpunkt bezieht, läßt sich für die Konstruktion des Teilspannungsortes der Schaltfolge K_1 aus jenen für V_1 oder umgekehrt, die auf Seite 93, Heft 5, angegebene Drehregel anwenden. Dieselbe läßt sich analytisch durch die Koordinatenbeziehungen

$$x_a + (x_a) = E \quad \ldots\ldots\ldots \quad 60)$$
$$y_a + (y_a) = O \quad \ldots\ldots\ldots \quad 61)$$

ausdrücken, die man leicht aus obigen Gleichungen erhalten kann. x_a y_a und (x_a) (y_a) bedeuten dabei die Koordinaten zweier korrespondierender Punkte auf beiden Örtern, nämlich solcher Punkte, die zu ein und demselben Wert des veränderlichen Widerstandes gehören.

Wie leicht begreiflich, gelten dann analoge Beziehungen auch zwischen den Koordinaten jener Punkte (Mittelpunkte, Endpunkte der Achsen usw.), welche zur Konstruktion der betreffenden Örter dienen.

b)

Bei einem vorderen Teilpunkt bildet bei der Schaltfolge V_1 nach Fig. 3 der Spannungsvektor $\bar{e}$ mit der Richtung der positiven Abszissenachse den Winkel β. Die Transformationsgleichungen

$$x_a' = x_a \cos\beta - y_a \sin\beta$$

und

$$y_a' = x_a \sin\beta + y_a \cos\beta$$

gehen durch Substitution der aus der Figur zu entnehmenden Werte

$$\sin\beta = \frac{Y}{W} \quad \text{und} \quad \cos\beta = \frac{X}{W}$$

in

$$x_a' = x_a \frac{X}{W} - y_a \frac{Y}{W} \quad \ldots\ldots \quad 62)$$

$$y_a' = x_a \frac{Y}{W} + y_a \frac{X}{W} \quad \ldots\ldots \quad 63)$$

über.

Führt man diese Ausdrücke für x_a' und y_a' in die Gleichungen II') ein, so wird

$$V_1 \begin{cases} \dfrac{x_a Y + y_a X}{x_a X - y_a Y} = \dfrac{y_\omega}{x_\omega} \quad \ldots\ldots\ldots & \text{II}_1 \\ E = -\dfrac{1}{x_\omega}(x_a X - y_a Y) \quad \ldots & \text{II}_2 \\ E = -\dfrac{1}{y_\omega}(x_a Y + y_a X) \quad \ldots & \text{II}_3. \end{cases}$$

Bei der umgekehrten Schaltfolge K_1 bildet der Spannungsvektor $\bar{e}$ mit der Abszissenachse (nach Fig. 3) den Winkel (β), für welchen

$$\sin(\beta) = \frac{y_\omega}{w} \quad \text{und} \quad \cos(\beta) = \frac{x_\omega}{w} \quad \text{ist.}$$

Die Transformationsgleichungen

$$(x_a)' = (x_a)\cos(\beta) - (y_a)\sin(\beta)$$
$$(y_a)' = (x_a)\sin(\beta) + (y_a)\cos(\beta)$$

liefern daher die Werte

$$(x_a)' = (x_a)\frac{x_\omega}{w} - (y_a)\frac{y_\omega}{w} \quad \ldots\ldots \quad 64)$$

und

$$(y_a)' = (x_a)\frac{y_\omega}{w} + (y_a)\frac{x_\omega}{w} \quad \ldots\ldots \quad 65),$$

durch welche die Gleichungen (II)' in

$$K_1 \begin{cases} \dfrac{(x_a)\,y_\omega + (y_a)\,x_\omega}{(x_a)\,x_\omega - (y_a)\,y_\omega} = \dfrac{Y}{X} \quad \ldots\ldots\ldots & (\text{II}_1) \\ E = -\dfrac{1}{X}[(x_a)\,x_\omega - (y_a)\,y_\omega] \quad \ldots & (\text{II}_2) \\ E = -\dfrac{1}{Y}[(x_a)\,y_\omega + (y_a)\,x_\omega] \quad \ldots & (\text{II}_3) \end{cases}$$

übergehen.

Mittels der Ortgleichung 22) oder 23) kann man im gegebenen Falle daraus wieder die Gleichungen der Teilspannungsörter für die Schaltfolgen V_1 und K_1 erhalten, wenn man die Komponenten des veränderlichen Widerstandes aus denselben eliminiert.

c)

Für einen hinteren Teilpunkt bildet bei der Schaltfolge V_1 der Vektor der Spannung $\bar{e}$ mit konstanter Amplitude nach Fig. 4 mit der x-Achse den Winkel γ, für welchen

$$\sin\gamma = \frac{y_\omega}{w} \quad \text{und} \quad \cos\gamma = \frac{x_\omega}{w} \quad \text{ist.}$$

Aus den Transformationsgleichungen

$$x_a' = x_a \cos\gamma - y_a \sin\gamma$$
$$y_a' = x_a \sin\gamma + y_a \cos\gamma$$

erhält man demnach die Werte

$$x_a' = x_a \frac{x_\omega}{w} - y_a \frac{y_\omega}{w} \quad \ldots\ldots \quad 66)$$

und

$$y_a' = x_a \frac{y_\omega}{w} + y_a \frac{x_\omega}{w} \quad \ldots\ldots \quad 67).$$

Werden diese in die Gleichungen III' eingesetzt, so findet man für das System mit fester Spannungsachse zwischen den Koordinaten des Widerstandsortes und jenen des Teilspannungsortes die Relationen:

$$V_1 \begin{cases} \dfrac{x_a\,y_\omega + y_a\,x_\omega}{x_a\,x_\omega - y_a\,y_\omega} = \dfrac{y_\omega + Y}{x_\omega + X} \quad \ldots\ldots\ldots & \text{III}_1 \\ E = \dfrac{1}{x_\omega + X}(x_a\,x_\omega - y_a\,y_\omega) \quad \ldots & \text{III}_2 \\ E = \dfrac{1}{y_\omega + Y}(x_a\,y_\omega + y_a\,x_\omega) \quad \ldots & \text{III}_3. \end{cases}$$

Bei der Schaltfolge K_1 ist das Koordinatensystem um den in Fig. 4 mit (γ) bezeichneten Winkel zu drehen. Für denselben ist

$$\sin(\gamma) = \frac{Y}{W} \quad \text{und} \quad \cos(\gamma) = \frac{X}{W}$$

und man erhält aus den Transformationsgleichungen

$$(x_a)' = (x_a)\cos(\gamma) - (y_a)\sin(\gamma)$$
$$(y_a)' = (x_a)\sin(\gamma) + (y_a)\cos(\gamma)$$

die Werte

$$(x_a)' = (x_a)\frac{X}{W} - (y_a)\frac{Y}{W} \quad \ldots\ldots \quad 68)$$

und

$$(y_a)' = (y_a)\frac{Y}{W} + (y_a)\frac{X}{W} \quad \ldots\ldots \quad 69)$$

Setzt man diese in die Gleichungen (III)' ein, so wird

$$K_1 \begin{cases} \dfrac{(x_a)\,Y + (y_a)\,X}{(x_a)\,X - (y_a)\,Y} = \dfrac{y_\omega + Y}{x_\omega + X} \quad \ldots\ldots\ldots & (\text{III}_1) \\ E = \dfrac{1}{x_\omega + X}[(x_a)\,X - (y_a)\,Y] & (\text{III}_2) \\ E = \dfrac{1}{y_\omega + Y}[(x_a)\,Y + (y_a)\,X] & (\text{III}_3), \end{cases}$$

Digitized by Google

welche Gleichungen, gemeinsam mit der Ortgleichung des veränderlichen Widerstandes, wieder benutzt werden können, um den Zusammenhang zwischen den Ortkoordinaten (x_a) und (y_a), also die analytische Form des Teilspannungsortes, zu finden.

Wie bereits erwähnt, weicht in einem System mit fester Spannungsachse der Stromvektor im allgemeinen von der Abszissenachse ab und sein Endpunkt beschreibt eine Bahn, deren Gleichung für gegebene Widerstandsverhältnisse noch zu bestimmen ist. Aus der Rechnung wird sich ergeben, daß die Aufgabe für alle drei obigen Fälle eine gemeinsame Lösung hat.

Bezeichnet man wie früher mit $\bar{e}$ jene Spannung, deren Amplitude E als konstant gilt und mit w_s den Gesamtwiderstand jener Leiterstrecke, an deren Endpunkten diese Spannung wirkt, so ist, wenn wir vorläufig annehmen, daß diese Strecke auch den veränderlichen Widerstand enthält, $i = \frac{\bar{e}}{w_s}$. Ist ferner φ das Argument von w_s und bedeuten x_s und y_s die algebraischen Summen aller Resistanzen und Reaktanzen, aus welchen sich w_s zusammensetzt und x_i y_i die Koordinaten eines beliebigen Punktes der Kurve, welche der Endpunkt des Stromvektors bei der Änderung des Widerstandes beschreibt, während sich sein Anfangspunkt im Ursprung befindet, so ist einerseits $\operatorname{tg}\varphi = \frac{y_s}{x_s}$, andererseits $\operatorname{tg}(-\varphi) = \frac{y_i}{x_i}$, somit

$$\frac{y_i}{x_i} = -\frac{y_s}{x_s} \quad \ldots\ldots\ldots \text{IV)}.$$

Ferner erhält man, wenn die Gleichung für i bei Annahme einer Länge (k) als Konstruktionseinheit auf die Amplituden angewendet wird,

$$i = \frac{(k)\,E}{w_s},$$

oder vermöge der Werte

$$w_s = \sqrt{x_s^2 + y_s^2} \text{ und } i = \sqrt{x_i^2 + y_i^2}$$

$$E = \frac{1}{(k)}\sqrt{(x_i^2 + y_i^2)(x_s^2 + y_s^2)} \quad \ldots \text{V)}.$$

Aus den Gleichungen IV) und V) kann in analoger Weise wie bei den Spannungen die Gleichung des geometrischen Ortes des Endpunktes des Stromvektors gefunden werden, wenn man die Widerstandskoordinaten x_w und y_w, welche in den Summen x_s und y_s allein oder mit konstanten Resistanzen bezw. Reaktanzen vorkommen, mit Hilfe der Ortgleichungen $y_w = f_1(x_w)$ oder $x_w = f_2(y_w)$ des veränderlichen Widerstandes eliminiert.

Um den Zusammenhang der Ortkoordinaten x_i, y_i mit den in x_s und y_s enthaltenen, veränderlichen Widerstandskomponenten x_w und y_w zu ermitteln, sind die Gleichungen IV und V nach x_i und y_i aufzulösen. Man findet zunächst

$$x_i = \pm\frac{(k)\,E\,x_s}{x_s^2 + y_s^2};\quad y_i = \pm\frac{(k)\,E\,y_s}{x_s^2 + y_s^2}.$$

Da aber zu einen bestimmten Wert des veränderlichen Widerstandes immer nur ein Stromwert gehören kann, ist noch eine Entscheidung hinsichtlich der Vorzeichen erforderlich. Nun befindet sich der Endpunkt des Stromvektors

für x_s + und y_s + im negativen I. Quadranten und ist dann x_i +, y_i −
„ x_s − „ y_s + „ „ II. „ „ „ „ x_i −, y_i −
„ x_s − „ y_s − „ „ III. „ „ „ „ x_i −, y_i +
„ x_s + „ y_s − „ „ IV. „ „ „ „ x_i +, y_i +

x_i und x_s haben also stets gleiche, y_i und y_s ungleiche Vorzeichen.

Da in den Ausdrücken für x_i und y_i die quadratischen Nenner sowie die Größen (k) und E in den Zählern stets positiv sind, werden ihre Vorzeichen von jenen der Größen x_s und y_s bestimmt und es ist somit eindeutig

$$x_i = \frac{(k)\,E\,x_s}{x_s^2 + y_s^2} \quad \ldots\ldots \text{VI)}$$

$$y_i = -\frac{(k)\,E\,y_s}{x_s^2 + y_s^2} \quad \ldots\ldots \text{VII)}.$$

Würde der veränderliche Widerstand nicht auf der zur Spannung $\bar{e}$ gehörigen Leiterstrecke liegen, so würden in obigen Formeln statt x_s und y_s die einer konstanten Widerstandssumme $\mathfrak{W}_s$ entsprechenden (mit großen Buchstaben zu bezeichnenden) Komponenten X_s und Y_s einzusetzen und der Ort des Stromvektors in diesem Falle ein Punkt sein.

Die vorstehenden Gleichungen bezw. Gleichungsgruppen I bis VII beziehen sich zunächst auf Reihenschaltungen, in welchen nur ein veränderlicher Teilwiderstand vorkommt. Sind mehrere veränderliche Widerstände vorhanden, so lassen sich dieselben zur Ortbestimmung für solche Gebiete anwenden, in welchen nur eine solche Variable enthalten ist. Denn für jeden Wert der Veränderlichen kann man mittels der konstanten Spannung die Stromstärke und aus dieser sowie den anderen Widerständen die übrigen Spannungen erhalten, wenn nur eine genügende Zahl von Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Veränderlichen bekannt ist, um die Werte bestimmen zu können, welche dieselben gleichzeitig annehmen.

Im allgemeinen werden sich bei $n-1$ Abhängigkeiten und n-Variablen die geometrischen Örter in Form von Linien und wenn die Zahl der Abhängigkeiten kleiner ist, in Form von Flächen ergeben, die von solchen linearen Örtern ganz oder teilweise begrenzt sind.

Jedenfalls können die vorstehenden mit römischen Ziffern bezeichneten Gleichungen als ein Hilfsmittel zur Bestimmung der Strom- und Teilspannungsörter betrachtet werden, da sich aus denselben bei gegebener Widerstandsgleichung, die geometrischen Örter leicht ableiten lassen. Aus diesen ergeben sich wieder in der Regel ganz einfache und daher leicht konstruierbare Ausdrücke für ihre Bestimmungsstücke, welche häufig nicht alle ermittelt werden brauchen, da zumeist bekannt ist, daß der Ort durch andere gegebene Punkte, zum Beispiel den Leerlaufpunkt, hindurchgehen muß. Es würde uns zu weit führen, an dieser Stelle auf die Anwendungen der entwickelten Formeln einzugehen und wir wollen daher auch für den praktisch am meisten in Betracht kommenden Fall, bei welchen in der Reihenschaltung nur eine Resistanz oder Reaktanz verändert wird, nur den Rechnungsvorgang kurz andeuten und sodann die auf denselben bezüglichen Resultate für eventuellen Gebrauch beim Entwurf von Ortdiagrammen in zwei Übersichtstabellen zusammenfassen.

Bezeichnet man die in dem veränderlichen Widerstand w enthaltene variable Resistanz mit x_1

Digitized by Google

Tabelle I.

Geometrische Örter des Spannungsteilpunktes.

Zustand	Schalt-Lage	Variable	Ortgleichung	Ortskoordinaten x_a und (x_a)	Ortskoordinaten y_a und (y_a)	Leerlauf-Koordinaten x_{a0} (x_{a0})	Leerlauf-Koordinaten y_{a0} (y_{a0})	Kurzschluss-Koordinaten x_{a0} und (x_{a0})	Kurzschluss-Koordinaten y_a und (y_a)
innen	v	x_1	$x_a^2+y_a^2-b\frac{z'v+y}{v+y^2}x_a-b\frac{x}{v+y^2}y_a+\frac{b^2v}{v+y}=0$	$b\frac{v(v+y)+x_a(x+x_a)}{(v+y)^2+(x+x_a)^2}$	$b\frac{vx-x_ay}{(v+y)^2+(x+x_a)^2}$	b	0	$b\frac{v(v+y)+u(u+x)}{(v+y)^2+(u+x)^2}$	$b\frac{vx-uy}{(v+y)^2+(u+x)^2}$
		y_1	$x_a^2+y_a^2-b\frac{zu+x}{u+x^2}x_a+b\frac{y}{u+x^2}y_a+\frac{b^2u}{u+x}=0$	$b\frac{u(u+x)+y_a(y+y_a)}{(u+x)^2+(y+y_a)^2}$	$b\frac{y_ax-uy}{(u+x)^2+(y+y_a)^2}$	b	0	$b\frac{u(u+x)+v(v+y)}{(u+x)^2+(v+y)^2}$	$b\frac{vx-uy}{(u+x)^2+(v+y)^2}$
		x_2	$(x_a)^2+(y_a)^2-b\frac{y}{v+y}(x_a)+b\frac{x}{v+y}(y_a)=0$	$b\frac{(v+y)y+(x+x_a)x}{(v+y)^2+(x+x_a)^2}$	$b\frac{x_ay-vx}{(v+y)^2+(x+x_a)^2}$	0	0	$b\frac{(v+y)y+(u+x)x}{(v+y)^2+(u+x)^2}$	$b\frac{uy-vx}{(v+y)^2+(u+x)^2}$
		y_2	$(x_a)^2+(y_a)^2-b\frac{x}{u+x}(x_a)-b\frac{y}{u+x}(y_a)=0$	$b\frac{(u+x)x+(y+y_a)y}{(u+x)^2+(y+y_a)^2}$	$b\frac{uy-y_ax}{(u+x)^2+(y+y_a)^2}$	0	0	$b\frac{(u+x)x+(v+y)y}{(u+x)^2+(v+y)^2}$	$b\frac{uy-vx}{(u+x)^2+(v+y)^2}$
außen	v	x_1	$-y_a=\frac{y}{x}x_a+b\frac{v}{x}$	$-b\frac{x_ax+vy}{x^2+y^2}$	$b\frac{x_ay-vx}{x^2+y^2}$	$\mp\infty$	$\pm\infty$	$-b\frac{ux+vy}{x^2+y^2}$	$b\frac{uy-vx}{x^2+y^2}$
		y_1	$y_a=\frac{x}{y}x_a+b\frac{u}{y}$	$-b\frac{y_ax+ux}{x^2+y^2}$	$b\frac{uy-y_ax}{x^2+y^2}$	$\mp\infty$	$\mp\infty$	$-b\frac{vy+ux}{x^2+y^2}$	$b\frac{uy-vx}{x^2+y^2}$
		x_2	$(x_a)^2+(y_a)^2+b\frac{y}{v}(x_a)-b\frac{x}{v}(y_a)=0$	$-b\frac{x_ax+vy}{x_a^2+v^2}$	$b\frac{vx-x_ay}{x_a^2+v^2}$	0	0	$-b\frac{ux+vy}{u^2+v^2}$	$b\frac{vx-uy}{u^2+v^2}$
		y_2	$(x_a)^2+(y_a)^2+b\frac{x}{u}(x_a)+b\frac{y}{u}(y_a)=0$	$-b\frac{y_ax+ux}{y_a^2+u^2}$	$b\frac{y_ax-uy}{y_a^2+u^2}$	0	0	$-b\frac{vy+ux}{v^2+u^2}$	$b\frac{vx-uy}{v^2+u^2}$
hinten	v	x_1	$x_a^2+y_a^2-b\frac{z'v+y}{v}x_a+b\frac{x}{v}y_a+\frac{b^2(v+y)}{v}=0$	$b\frac{v(v+y)+x_a(x+x_a)}{x_a^2+v^2}$	$b\frac{x_ay-vx}{x_a^2+v^2}$	b	0	$b\frac{v(v+y)+u(u+x)}{u^2+v^2}$	$b\frac{uy-vx}{u^2+v^2}$
		y_1	$x_a^2+y_a^2-b\frac{zu+x}{u}x_a-b\frac{y}{u}y_a+\frac{b^2(u+x)}{u}=0$	$b\frac{u(u+x)+y_a(y+y_a)}{y_a^2+u^2}$	$b\frac{uy-y_ax}{y_a^2+u^2}$	b	0	$b\frac{u(u+x)+v(v+y)}{v^2+u^2}$	$b\frac{uy-vx}{v^2+u^2}$
		x_2	$-(y_a)=\frac{y}{x}(x_a)-b\frac{v+y}{x}$	$b\frac{(v+y)y+(x_a+x)x}{x^2+y^2}$	$b\frac{vx-x_ay}{x^2+y^2}$	$\pm\infty$	$\mp\infty$	$b\frac{(v+y)y+(u+x)x}{x^2+y^2}$	$b\frac{vx-uy}{x^2+y^2}$
		y_2	$(y_a)=\frac{x}{y}(x_a)-b\frac{u+x}{y}$	$b\frac{(u+x)x+(y+y_a)y}{x^2+y^2}$	$b\frac{y_ax-uy}{x^2+y^2}$	$\pm\infty$	$\pm\infty$	$b\frac{(u+x)x+(v+y)y}{x^2+y^2}$	$b\frac{vx-uy}{x^2+y^2}$

Tabelle II.

Geometrische Örter der Stromvektoren.

Zustand	Schalt-Lage	Variable	Ortgleichung	Ortskoordinaten x_i und (x_i)	Ortskoordinaten y_i und (y_i)	Leerlauf-Koordinaten x_{i0} (x_{i0})	Leerlauf-Koordinaten y_{i0} (y_{i0})	Kurzschluss-Koordinaten x_{i0} und (x_{i0})	Kurzschluss-Koordinaten y_{i0} und (y_{i0})
innen	v	x_1	$x_i^2+y_i^2+\frac{(k)b}{v+y}y_i=0$	$\frac{(k)b(x+x_a)}{(x+x_a)^2+(v+y)^2}$	$-\frac{(k)b(v+y)}{(x+x_a)^2+(v+y)^2}$	0	0	$\frac{(k)b(u+x)}{(u+x)^2+(v+y)^2}$	$-\frac{(k)b(v+y)}{(u+x)^2+(v+y)^2}$
		y_1	$x_i^2+y_i^2-\frac{(k)b}{u+x}x_i=0$	$\frac{(k)b(u+x)}{(u+x)^2+(y+y_a)^2}$	$-\frac{(k)b(y+y_a)}{(u+x)^2+(y+y_a)^2}$	0	0	$\frac{(k)b(u+x)}{(u+x)^2+(v+y)^2}$	$-\frac{(k)b(v+y)}{(u+x)^2+(v+y)^2}$
		x_2	$(x_i)^2+(y_i)^2+\frac{(k)b}{v+y}(y_i)=0$	$\frac{(k)b(x+x_a)}{(x+x_a)^2+(v+y)^2}$	$-\frac{(k)b(v+y)}{(x+x_a)^2+(v+y)^2}$	0	0	$\frac{(k)b(u+x)}{(u+x)^2+(v+y)^2}$	$-\frac{(k)b(v+y)}{(u+x)^2+(v+y)^2}$
		y_2	$(x_i)^2+(y_i)^2-\frac{(k)b}{u+x}(x_i)=0$	$\frac{(k)b(u+x)}{(u+x)^2+(y+y_a)^2}$	$-\frac{(k)b(y+y_a)}{(u+x)^2+(y-y_a)^2}$	0	0	$\frac{(k)b(u+x)}{(u+x)^2+(v+y)^2}$	$-\frac{(k)b(v+y)}{(u+x)^2+(v+y)^2}$
außen	v	x_1	Pol x_i, y_i	$\frac{(k)bx}{x^2+y^2}=x_i$	$-\frac{(k)by}{x^2+y^2}=y_i$	x_i	y_i	x_i	y_i
		y_1	Pol x_i, y_i	$\frac{(k)bx}{x^2+y^2}=x_i$	$-\frac{(k)by}{x^2+y^2}=y_i$	x_i	y_i	x_i	y_i
		x_2	$(x_i)^2+(y_i)^2+\frac{(k)b}{v}(y_i)=0$	$\frac{(k)bx_a}{x_a^2+v^2}$	$-\frac{(k)bv}{x_a^2+v^2}$	0	0	$\frac{(k)bu}{u^2+v^2}$	$-\frac{(k)bv}{u^2+v^2}$
		y_2	$(x_i)^2+(y_i)^2-\frac{(k)b}{u}(x_i)=0$	$\frac{(k)bu}{y_a^2+u^2}$	$-\frac{(k)by_a}{y_a^2+u^2}$	0	0	$\frac{(k)bu}{u^2+v^2}$	$-\frac{(k)bv}{u^2+v^2}$
hinten	v	x_1	$x_i^2+y_i^2+\frac{(k)b}{v}(y_i)=0$	$\frac{(k)bx_a}{x_a^2+v^2}$	$-\frac{(k)bv}{x_a^2+v^2}$	0	0	$\frac{(k)bu}{u^2+v^2}$	$-\frac{(k)bv}{u^2+v^2}$
		y_1	$x_i^2+y_i^2-\frac{(k)b}{u}(x_i)=0$	$\frac{(k)bu}{y_a^2+u^2}$	$-\frac{(k)by_a}{y_a^2+u^2}$	0	0	$\frac{(k)bu}{u^2+v^2}$	$-\frac{(k)bv}{u^2+v^2}$
		x_2	Pol (x_i), (y_i)	$\frac{(k)bx}{x^2+y^2}=(x_i)$	$-\frac{(k)by}{x^2+y^2}=(y_i)$	(x_i)	(y_i)	(x_i)	(y_i)
		y_2	Pol (x_i), (y_i)	$\frac{(k)bx}{x^2+y^2}=(x_i)$	$-\frac{(k)by}{x^2+y^2}=(y_i)$	(x_i)	(y_i)	(x_i)	(y_i)

bezw. eine variable Reaktanz mit y_1, ferner die algebraische Summe aller etwa in $\mathfrak{w}$ noch vorkommenden konstanten Resistanzen mit U und jene der Reaktanzen mit V und die bezüglichen Größen im konstanten Widerstandsteil mit X bezw. Y, so geht die Geichung 22) für $\mathfrak{w}=x_1+U+V$ in

$$y_\omega = V \quad \ldots\ldots\ldots \quad 70)$$

und für $\mathfrak{w}=y_1+V+U$ in

$$x_\omega = U \quad \ldots\ldots\ldots \quad 71)$$

über. Substituiert man, je nach dem betreffenden Fall die eine oder andere dieser Gleichungen, in zwei für denselben geltenden, mit römischen Ziffern bezeichneten Formeln, so erhält man, wenn man schließlich noch x_ω bezw. y^ω eliminiert eine Gleichung zwischen

Digitized by Google

x'_a und y'_a bezw. x_a und y_a, welche die analytische Form des geometrischen Teilspannungsortes darstellt. Die Tabelle I enthält alle hierauf bezüglichen Resultate, welche sich auch leicht auf beliebige Spezialfälle, zum Beispiel auf jene anwenden lassen, wo einzelne der Konstanten X, Y, U, V gleich Null sind.

Um für den Fall einer veränderlichen Resistanz den Ort des Stromvektors zu erhalten, hat man aus den den Formeln IV) und V) auf Seite 115 entsprechenden Ausdrücken

$$\frac{y_i}{x_i} = \frac{Y_s}{x_s} \quad \text{und} \quad E = \frac{1}{(k)}\sqrt{(x_i'^2 + y_i^2)(x_s^2 + Y_s^2)},$$

in welchen jetzt Y_s als Konstante mit großem Buchstaben bezeichnet ist, x_s zu eliminieren, da in der Ortgleichung außer x_i und y_i keine anderen Veränderlichen vorkommen dürfen.

Man erhält zunächst

$$(x_i + y_i)^2 = E\,(k)\,\frac{y_i^2}{Y_s}$$

und sodann nach dem Ausziehen der Quadratwurzel und mit Berücksichtigung, daß $(x_i^2 + y_i^2)$, E und (k) positiv sind, dagegen $\frac{y_i}{Y_s}$ nach den Bemerkungen auf Seite 115 als negativ zu gelten hat, für den Ort des Stromvektors die Kreisgleichung

$$x_i^2 + y_i^2 + \frac{(k)\,E}{Y_s}\,y_i = 0 \quad . \quad . \quad . \quad 71).$$

Der Mittelpunkt des Kreises ist durch die Koordinaten

$$\xi_{ix} = 0;\ \eta_{ix} = -\frac{(k)\,E}{2\,Y_s} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 72)$$

und der Halbmesser durch

$$r_{ix} = \frac{(k)\,E}{2\,Y_s} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 73)$$

bestimmt.

Ersterer liegt, wie Fig. 5 zeigt, für positive Y_s unterhalb, für negative oberhalb der Abszissenachse. Aus den Formeln VI und VII auf Seite 115 folgt, daß für $x_s = \infty$ (Leerlauf) $x_i = y_i = 0$ ist. Ferner zeigen die Formeln, daß für positive x_s, x_i positiv ist.

Wenn daher x_s von $+\infty$ an abnimmt, bewegt sich der Endpunkt des Stromvektors, von 0 beginnend, im Kreise *I* wie der Uhrzeiger und im Kreise *II* im entgegengesetzten Sinne. Diese Bewegungsrichtungen sind in der Figur durch Pfeile angedeutet.

Für einen bestimmten Wert des veränderlichen Widerstandes ergibt sich der zugehörige Punkt auf dem Ort des Stromvektors ebenfalls aus VI und VII, da x_s eine Summe darstellt, in welcher auch die Widerstandskomponente

$$x_\omega = x_1 + U$$

vorkommt.

Wenn $Y_s = 0$ ist, geht die Gleichung 71) in $y_i = 0$ über und ist der Ort des Stromvektors in diesem Falle die Abszissenachse.

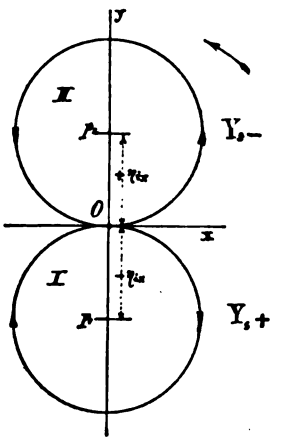


Fig. 5.

Um schließlich für den Fall einer variablen Reaktanz den Ort des Stromvektors zu bestimmen, hat man aus den Formeln IV und V auf Seite 115, welche jetzt (da x_s eine Konstante ist) in der Form

$$\frac{y_i}{x_i} = -\frac{y_s}{X_s} \quad \text{und} \quad E = \frac{1}{(k)}\sqrt{(x_i^2 + y_i^2)(X_s^2 + y_s^2)}$$

zu schreiben sind, die mit der Variablen behaftete Größe y_s zu eliminieren.

Es wird zunächst

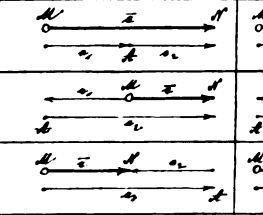
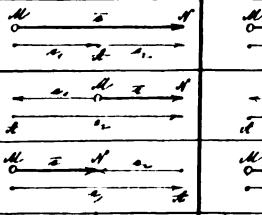
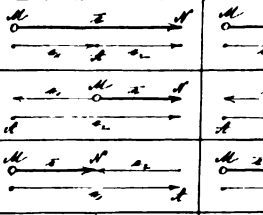
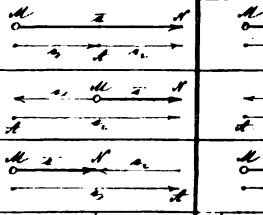
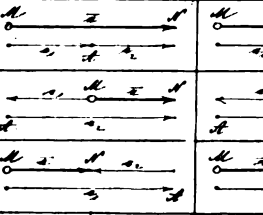
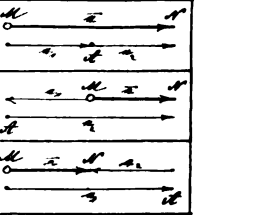
$$(x_i^2 + y_i^2) = E^2(k)^2\,\frac{x_i^2}{X_s^2};$$

und da nach Seite 115, nach dem Ausziehen der Quadratwurzel, die rechte Seite positiv sein muß, da x_i und X_s gleiche Vorzeichen haben, erhält man für den Ort des Endpunktes des Stromvektors die Gleichung

$$x_i^2 + y_i^2 - \frac{(k)\,E}{X_s}\,x_i = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 74),$$

Tabelle III.

Übersicht über die Schaltfälle.

		I V'_s		I K_s		II V_s		II K_s		III V_s		III K_s	
Stellungen													
	Gr.	∞	0	0	∞	Gr.	∞	0	0	∞	Gr.	∞	0	0	∞
a	1	x_1	x	x	x_1	2	x_1	y	y	x_1	5	x_1	$x+y$	$y+x$	x_1
b		x_1+u	x	x	$u+x_1$		x_1+u	y	y	$u+x_1$		x_1+u	$x+y$	$y+x$	$u+x_1$
c	3	x_1+v	x	x	$v+x_1$	4	x_1+v	y	y	$v+x_1$	6	x_1+v	$x+y$	$y+x$	$v+x_1$
d		x_1+u+v	x	x	$v+u+x_1$		x_1+u+v	y	y	$v+u+x_1$		x_1+u+v	$x+y$	$y+x$	$v+u+x_1$
α	2'	y_1	x	x	y_1	1'	y_1	y	y	y_1	5'	y_1	$x+y$	$y+x$	y_1
β		y_1+v	x	x	$v+y_1$		y_1+v	y	y	$v+y_1$		y_1+v	$x+y$	$y+x$	$v+y_1$
γ	4'	y_1+u	x	x	$u+y_1$	3'	y_1+u	y	y	$u+y_1$	6'	y_1+u	$x+y$	$y+x$	$u+y_1$
δ		y_1+v+u	x	x	$u+v+y_1$		y_1+v+u	y	y	$u+v+y_1$		y_1+v+u	$x+y$	$y+x$	$u+v+y_1$

Digitized by Google

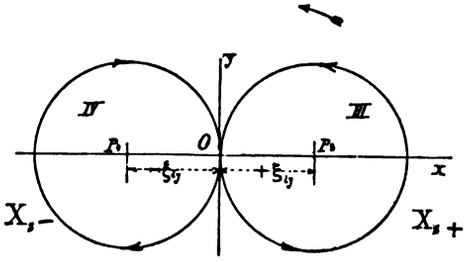
eines Kreises, mit den Mittelpunktkoordinaten

$$\xi_{iy} = \frac{(k)\,E}{2\,X_s} \text{ und } \eta_{iy} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 75)$$

und dem Halbmesser

$$r_{iy} = \frac{(k)\,E}{2\,X_s} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 76).$$

Fig. 6.



Dieser Kreis liegt, wie Fig. 6 zeigt, für positive X_s rechts, für negative X_s links von der Ordinatenachse und berührt diese in beiden Fällen im Ursprung.

Für den Leerlaufzustand findet man aus den Formeln VI und VII auf Seite 115, wenn man in diese den Wert $y_s = \infty$ einsetzt, $x_i = y_i = 0$.

Ebenso ergibt sich aus diesen Formeln, daß für positive y_s, y_i negativ ist. Wenn daher y_s von $+\infty$ an abnimmt, bewegt sich der Endpunkt des Stromvektors auf beiden Kreisen von 0 aus nach unten, so daß die Bewegung dieses Punktes, wie durch die Pfeile angedeutet, im Kreise *III* eine links-, dagegen im Kreise IV eine rechtsläufige ist.

Die Resultate für die Stromörter sind in der Tabelle II übersichtlich zusammengestellt.

Ferner findet man noch in Tabelle III eine Übersicht über alle Fälle, welche nach den in den ersteren beiden angegebenen Formeln behandelt werden können.

Zusammenfassung.

Es werden für Reihenschaltungen einige Gleichungen entwickelt, aus denen mit Hilfe jener eines veränderlichen Widerstandes, die Ortgleichungen der Strom- und Teilspannungsörter abgeleitet werden können.

Die Resultate für die Sonderfälle, in welchen nur eine Resistanz oder Reaktanz veränderlich ist, werden tabellarisch zusammengestellt, um aus denselben die erwähnten geometrischen Örter, und die charakteristischen Punkte auf denselben direkt aus ihren Bestimmungsstücken konstruieren zu können und dadurch gegebenenfalls rascher als durch die Zerlegungsmethode zum Ziel zu gelangen und eventuelle Fehler, welche namentlich durch ungenügende Beachtung der Richtungsverhältnisse entstehen können, zu vermeiden.

Es wird angestrebt, wenigstens für die einfachsten und praktisch häufig vorkommenden Leitverbindungen wie: Reihenschaltungen, Parallelschaltungen usw., solche Formeln aufzustellen, um bei dem Entwurf von Ortdiagrammen nicht jedesmal auf die Elemente zurückgreifen zu müssen.

Die Verwendung von Dampfturbinen zur Gewinnung von Heiz- und Niederdruckdampf.

Von Ing. **Rudolf Boye.**

(Schluß von Heft 5, Seite 95.)

Eine Aktions-Gegendruckturbine in der Bauart der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft ist in Fig. 9 dargestellt, zu deren Erläuterung nach vorstehendem nichts weiter bemerkt zu werden braucht. Die Regulierung der Gegendruckturbine der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft erfolgt durch den in Fig. 10 und 11 dargestellten Mechanismus. Wie ersichtlich, beeinflußt der horizontale Federregulator einen kleinen entlasteten Rundschieber, der den Zutritt von Drucköl über oder unter einen Druckkolben bewirkt. Mit dem Druckkolben ist ein Doppelsitzventil gekuppelt, welches in der Frischdampfzuführung liegt. Bei steigender Umdrehungszahl steuert der von der Regulatormuffe beeinflußte Rundschieber das Drucköl so, daß es über den Druckkolben tritt. Hiedurch wird das Doppelsitzventil herabgedrückt, so daß eine Drosselung des Dampfes, das heißt eine verminderte Energiezufuhr zur Turbine, stattfindet, wodurch deren Tourenzahl sinkt. Nach Erreichung des normalen Zustandes gehen Regulatormuffe, Rundschieber und Druckkolben wieder in ihre normale Lage zurück.

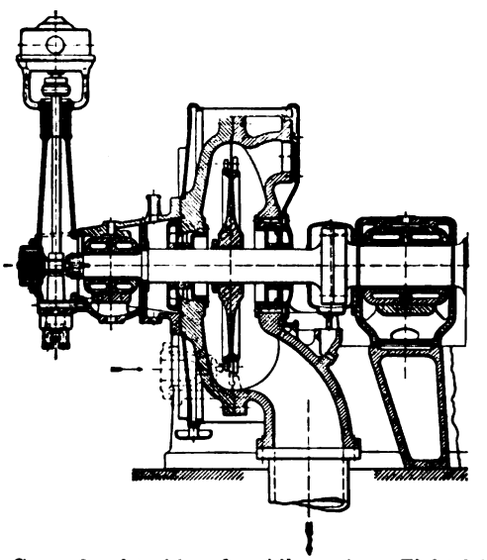


Fig. 9. Gegendruckturbine der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft.

Um bei Betrieben mit stark schwankender Belastung längere Drosselperioden zu vermeiden, wird hier ebenfalls eine Düsenregulierung nach Fig. 11 angewendet. Bei derselben treten an Stelle des Doppelsitzventiles eine Reihe von Zusatzdüsen, welche durch eine von dem Druckkolben beeinflußte Kurvensteuerung je nach der Belastung zu- oder abgeschaltet werden. Es wird hiedurch ein größerer oder kleinerer Dampfweg zu dem Laufrad freigegeben, so daß eine Drosselung nur noch in ganz geringem Maße erforderlich ist. Wenn die Belastungsschwankungen langsam und mit ziemlicher Regelmäßigkeit erfolgen, wie dieses zum Beispiel in Elektrizitätswerken der Fall ist, so kann auf die automatische Düsenregulierung verzichtet und an ihrer Stelle ein Zu- oder Abschalten der Zusatzdüsen von Hand treten. Die Feineinstellung der Umdrehungszahl erfolgt dabei wiederum selbsttätig von dem Regulator aus durch Betätigung des Drosselventiles. Den geeigneten Zeitpunkt zur Einschaltung der Zusatzdüsen kann der Maschinist an den vor und hinter dem Drosselventil angebrachten Manometern erkennen, an denen er die Größe der jeweils herrschenden Drosselung ablesen kann. Eine

Digitized by Google

Schnittzeichnnng einer derartigen Handdüsenregulierung ist in Fig. 12 gegeben.

Im Gegensatz zu den hier beschriebenen Aktionsturbinen arbeitet die gleichfalls von der A.-G. Brown, Boveri & Cie. gebaute Parsonsturbine nach dem Reaktionsprinzip. Bei ihr erfolgt die Umwandlung der potentiellen in kinetische Dampfenergie im Gegensatz zu der Aktionsturbine sowohl in den feststehenden als auch in den umlaufenden Schaufelkränzen, das heißt sowohl im Leit- als auch im Laufapparat. Das Druck- und Geschwindigkeitsdiagramm hat also das Aussehen der Fig. 13, bei welcher wiederum mit Rücksicht auf größere Deutlichkeit von der Einhaltung eines bestimmten Maßstabes Abstand genommen worden ist. Wie aus dem Diagramm zu ersehen ist, besteht zwischen den Ein- und Austrittskanten einer Laufschaufel stets ein gewisser Druckunterschied, welcher als charakteristisches Merkmal der Reaktionsturbine anzusehen ist. Durch diesen Druckunterschied wird ein gewisser Spaltüberdruck bedingt, durch den der Dampf zum Abweichen von der vorgeschriebenen Bahn neigt. Es muß deshalb eine sorgfältige Abdichtung zwischen ruhendem und umlaufendem Teil stattfinden, welche durch möglichste Verkleinerung der Abstände zwischen Lauf- und Leitapparat erreicht wird. Außerdem wird zur Verkleinerung des toten Raumes zwischen diesen Teilen die Welle trommelartig ausgebildet, wie dieses in der Schnittzeichnung einer Parsons-Gegendruckturbine (Fig. 14) zu ersehen ist. Ein großer Vorzug der Parsonsturbine liegt darin, daß durch die geringe Dampfgeschwindigkeit in den Schaufeln deren Abnutzung auf ein Mindestmaß herabgedrückt wird. Außerdem bildet die Lauftrommel einen starren Körper, dessen kritische Tourenzahl weit über der Betriebsumdrehungszahl liegt, so daß größte Betriebssicherheit unter allen Betriebsverhältnissen und -zufälligkeiten gewährleistet ist.

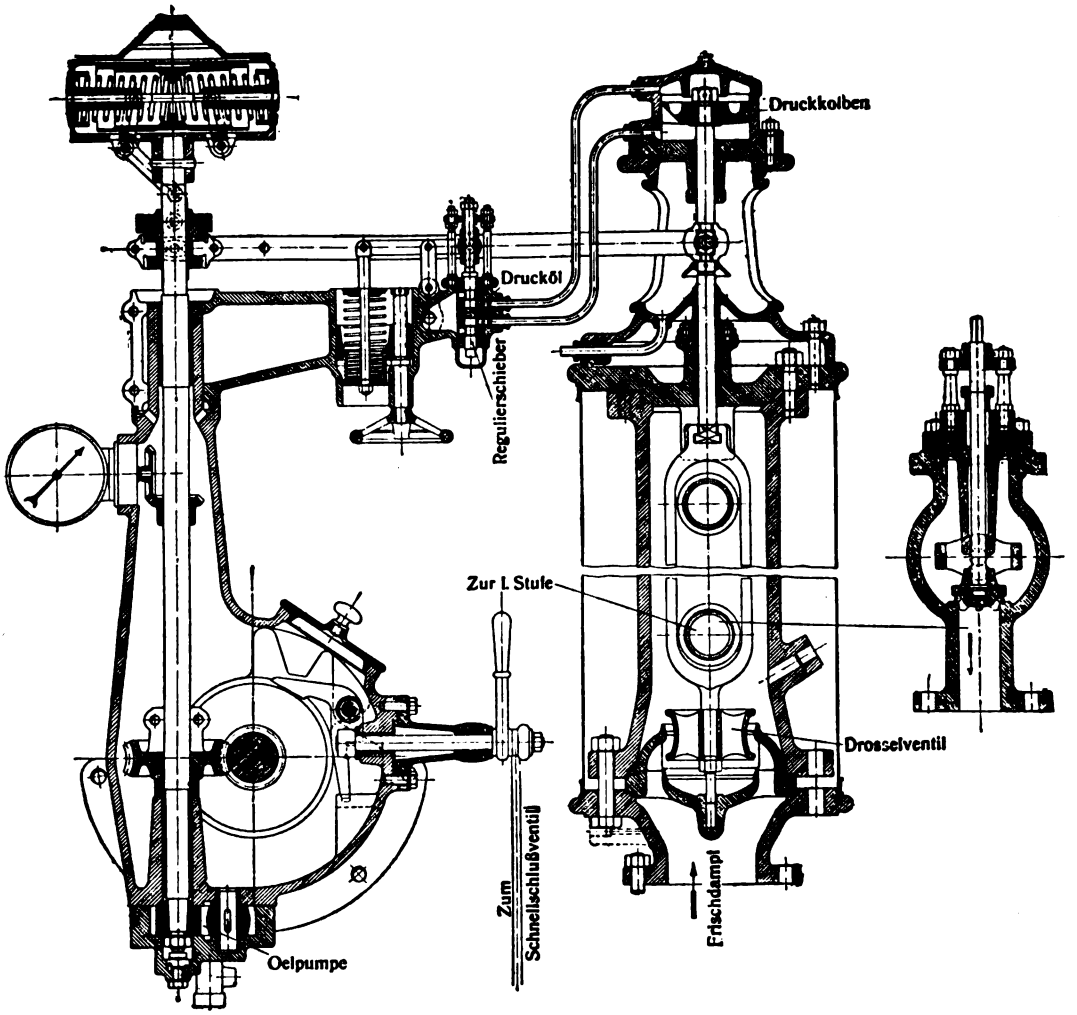


Fig. 10. Regulierapparat der Aktionsturbine der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft.

Infolge des Spaltüberdruckes wird es bei der Reaktionsturbine notwendig, das Laufrad am ganzen Umfange gleichmäßig zu beaufschlagen, da sonst Dampfwirbelungen unvermeidlich sind. Eine Regulierung durch Zusatzdüsen ist deshalb nicht möglich, vielmehr erfolgt dieselbe lediglich durch Drosselung des Frischdampfes. Bei Überlastungen tritt ein automatisches Überlastungsventil in Tätigkeit, welches den Zutritt von Frischdampf in den Niederdruckteil der Turbine gestattet. Die Einstellung des Ventiles, von dem Fig. 15 eine schematische Darstellung gibt, erfolgt mittels Stellschraube und Feder.

Die übrigen, noch auf dem Markt befindlichen Turbinensysteme lassen sich mehr oder weniger in eine der beiden oben beschriebenen Klassen einreihen, so daß auf ein näheres Eingehen auf dieselben verzichtet werden kann. Der Vollständigkeit halber sei jedoch in Fig. 16 noch das Druck- und Geschwindigkeitsdiagramm einer Rateau-(Zoelly-)Turbine gegeben, das sich nach dem bisher gesagten von selbst erklärt.

III. Anzapfturbinen.

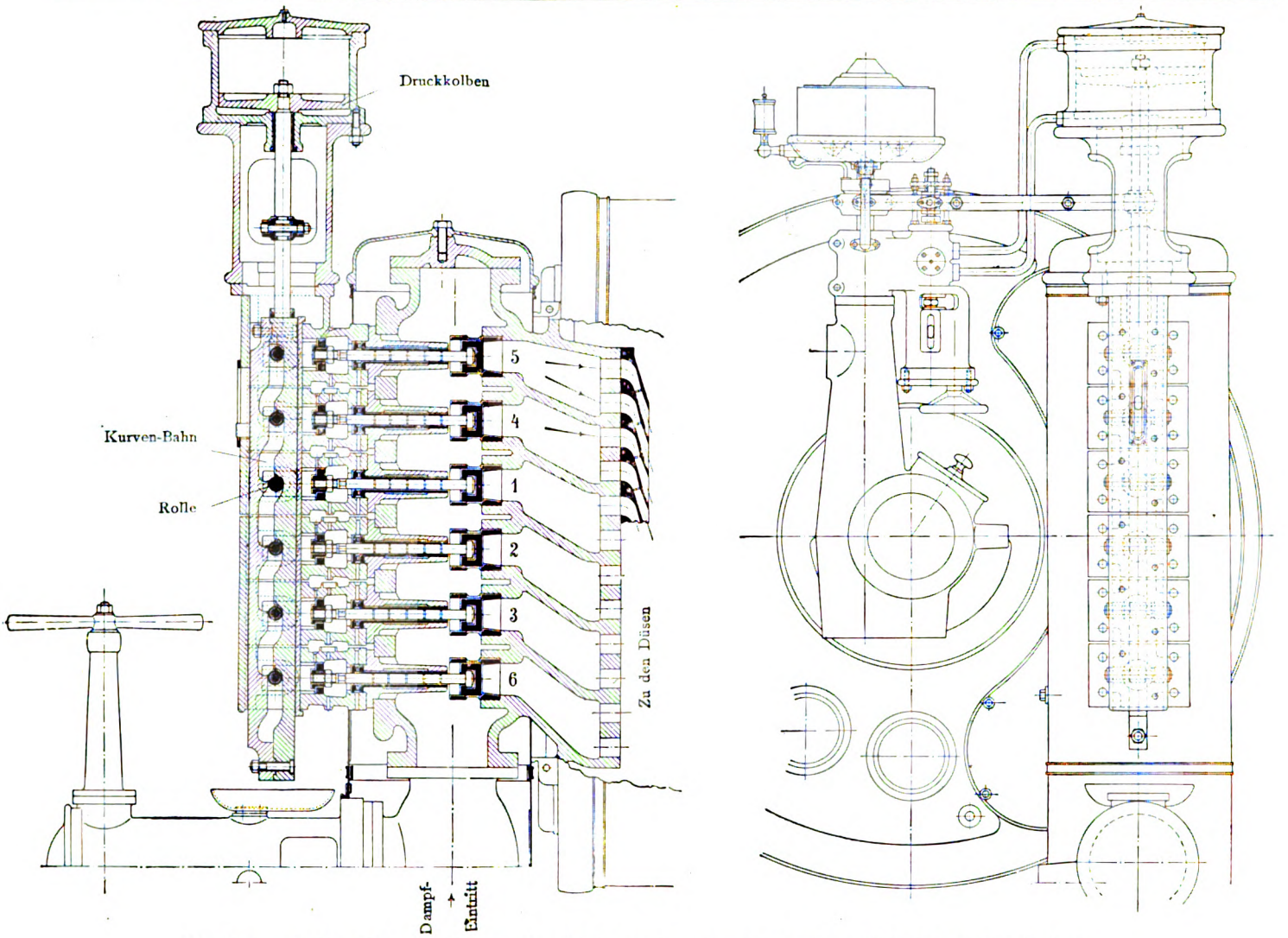
A. Wärmebilanz.

Wie bereits oben ausgeführt, sind Gegendruckturbinen nur dann anwendbar, wenn die Heizdampfentnahme annähernd gleich dem jeweils vorliegenden Kraftbedarf ist. Nun sind aber Betriebe, in denen diese Voraussetzung zutrifft, verhältnismäßig selten. Vielmehr wird die Betriebsweise meistens derartig sein, daß eine bestimmte Heizdampfmenge mit konstantem Druck bei allen Belastungen entnommen werden soll.

Diesem Zwecke dienen Anzapfturbinen. Es sind dieses Kondensationsturbinen, welche in einer geeigneten Druckstufe einen Dampfentnahmestutzen besitzen, aus dem ein Teil des Betriebsdampfes zu Heizzwecken abgezapft wird, während der Rest in den Kondensator gelangt.

Das Verhältnis zwischen Gesamtdampfverbrauch und Heizdampfentnahme einer derartigen Turbine für 500 *kW* Leistung ist aus Fig. 17 zu ersehen. In dem Diagramm sind als Abszissen die Heizdampfmengen eingetragen, welche stündlich entnommen werden sollen, während die Ordinaten den gesamten Frischdampfverbrauch der Maschine darstellen. Die Verhältnisse sind dabei genau gleich den für die Gegendruckturbine gewählten angenommen, das heißt es ist mit einem Dampfdruck von 12 Atm. bei 325° C Temperatur und einem Vakuum von 95% gerechnet. Das Diagramm

Digitized by Google



11. Automatische Düsenregulierung der Aktionsturbine der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft.

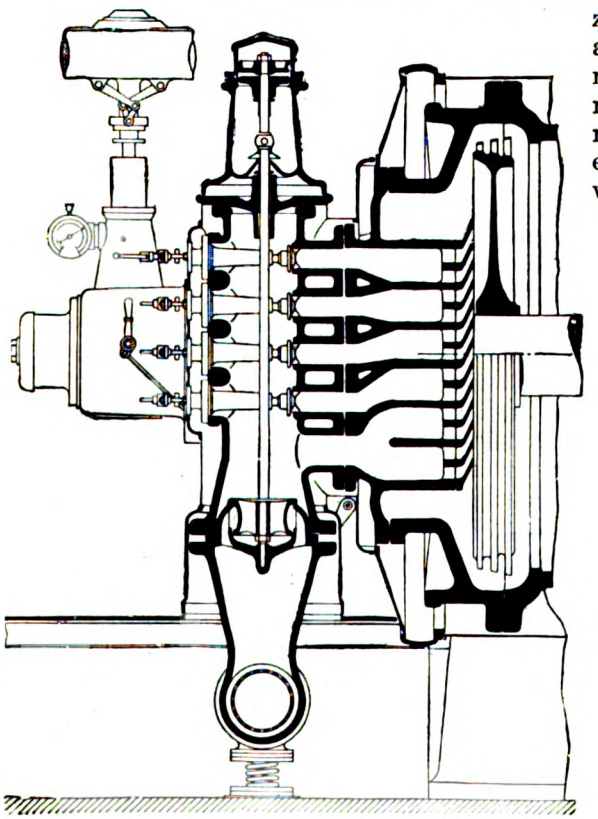


Fig. 12. Hand-Düsenregulierung der Aktionsturbine der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft.

zeigt deutlich, in welcher äußerst günstigen Weise sich die Anzapfturbine allen Betriebsverhältnissen anpaßt. Wenn überhaupt kein Heizdampf entnommen wird, so arbeitet dieselbe als reine Kondensationsturbine und erreicht dabei einen Dampfverbrauch, der nur wenig höher als derjenige einer reinen Kondensationsturbine ist. Das Maximum der Leistung ist dagegen erst erreicht, wenn der gesamte eintretende Dampf zu Heizzwecken benutzt wird, das heißt wenn die Maschine als Gegendruckturbine arbeitet. Hiebei

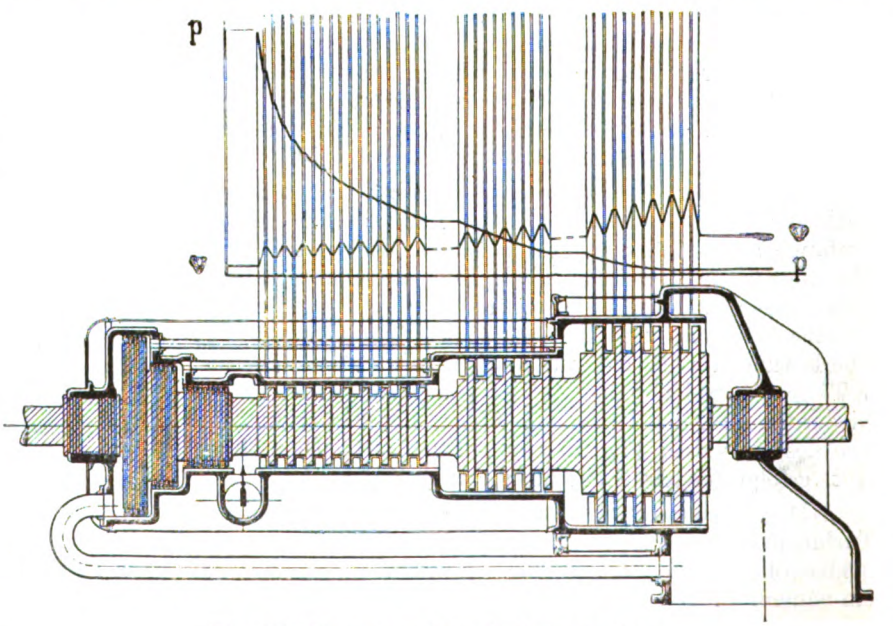


Fig. 13. Diagramm einer Reaktionsturbine.

Digitized by Google

läuft der gesamte, hinter der Anzapfstelle liegende Teil im Vakuum mit und nur eine geringe Dampfmenge muß ihn ständig durchströmen, um ein Trockenlaufen der Kondensatpumpe zu vermeiden sowie um die durch das Rotieren des Niederdruckrades erzeugte Reibungswärme abzuführen. Die Betriebsverhältnisse können sich nun beliebig zwischen diesen beiden Grenzfällen bewegen, und immer ergibt sich ein wärmewirtschaftlich günstiges Ergebnis.

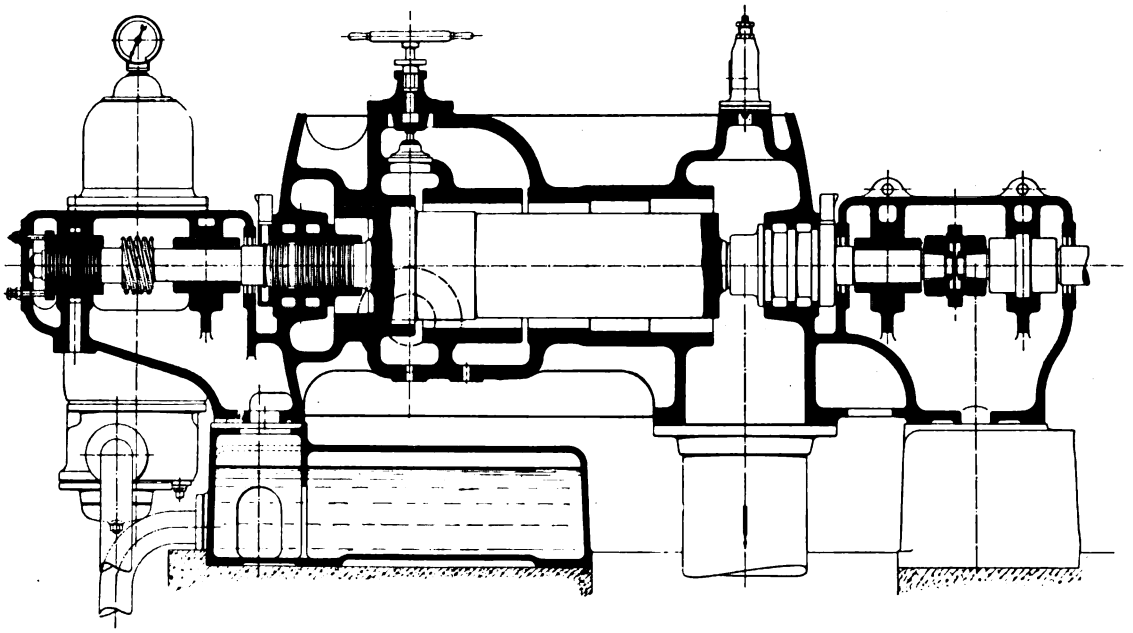


Fig. 14. Parsons-Gegendruckturbine, Bauart Brown-Boveri.

Um einen Einblick in die Verhältnisse zu bekommen, möge hier die Wärmebilanz für eine unter den obigen Bedingungen arbeitende Anzapfturbine aufgestellt werden, bei der eine stündliche Heizdampfentnahme von 6000 *kg* bei 2 Atm. Überdruck stattfindet.

Nach dem Diagramm (Fig. 17) ist dafür eine stündliche Frischdampfzufuhr von 7550 *kg* = 5,609.650 WE erforderlich. Hiezu kommen die Rohrleitungsverluste mit schätzungsweise 90.000 WE, so daß dem Kessel stündlich 5,699.650 WE entnommen werden. Von dem gesamten Dampfverbrauch der Turbine wird der die Heizdampfentnahme überschießend Teil gleich 1550 *kg* im Kondensator niedergeschlagen. Diese 1550 *kg* Dampf besaßen ursprünglich einen Wärmeinhalt von $1550 \times 743 = 1{,}151.650$ WE, so daß in die Heizleitung $5{,}609.650 - 1{,}151.650 = 4{,}458.000$ WE gelangen. Da das Kondensat den Heizkörpern mit einer Temperatur von 70° C entzogen wird, so hat es noch einen Wärmeinhalt von $6000 \times 70 = 420.000$ WE. Von diesen gehen auf dem Rückwege zum Kessel die einem Temperaturabfall von 10° C entsprechenden 60.000 WE verloren, so daß demselben nur 360.000 WE wieder zugeführt werden. Für Heizzwecke stehen demnach $4{,}458.000 - 420.000 = 4{,}038.000$ WE zur Verfügung. Von der in dem Kraftdampf enthaltenen Wärmemenge werden in elektrische Energie 430.000 WE umgesetzt, während weitere 55.000 WE als Abkühlungsverluste der Maschine in Abzug zu bringen sind. Der gesamte Wärmeinhalt des Abdampfes ergibt sich demnach zu $1{,}151.650 - (430.000 + 55.000) = 666.650$ WE. Da das Kondensat den Kondensator mit einer Temperatur von 30° C verläßt, so sind in ihm 46.500 WE enthalten. Im Kühlwasser werden mithin $666.650 - 46.500 = 620.150$ WE abgeführt. Das Kondensat erleidet auf seinem Rückwege zum Kessel nochmals einen Temperaturabfall von 10° C = 15.500 WE, so daß es dem Kessel noch $46.500 - 15.500 = 31.000$ WE wieder zubringt. In diesem sind also stündlich 5,699.650 —

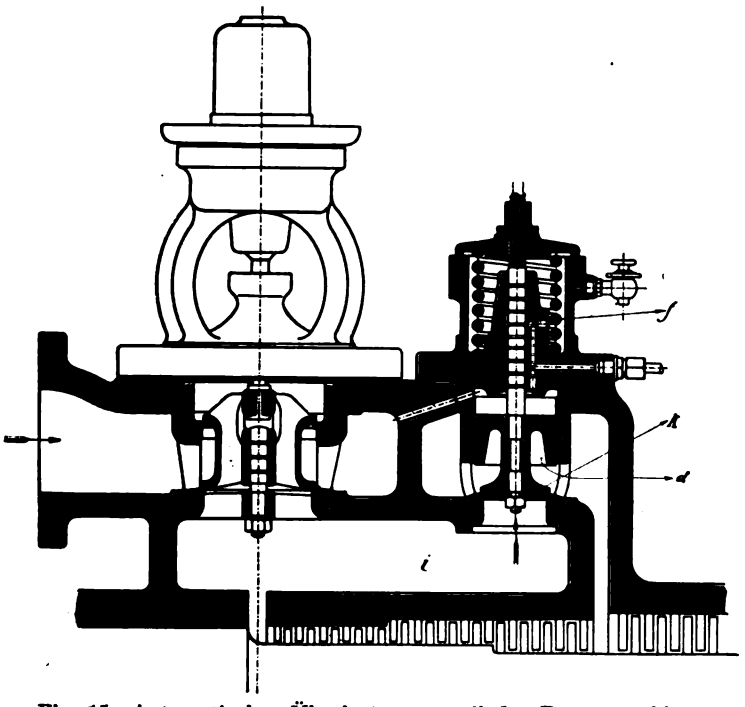


Fig. 15. Automatisches Überlastungsventil der Parsonsturbine, Bauart Brown-Boveri.

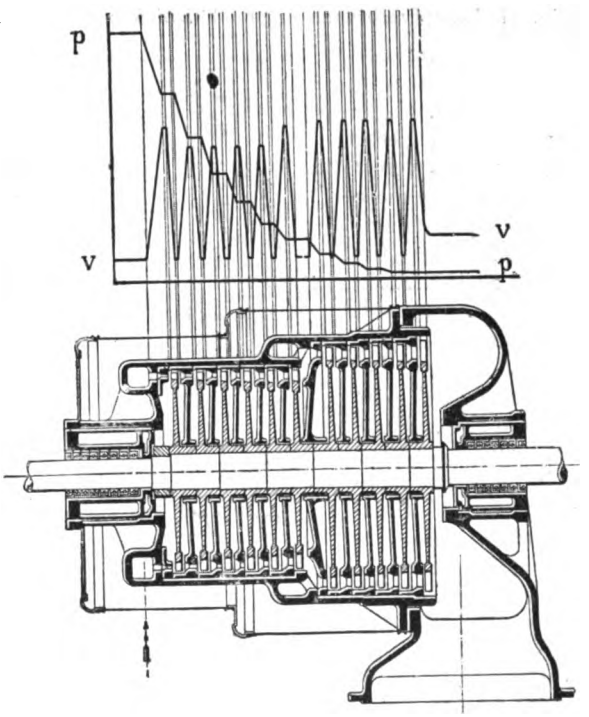


Fig. 16. Diagramm einer Rateau-(Zoelly-)Turbine.

Digitized by Google

— (31.000 + 360.000) = 5,308.650 WE zu erzeugen. Bei einem Kesselwirkungsgrad von 75% muß demnach der Wärmeinhalt der verfeuerten Kohle 7,078.200 WE betragen, was bei einem Heizwerte von 7000 WE pro *kg* einer stündlichen Kohlenmenge von 1011·2 *kg* entspricht. Die Wärmebilanz der Anzapfturbine ergibt also folgendes Bild:

Kesselverlust	1,769.550 WE	=	25·00%
Rohrleitungsverlust	90.000 „	=	1·27%
Maschinenverlust	55.000 „	=	0·78%
Erzeugte elektrische Energie	430.000 „	=	6·15%
Verluste im Kondensationskühlwasser	620.150 „	=	8·85%
Abkühlungsverlust d. Kondensats	75.500 „	=	1·07%
Für Heizzwecke verfügbar	4,038.000 „	=	56·88%
Heizwert der Kohle	7,078.200 WE	=	100·00%

Entsprechende Kohlenmenge = 1011·2 *kg*/Std.

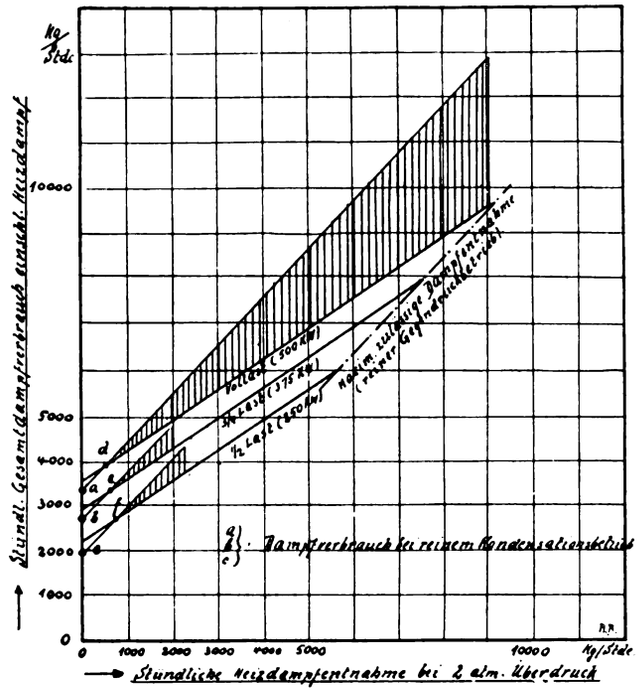


Fig. 17. Dampfverbrauch einer 500 *kW*-Anzapfturbine.

Das Diagramm der Wärmebilanz ist in Fig. 18 gegeben.

Zum Vergleich dieser Werte sei auf das weiter oben durchgerechnete Beispiel einer getrennten Kesselanlage für Hoch- und Niederdruckdampf verwiesen, nach dem stündlich 1520 *kg* Kohle, allerdings bei einer Erzeugung von 6,150.000 WE für Heizzwecke zu verfeuern sind. Unter Zugrundelegung derselben Heizdampfmenge wie bei der Anzapfturbine ergibt sich aber bei der getrennten Kesselanlage immer noch ein stündlicher Kohlenverbrauch von 1163·7 *kg*, so daß die Ersparnis bei Anzapfturbinenbetrieb 152·5 *kg* Kohlen pro Stunde beträgt. Unter den weiter oben angenommenen Betriebsverhältnissen entspricht das einem jährlichen Betrag von zirka Mk. 21.000.

Die Ersparnisse an Dampf und damit an Kohle, die sich bei dem Betrieb mit Anzapfturbinen ergeben, lassen sich auch graphisch darstellen. Zu diesem Zwecke erhalten Abszissen und Ordinaten des Diagramms (Fig. 17), wie dieses geschehen ist, den gleichen Maßstab. Wenn man

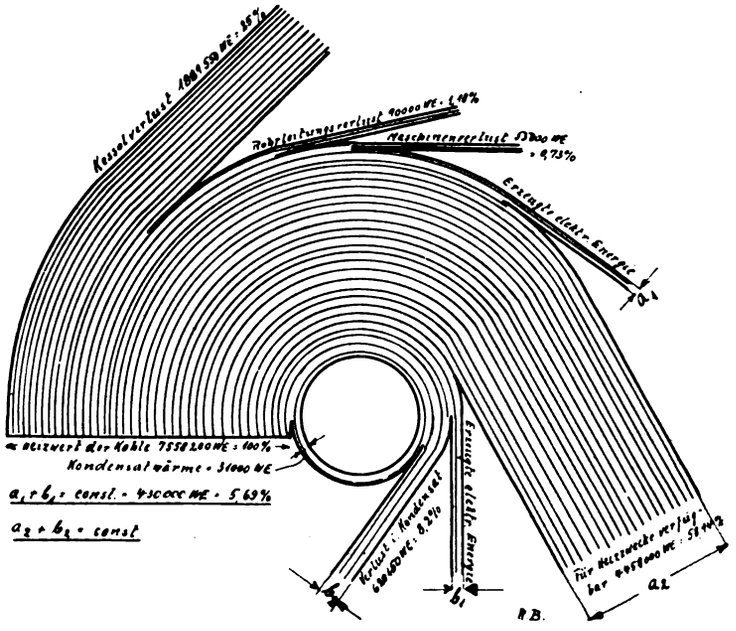


Fig. 18. Wärmediagramm einer Anzapfturbine.

nun von den Punkten *a*, *b*, *c* aus, welche den Dampfverbrauch bei reinen Kondensationsturbinen darstellen, Gerade unter einem Winkel von 45° zieht, so zeigen deren Schnittpunkte *d*, *e*, *f* mit den Dampfverbrauchslinien denjenigen Betriebszustand an, bei welchem ein Ersparnis anfängt. Die weiterhin sich ergebenden Abstände zwischen beiden Liniensystemen, welche gestrichelt gezeichnet sind, bedeuten dann direkt die Dampfersparnisse bei dem Betrieb mit Anzapfturbinen.

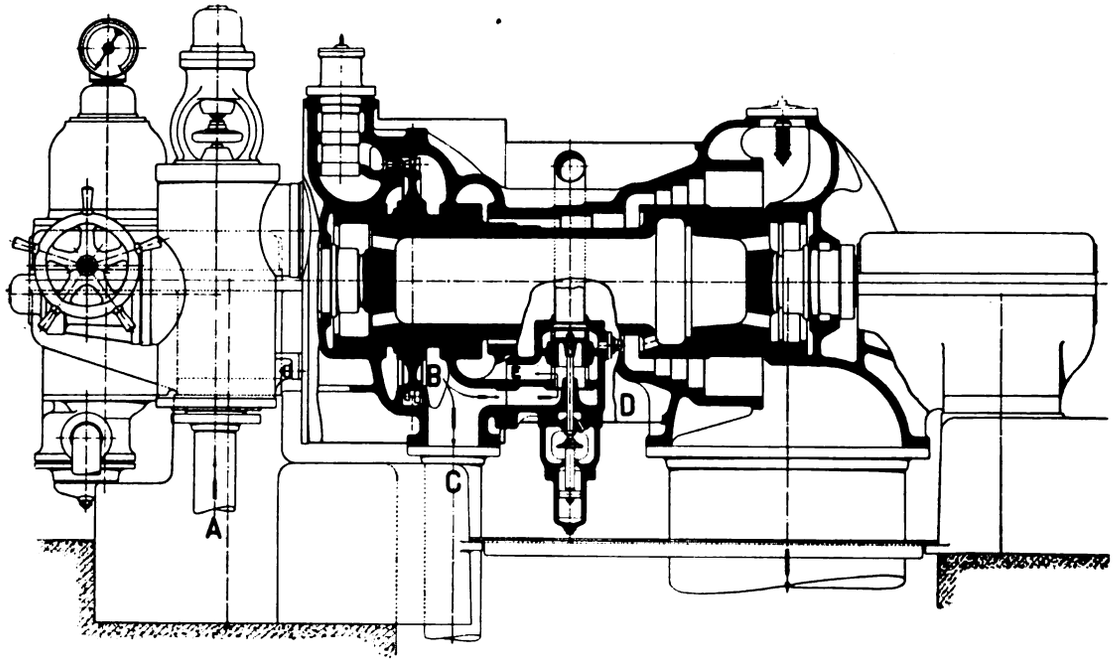


Fig. 19. Kombinierte Anzapfturbine, Bauart Brown-Boveri-Parsons

Digitized by Google

B. Konstruktion von Anzapfturbinen.

Der konstruktive Aufbau der Anzapfturbine ist sehr einfach, da sie ja eine reine Kondensationsturbine, nur versehen mit einem Dampfentnahmestutzen für die Heizdampfentnahme, darstellt. Die charakteristischen Merkmale, welche Aktions- und Reaktionsturbinen aufweisen, bleiben demnach auch für diese Modifikation bestehen, und es möge genügen, auf die entsprechenden Ausführungen in dem Abschnitt „Gegendruckturbinen" hinzuweisen.

Eine Konstruktion, welche die Vorteile der Aktionsturbine mit denjenigen der Reaktionsturbine vereinigt, stellt die in Fig. 19 im Schnitt wiedergegebene kombinierte Anzapfturbine, Bauart Brown, Boveri-Parsons dar. Bei

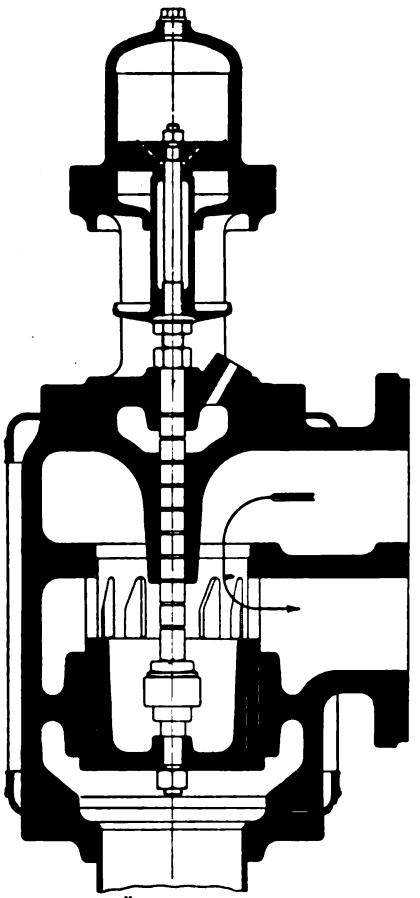


Fig. 20. Automatisches Überströmventil, Bauart Brown-Boveri-Parsons.

ihr beaufschlagt der Dampf zunächst ein Aktionsrad, um sodann im Niederdruckteil in einer Parsonstrommel weiter zu expandieren. Die Heizdampfentnahme findet hinter dem Aktionsrad statt, wie dieses aus der Figur deutlich zu ersehen ist.

Bei veränderlicher Maschinenbelastung würde, wenn keine besonderen Vorkehrungen getroffen werden, die Heizdampfspannung mit der in der Turbine herrschenden Kraftdampfspannung schwanken; unter Umständen würde bei ganz geringer Belastung sogar die Heizdampfleitung evakuiert werden können. Um die erforderliche Konstanz des Heizdampfdruckes zu erreichen, werden die Anzapfturbinen deshalb mit automatischen Überströmventilen versehen. Das zu der oben abgebildeten Brown-Boveri-Parsonsturbine gehörige Überströmventil ist in Fig. 20 dargestellt, Seine Wirkungsweise ist folgende:

Der Dampfdruck der Anzapfstelle wirkt von unten auf den Ventilkolben und versucht ihn nach oben zu drücken. Hiedurch würde dem Dampf der Weg zur Niederdruckstufe freigegeben werden. In der entgegengesetzten Richtung wirkt aber Dampf auf den Ventilkolben schließend ein, dessen Druck durch ein kleines Reduzierventil konstant gehalten wird. Wenn nun der Druck an der Anzapfstelle, sei es durch größere Heizdampfentnahme oder durch geringere Turbinenbelastung sinkt, so sperrt das Ventil den Durchgang nach der Niederdruckseite ganz oder teilweise ab. Es strömt dadurch entweder mehr Dampf in die Heizleitung, oder der in der Hochdruckstufe gesunkene Druck wird wieder auf die erforderliche Höhe gebracht. Um den Rücktritt von Dampf aus der Heizleitung zu verhindern, ist außerdem ein Rückschlagventil vorgesehen.

Durch entsprechende Einstellung des Reduzierventiles kann der Anzapfdruck in gewissen Grenzen geändert werden, zum Beispiel bei 4 Atm. um $\pm$ 0·5 Atm. Es ist dadurch eine Anpassung der Turbine an verschiedene Betriebsverhältnisse ermöglicht.

Die Bauart einer reinen Aktionsturbine nach dem System der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft zeigt Fig. 21. Aus der Abbildung ist auch die Anordnung des von der genannten Firma verwendeten Überströmventiles zu ersehen, das ebenfalls durch die Spannung des Heizdampfes beeinflußt wird. Im übrigen finden die Einzelheiten der Konstruktion durch das weiter oben über die Gegendruckturbine der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft Gesagte ihre Ergänzung.

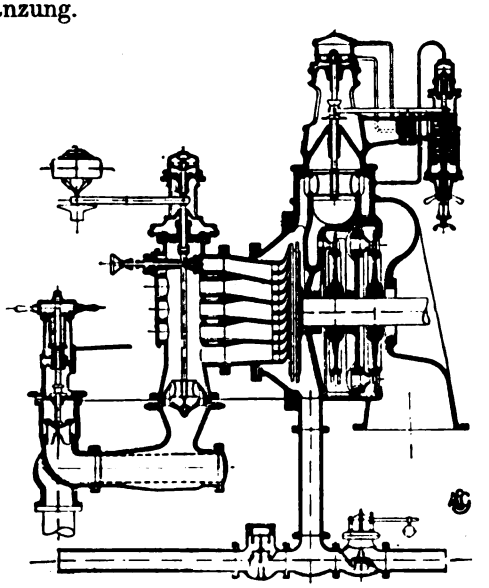


Fig. 21. Anzapfturbine der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft mit automatischem Überströmventil.

Der besondere Vorteil der Anzapfturbinen liegt in ihrer großen Anpassungsfähigkeit an alle Betriebsverhältnisse, da sie bei allen Stufen zwischen reinem Kondensationsbetrieb und Betrieb als Gegendruckturbine wirtschaftlich arbeitet. Neben der völligen Reinheit des Heizdampfes von Öl bildet vorstehender Umstand einen gewichtigen Grund zur Ablehnung von Kondensations-Kolbenmaschinen mit Heizdampfentnahme aus dem Receiver. Soll nämlich beispielsweise die Heizdampfentnahme nur zeitweilig erfolgen, so wird deren Betrieb unrationell, da die Arbeitsverteilung auf den Hoch- und Niederdruckzylinder infolge der unveränderlich festliegenden Zylinderverhältnisse ungünstig wird.

Es möge noch kurz darauf hingewiesen werden, daß für solche Betriebe, in denen Niederdruckdampf von verschiedenen Spannungen benötigt wird, kombinierte Anzapf-Gegendruckturbinen Verwendung finden können. Hiebei wird man allerdings zweckmäßig ein Reduzierventil am Dampfkessel anbringen, da die am Abdampfstutzen der Turbine zur Verfügung stehende Dampfmenge sowohl von

Digitized by Google

der Turbinenbelastung als auch von der Entnahme an der Anzapfstelle abhängig ist. Unter Umständen wird deshalb der Abdampf nicht ausreichen, um den Bedarf zu decken, weshalb dann reduzierter Frischdampf aus dem Kessel in die Abdampfheizung geleitet werden muß. Konstruktiv bieten derartigen Anzapf-Gegendruckturbinen gegenüber dem bereits Ausgeführten nichts wesentlich Neues, so daß sich ein weiteres Eingehen auf dieselben erübrigen dürfte.

Zusammenfassung.

Die rationelle Erzeugung von Niederdruckdampf mittels Dampfturbinen wird an Hand von zahlenmäßig durchgerechneten Beispielen erläutert und die Vorteile des Turbinenbetriebes gegenüber Kolbendampfmaschinenbetrieb oder der getrennten Erzeugung von Heiz- und Kraftdampf nachgewiesen. Die sich je nach den Betriebsbedingungen ergebenden Konstruktionen als Gegendruck-, Anzapf- oder Anzapf-Gegendruckturbinen werden im Anschluß an ausgeführten Konstruktionen beschrieben und gleichzeitig die grundlegenden Unterschiede in der Wirkungsweise der verschiedenen Systeme (Aktions- und Reaktionswirkung des Dampfes) angegeben.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Elektrizitätsversorgung von großen Städten. J. Klingenberg behandelt an Hand von Erfahrungszahlen der Großstädte Berlin, Chicago und London die Gesichtspunkte, welche für eine Verbilligung der Stromverteilung maßgebend sind. Nachstehende Tabelle gibt einige Vergleichsdaten wieder:

	Berlin 1911/1912	Chicago 1911	London 1910/1911
Bevölkerung in Millionen	2·6	2·2	6·5
Zahl der Kraftwerke	6	6	64
Leistung in *kW* der Kraftwerke	137.000	221·700	298.400
Anlagekapital in Millionen K	150	305	500
„ pro *kW* in K	1085	1380	1680
Hievon in Prozenten auf die Verteilungsanlage	62	60	55
Spitzenleistung in *kW*	94.600	199.300	185.500
Erzeugte *kWh* in Millionen	274	684	405
Abgegebene *kWh* in Millionen	216	640	319
Übertragungsverluste in Prozenten	21	10·5	21
Abgegebene *kWh* pro Kopf	170	310	110
In Prozenten Licht	24	19	61
„ „ Kraft	45	12	27
„ „ Bahnen	31	69	12
Belastungsfaktor in Prozenten	33	41	25
Reservefaktor in Prozenten*)	1·45	1·11	1·61
Ausnutzungsfaktor in Prozenten	18	33	12·2
Kohlenpreis pro *t* in K	20·8	9·6	14·7
Kohlenverbrauch pro *kWh* in *kg*	1·38	1·61	2·37
Totaler Wirkungsgrad in Prozenten	9·7	7·6	5
Einnahmen in Millionen sh	34·5	57·8	62·4
Ausgaben „ „ „	17·6	28·9	27·8
Bruttogewinn in Prozenten des Anlagekapitals	12·83	10·87	7·85
Ausgaben pro *kWh* in h	9·3	5·2	10·1
Bruttogewinn pro *kWh* in h	8·9	5·2	12·4
Einnahmen (durchschnittliche Verkaufspreise) pro *kWh* in h	18 3	10·4	22·5

Infolge des niedrigen Ausnutzungsfaktors liegen die Stromkosten und Preise in London bedeutend höher als in Chicago. Für je 1% Erhöhung dieses Faktors könnten die Kosten um 3% erniedrigt werden. Eine weitere Ursache bildet die große Zahl kleiner Werke in London. Der Verfasser berechnet die erzielbare Ersparnis bei Errichtung eines großen, an Stelle von 22 kleinen Werken in London mit 30 bis 40%. Die diesbezüglichen Vergleichszahlen sind nachstehend zusammengestellt:

	Gegenwärtig	Nach Rekonstruktion
Gesamtleistung *kW*	126.000	126.000
Zahl der Werke	25	4
Neuinstalliert *kW*	—	83.000
Reserve in Prozenten der Spitzenleistung	61	25
Ausnutzungsfaktor	12·2	15·6
Abgegebene *kWh* pro installiertes *kW*	1069	1370
Einnahmen pro *kWh* in Heller	10·8	9·8
Gesamte Betriebskosten (samt 8% Kapitalskosten)	22·5	18·8
Anlagekapital in Millionen K	220·6	221·6
Jährlich abgegebene *kWh* in Millionen	135	172
Mehrgewinn in Millionen K	—	6·24

(The Electr. 12. 12. 1913.)

*) Verhältnis = $\frac{\text{Gesamtleistung}}{\text{Höchstbelastung}}$ der Zentrale.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Heizversuche mit Unterschubfeuerungen. Von Dipl.-Ing. Pradel. Den Unterschubfeuerungen liegt behufs Erzielung vollkommener Verbrennung theoretisch das Verfahren zugrunde, die im Feuerraum sich bildenden Gase vor ihrem Austritt aus dem Feuerraum in die Heizkanäle eine Schichte glühenden Brennstoffs passieren zu lassen. Das Verfahren wird in der Weise ausgeführt, daß der Brennstoff von unten dem Rost zugeführt wird, mithin oben eine glühende Brennstoffschichte erhalten bleibt, die nicht wie bei Handfeuerungen durch aufgeworfenen Brennstoff zeit- und teilweise zerstört wird. Von den zahlreichen Konstruktionen hatten nur die nach dem Underfeed-Stoker-System gebauten Unterschubfeuerungen Erfolg, welche in Deutschland von verschiedenen Firmen gebaut und vertrieben werden. Es werden zwei Typen dieser Unterschubfeuerungen gebaut, und zwar solche für schmale Roste, für Flammrohrkessel und solche für breite Roste, für Wasserrohrkessel. Bei beiden Typen wird die Rostfläche durch einen der Länge nach angeordneten Beschickungstrog in zwei Hälften geteilt und in diesem Beschickungstrog der Brennstoff durch Fördermittel vorgeschoben und auf die Roststäbe gehoben. Als Fördermittel wird bei Feuerungen für Flammrohrkessel in der Regel eine in einer Retorte gelagerte horizontale, spitz zulaufende Schnecke verwendet. Der Antrieb der Schneckenwelle erfolgt absatzweise von einer zum Beispiel unterhalb gelagerten Triebwelle mittels Exzenters.

Bei Wasserrohrkesseln wird zur Förderung des Brennstoffes an Stelle der Retorte mit Förderschnecke, ein nach unten hin offener Trog mit Seitenwänden, dessen Boden gleitend ausgebildet ist, verwendet. Der auf Leisten der Trogwände schlittenartig geführte Gleitboden wird mittels Kreuzkopfes durch die Kolbenstange eines Dampfmotors in Bewegung gesetzt. Unter dem Fülltrichter befindet sich ein Schieber, der gleichfalls vom Kreuzkopf eine hin und her gehende Bewegung erhält und den aus dem Trichter kommenden Brennstoff auf dem Gleitboden schiebt.

Jedes zweite mit Nasen versehene Roststabpaar wird durch zwei Daumenwellen bei jedem Kolbenhub in eine hin und her gehende Bewegung versetzt, während die dazwischenliegenden Roststäbe ruhig bleiben. Der vom Schieber auf den Gleitboden gebrachte Brennstoff wird in den Trog durch den Druck des nachgeschobenen Brennstoffs weitergefördert und durch am Gleitboden befestigte Schuhe in die Höhe gehoben, so daß er sich gleichmäßig auf dem Rost verteilt.

Heizversuche die mittels einer Unterschubfeuerung von dem Schweizerischen Verein von Dampfkesselbesitzern durchgeführt wurden, haben vorzügliche Resultate ergeben. Der Versuchskessel war ein Zweiflammrohrkessel von 72 m^2 Heizfläche, von 10 Atm. Betriebsdruck, mit Vorwärmer ausgerüstet. Kurze Zeit vor dem Einbau der Unterschubfeuerung wurden an dem Kessel Heizversuche mit Planrost und Handfeuerung ausgeführt. Der Verfasser zeigt in zwei Tafeln die gesamten Versuchsdaten, welche vier Versuche, die mit verschiedenen Kohlensorten vorgenommen wurden, bei dieser Feuerung ergaben.

Aus einem der Heizversuche mit französischer Nußkohle seien die interessantesten Daten nachstehend im Vergleiche zur Handfeuerung hervorgehoben:

	Unterschubfeuerung	Handfeuerung
Temperatur der Rauchgase vor dem Schieber	287° C	315° C
Verdampfung pro *kg* Brennstoff in *kg*	7·95	6·8
Dampfpreis pro 1000 *kg* brutto in Mk.	3·17	3·76
Gesamtverluste (Kaminverluste, Rückstände, unverbrannte Gase, Leitung, Strahlung) in Prozenten	32·21	43·6
Gesamtnutzeffekt der Anlage in Prozenten	67·79	56·4

Die Betriebskosten der Antriebskraft der mechanischen Feuerung pro 1000 *kg* Dampf beliefen sich auf Mk. —·09.

(Z. f. Dampfkessel u. Maschinenbetrieb, 5. 12. 1913.)

Digitized by Google

Über die Rückströmdampfturbine, Bauart Terry, welche von der Terry Steam Turbine Co. in Hartford, Conn. (V. St. v. A.) gebaut wird, werden Mitteilungen gemacht. Durch eine von der bisher bei Terry-Turbinen abweichende Anordnung wird ein Druckausgleich bewirkt und Stopfbüchsen- bezw. Deckelverluste vermieden. Die Turbine hat die Bauart der Aktionsturbinen mit einer Hochdruckstufe und mehreren Niederdruckstufen, deren Elemente in einem zweiteiligen, horizontal geteilten Gehäuse auf horizontaler Welle montiert sind. Der Dampf gelangt durch Düsen vorerst in die zweiteiligen mit Umkehrkammer versehenen Schaufeln der Hochdruckstufe nnd expandiert daselbst, seine Strömungsrichtung in jeder Schaufel vollkommen umkehrend, bis zur Atmosphärenspannung, worauf er, von vorne nach rückwärts strömend, in einen von dem Hochdruckrade vollkommen abgetrennten Raum gelangt, von wo er, abermals seine Strömungsrichtung wechselnd, von rückwärts nach vorne mehrere Räder der Niederdruckstufe durchströmt. Die Räder der Niederdruckstufe bestehen aus mehreren mit Schaufeln am Umfang versehenen Scheiben, welchen der Niederdruckdampf durch dazwischen gelegte mit mehreren Düsen versehene Leitscheiben nach und nach bis zur Kondensatorspannung expandierend, zugeführt wird. In jeder dieser Stufen erfolgt eine vollkommene adiabatische Expansion des Dampfes, entsprechend dem Anfangs- und Enddruck in der Düse. Die Laufradschaufeln sind mit den Rädern in einem einzigen Stücke gegossen und unbearbeitet, während die Düsen der gleichfalls gegossenen Leiträder, im Durchmesser gegen den Austritt des Dampfes zunehmend, genau ausgebohrt sind. Nach dem Austritt aus dem letzten Laufrad gelangt der vollkommen expandierte Dampf durch den Sockel bezw. die Grundplatte der Turbine hindurch in den Kondensator. Der Hochdruckstufenteil der Turbine ist von deren Niederdruckstufenteil durch eine dampfdichte Scheidewand vollkommen geschieden, so daß große Temperaturdifferenzen in ersterem nicht auftreten können, bezw. auch ein rasches Anlassen der Turbine ohne Gefahr von Brüchen zulässig ist. Die Niederdruckstufenelemente sind übrigens unabhängig vom Hochdruckstufenteile auf der Welle montiert und können selbständig für sich von der letzteren herabgenommen werden. Die Turbinenwelle ist beiderseits mit Labyrinthdichtungen im Gehäuse abgedichtet. Die beiderseitigen Wellenlager sind freitragend an der unteren Hälfte des Turbinengehäuses angegossen und werden mit Preßöl selbsttätig geschmiert. (Power, 28. 10. 1913.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Ein AEG-Turbokompressor für 100.000 m^3 stündliche Saugleistung wurde in den Werkstätten der AEG-Turbinenfabrik in Berlin gebaut. Der Kompressor verdichtet die Luft auf 10 bis 12 Atm. abs. und hat einen Kraftbedarf von 12.000 bis 13.000 Wellenpferdestärken (bei den Kolbenkompressoren wird als Höchstgrenze eine stündliche Ansaugleistung von zirka 20.000 m^3 bei einem Enddruck von 6 bis 8 Atm. angegeben). Der von einer 12.000 *PS*-Dampfturbine mit 3000 Touren pro Minute betriebene Kompressor besteht aus drei Zylindern. Die Luft tritt aus der Hauptsaugleitung an beiden Enden des Niederdruckzylinders ein und gelangt durch ein Spiraldruckrohr in einen tieferliegenden Zwischenkühler, wo sie von 100° C auf 30° C rückgekühlt wird. Nach Passieren des einseitig saugenden Mitteldruckzylinders gelangt die Luft in hocherhitztem Zustand in einen zweiten Kühler und schließlich in den Hochdruckzylinder. Gleichzeitig werden auch die Kompressorzylinder mit Wasser gekühlt.

Der Kompressor ruht auf verhältnismäßig leichten Fundamenten, die die Unterbringung der Zwischenkühler mit den Rohrleitungen und der Kondensationsanlage im Kellerraum unterhalb des Kompressors gestatten.

Die in der AEG-Zeitung beschriebene Anlage ist für die Victoria Falls and Transvaal Power Company bestimmt, die in ihren bei Johannesburg gelegenen Kraftzentralen bereits zwölf 4000 *PS*-Turbokompressoren in Betrieb hat, von denen acht die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft baute. Die Druckluft wird durch ein 30 *km* langes Rohrnetz an 17 verschiedene Minen abgegeben. Im ganzen sind drei Kompressoren der beschriebenen Größe bestellt, so daß dann Energie im Betrage von 84.000 *PS* durch Druckluft übertragen werden wird.

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Schaltungsfehler bei Drehstromzählern. L. Schnackenburg berichtet über die vom Oberschlesischen Überwachungsverein beobachteten Meßfehler an Drehstromzählern.

Wenn zur Messung des Verbrauchs in gleichbelasteten Drehstromnetzen Wechselstromzähler unter Vermittlung von Meßtransformatoren angewendet werden, die über Schmelzsicherungen am Netz liegen, so kann beim Durchbrennen einer Sicherung ein großer Meßfehler auftreten. Wenn bei Schaltung Fig. 1*a* die Sicherung *B* reißt, so mißt der Zähler an Stelle des richtigen Wertes $A_r = C.J.e.\cos\varphi$ den falschen Wert $A_f = k.A_r$, wobei $k = 0{\cdot}75 + \frac{1}{4}\sqrt{3}.\operatorname{tg}\varphi$. Für $\varphi = 0$ ist $k = 0{\cdot}75$, also mißt der Zähler um 25% zu wenig; bei $\cos\varphi = 1$ ist $k = 1$, der Zähler zählt richtig, von $\varphi = 30°$ an zeigt der Zähler mehr, und zwar bis 50% mehr an. Reißt Sicherung *C*, so ist für $\cos\varphi < 0{\cdot}5$ der Zähler positiv, für größere Werte von φ geht aber der Zähler rückwärts.

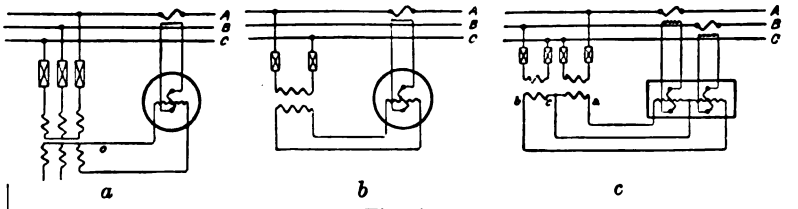


Fig. 1.

Bei der Schaltung Fig. 1*b* kann man mit 60° Phasenverschiebung im Zähler auskommen, weil man 30° Phasenverschiebung durch Anschluß der Spannungsspule an *A*, *C* erreicht, wenn die Stromspule in *A* liegt. Wenn man aber irrtümlich an *B* angeschlossen hat, so ist die Messung falsch, und zwar um einen Faktor $k = \frac{1}{2}\sqrt{3}\operatorname{tg}\varphi - \frac{1}{2}$. Bei $\cos\varphi = 0{\cdot}5$ ist der Fehler Null, bei Werten von φ darüber zeigt der Zähler zu wenig, bei kleineren Werten zu viel. Bei $\cos\varphi = 0{\cdot}87$ ist $k = 0$, das heißt der Zähler bleibt stehen. Bei ungleich belasteten Phasen ist die Schaltung Fig. 1*c* üblich. Wenn aber irrtümlich die Anschlüsse *b* und *c* miteinander vertauscht werden, so zeigt der Fehler falsch, was durch den Faktor $k = A_f : A_r = 1 - \frac{1}{\sqrt{3}\operatorname{tg}\varphi}$ ausgedrückt wird. Nur bei induktionsfreier Belastung zeigt dieser falschgeschaltete Zähler richtig, bei $\cos\varphi = 0{\cdot}5$ zeigt er aber 100% zu wenig.

Um diese Irrtümer zu vermeiden, ist ein Drehfeldanzeiger unentbehrlich, ferner müssen die Verbindungen zum Meßtransformator recht übersichtlich gelegt werden. Zur gegenseitigen Kontrolle sind in die Hauptspeiseleitungen zwei unabhängige Zähler einzuschalten. Eine Prüfung an Ort und Stelle mit unabhängig hergestellter Schaltung und besonderen Meßtransformatoren wird Fehler immer leicht aufdecken.

(E. T. Z. Heft 52, 1913.)

Prüfung von Meßtransformatoren. In dem Referate über die Arbeit von H. B. Brooks, Heft 2, Seite 39, soll es auf Seite 40, Zeile 14 von oben richtig heißen: „Ist beispielsweise das Wattmeter für 5 *A*, 150 *V* (mit 150 Skalenteilen) bemessen, so gibt jeder Teilstrich 5 Watt (statt 1 Watt) bei 1 *V* im Nebenschlußkreise an."

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Elektrische Kraftbetriebe in englischen Postämtern. H. C. Gunton. An Stelle zweier kleiner, unwirtschaftlicher Kraftanlagen wurde im Londoner Postbezirke ein größeres Kraftwerk von 2500 *kW* Leistung mit drei Unterstationen errichtet. Es wird Drehstrom von 6600 *V*, 50 ∼ erzeugt und in Gleichstrom umgeformt, wobei die Batterie auch durch Rückarbeiten auf das Drehstromnetz die Spannung an den Hochspannungssammelschienen konstant erhalten kann. Es wurden im letzten Betriebsjahre 123.155 *kWh* erzeugt und nur 6·6% davon für Erregung und Beleuchtung in der Zentrale verbraucht. Der Belastungsfaktor erreichte die Höhe von 70%. Die früher mit Dampf betriebenen Pumpen der pneumatischen Rohrpost werden jetzt mit 240 *PS*-Motoren betrieben und liefern je 135 m^3 Luft pro Minute. In kleineren Anlagen wird der Riemenantrieb bevorzugt. An Stelle der hydraulischen Aufzüge in den Postämtern kommen immer mehr elektrisch betriebene in Verwendung; das Post Office Engineering Department hat derzeit 207 elektrische Aufzüge mit einer Gesamtleistung von 1670 *PS* unter seiner Aufsicht; es kommt zumeist Gleichstrom in Verwendung, doch sind auch zwölf Aufzüge im neuen Kraftwerke mit Kapazität bis zu 5 *t* (King Edward Building) mit Drehstrom von 440 *V*, 50 ∼ betrieben; die Steuerung erfolgt aber mit Gleichstrom, 210 *V*. Andere Anlagen sind mit Zwei- und Einphasenstrom von 200 bezw. 400 *V* betrieben. Die elektrischen Aufzüge haben ungefähr die doppelte jährliche Leistungsfähigkeit der früheren hydraulischen und können bei 9 bis 18 *m* Förderhöhe 10.000 bis 25.000 Fahrten pro Jahr erreichen. In den letzten fünf Jahren ist die Zahl der elektrisch beleuchteten Ämter von 427 auf 859 gestiegen, die Zahl der Glühlampen (in Einheiten von 8 *NK*) von 151.312 auf 400.000, wovon 380.000 (95%) Metallfadenlampen sind; hiezu sind 4300 *kW* erforderlich; auch die Sortierämter

Digitized by Google

werden jetzt ausschließlich mit Metallfadenlampen beleuchtet, mit Lustern zu je drei Lampen zu 100 *NK* (Höhe 4 *m*, Abstand 5·5 *m*) oder 50 *NK* Einheiten in 3 *m* Höhe, 4 *m* Abstand. Die Beleuchtung beträgt 0·2 bis 0·3 Meterkerzen, gegen 0·1 bis 0·2 Meterkerzen in den übrigen Bureaus.

Für postalische Zwecke wurde kürzlich zwischen der Paddington Post Office und Eastern District Post Office eine elektrische Kleinbahn errichtet, mit Zügen für drei Fahrgeschwindigkeiten; gegenwärtig werden Versuche mit Edison-Akkumulatorwagen durchgeführt. (The Electr., 26. 12. 1913.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Das Elektro-Automobil und seine Verwendung*). Dr. F. W. Moock. Dank der eifrigen Propaganda der Electric Vehicle Association of America, die heute 400 Mitglieder zählt, sind derzeit bereits 30.000 elektrische Automobile (davon 10.000 Nutzwagen) im Betriebe und ist eine Vermehrung um 45.000 Fahrzeuge binnen Jahresfrist auf Grund der Bestellungen zu erwarten. Es werden die Vorteile verschiedener Fabrikate, insbesondere der Vorderradantrieb und deren Verwendungsbereich, namentlich im Post-, Sanitäts- und Feuerlöschwesen, erörtert. In Berlin und Leipzig stehen derzeit 60 Paketpostwagen der Lloyd A.-G. in Verwendung außerdem in 20 Städten Feuerlöschwagen; die letzteren sind mit 2 Motoren von 7·5 *PS* ausgerüstet und haben eine Reichweite von 40 bis 50 *km*, bei 36 bis 40 *km* Stundengeschwindigkeit. Die Betriebsspannung bei 80 Zellen beträgt 156 *V*, die Kapazität 126 *A*/St., während Lastwagen von 500 bis 2500 *kg* mit zwei Motoren von 2·5 *PS* bei 78 *V* (40 Zellen, 280 *A* Std.) versehen sind (Reichweite 60 bis 85 *km*, Stundengeschwindigkeit 18 *km*). Auch im Straßenreinigungswesen (Müllabfuhr) erscheint das geräuschlos arbeitende Elektromobil mit Vorderradantrieb und Anhängewagen recht geeignet. Der Energieverbrauch beträgt beim 8 *t*, Anhänger und 10 *km* Stundengeschwindigkeit 850 Wattstunden pro *km*. Die gleichen Vorteile wie der Vorderradantrieb hat auch der Radnabenmotorantrieb (Elektro-Daimler), das ist geringste Verluste bei möglichster Einfachheit der Konstruktion und Raumersparnis. In London stehen für Feuerlöschzüge neben dieser Type auch benzinelektrische Fahrzeuge der Cedes Co. in Verwendung; gegenwärtig werden auch dort Versuche mit Oberleitungswagen der Daimlertype durchgeführt. Im Gegensatze zur europäischen Bauart erfolgt in Amerika der Antrieb an der Hinterradachse, ähnlich wie bei Benzinfahrzeugen. Vielfach wird der Zahnrad- und Kettenreduktionsantrieb kombiniert; die Motorspannung beträgt meist 60 bis 85 *V*, die Fahrgeschwindigkeit maximal 50 *km*. Die Preise schwanken zwischen K 7500 und 23.000. Der Lastwagen ist in Amerika sehr verbreitet und wird von verschiedenen Firmen gebaut. Die gesamten Betriebs- und Erhaltungskosten werden an Hand der Erfahrungen der Hamburger elektrischen Droschken-Automobilunternehmung (Hedag mit 32 Pfg. pro *km* angegeben (davon Stromkosten nur 4·5 Pfg.); sie leisten 142 *km* pro Tag. Amerikanische Angaben ergeben auf Grund von Rundfragen etwas geringere Kosten. Die Lebensdauer der Batterie wird mit $2^1/_2$ Jahren, bei 460 *km* Fahrleistung pro Monat, angegeben. (E. T. Z. Heft 49, 50, 1913.)

Elektrische Einrichtungen für Automobile waren gelegentlich der 16. Internationalen Automobilausstellung in Paris, ausgestellt. Die Dynamo Westinghouse dient gleichzeitig zur Ladung von Akkumulatoren, zur Beleuchtung und Zündung; sie ist eine Kompoundmaschine, deren Reihenwicklung derart entmagnetisierend auf das Feld wirkt, daß durch den Spannungsabfall im Anker und in der Reihenwicklung, die totale Stromstärke eine bestimmte Größe nicht übersteigen kann und die Klemmenspannung der verschieden belasteten Akkumulatoren ziemlich konstant bleibt. Ein elektromagnetischer Schalter schließt den Akkumulatorstromkreis, sobald die Motorgeschwindigkeit 325 T. p. M. erreicht und öffnet ihn, wenn dieselbe unter 225 T. p. M. fällt. Dieser Schalter liegt im wasserdichten Gehäuse der Dynamo. Falls erforderlich, kann die Dynamo auch zur Zündung herangezogen werden und ihre Welle liegt zu diesem Zweck genau in der Höhe der Achsen der Magnetzünder. Der Zündstrom wird von den Akkumulatoren in eine Induktionsspule gesandt und wird durch einen mechanischen Unterbrecher, auf der Dynamowelle befindlich, zweimal pro Umdrehung der Dynamo unterbrochen.

Der Regulator für die Lichtdynamo der Société pour éclairage électrique des véhicules besitzt einen Elektromagneten mit zwei Wicklungen und wirkt gleichzeitig als Ausschalter wie auch als Regulator. Im Ruhezustand ist der Kontakt *D* (Fig. 2) geschlossen und *G* offen. Wird die Dynamo in Betrieb gesetzt, so schließt die Spannungswicklung *E* den Kontakt *G*, wodurch der Akkumulator- und Lichtstromkreis geschlossen wird. Steigt die Spannung der Dynamo mit wachsender Geschwindigkeit, so öffnet der Kontakt *D* und schwächt das Feld durch den Widerstand *C*; der federnde Kontakt *D* schließt sich hierauf und öffnet wieder und gerät so in Schwingung, wodurch ein mittlerer Erregerstrom erzielt wird, welcher für jede Geschwindigkeit verschieden ist.

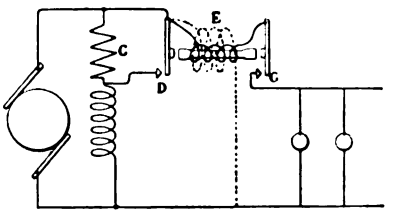


Fig. 2.

Der Anlasser, System Rushmore, für den Automobil-Fahrmotor besteht aus einem Reihenmotor, dessen Anker in der Achsenrichtung verschiebbar ist. Im Ruhezustand drückt eine Feder den Anker nach der einen Seite aus dem Feld. Wird jedoch die Feldwicklung eingeschaltet, so üben die Pole eine der Feder entgegenwirkende Zugkraft auf den Anker aus, dieser rückt nach links, wodurch das Triebrad des Ankers mit den Zähnen des Schwungrades auf der Fahrmotorwelle zum Eingriff kommt. Der Steuerhebel betätigt einen Schalter, welcher folgende Operationen vollführt: 1. Schließung der Feldwicklung, wodurch die Kupplung der Zahnräder herbeigeführt wird. 2. Uber einen in Reihe geschalteten Widerstand wird der Ankerstromkreis des Anlaßmotors geschlossen. 3. Dieser Anlaßwiderstand wird kurzgeschlossen und dadurch das maximale Drehmoment des Motors erreicht. Sobald der Fahrmotor angelassen ist, wird in dem vom Fahrmotor jetzt angetriebenen Anker eine EMK erzeugt, welche jener des Akkumulatorstromes gleich ist und entgegenwirkt, der Strom im Anlaßmotor fällt auf Null und die Anziehung des Ankers durch die Polstücke ist unterbrochen, die Feder kann daher den Anker in seine Ruhelage drücken und die Kupplung ist aufgehoben. (Revue Electr., 5. Dezember 1913.)

Selbsttätige elektrische Bremsung von Anhängewagen. C. Rossinsky beschreibt die Einrichtungen auf der Strecke Elberfeld—Cronenberg—Sudberg, welche viele Steigungen, darunter solche bis zu 10% auf etwa 50 *m* aufweist. Die Bahn hat Meterspur mit Rillenschienen. Die Wagen verkehren mit 20 *km* pro Stunde in 10 Minuten Abstand. Auf der Neigung 1:15 ist die höchste Geschwindigkeit 8 *km* pro Stunde. Die Triebwagen wiegen leer 13·5 *t* und erhalten zwei Motoren mit Wendepolen für je 65 *PS*, 500 *V*. Zum mechanischen Bremsen dient eine Kurbelbremse mit Kettenübertragung, die auf die Außenklötze wirkt und eine Radbremse mit Spindelübertragung, welche die vier Innenklötze betätigt. Als Gebrauchsbremse dient die elektrische Bremse, welche durch den Kontroller eingeschaltet wird. Dieser beherrscht auch die Frischstrombremsung. Es werden Schienenbremsen verwendet, aus vier Magneten bestehend, jeder für 2500 *kg* Zugkraft und auswechselbaren Gleitschuhen aus Flacheisen. In Gefällen über 5% wird der Kurzschlußstrom der Motoren durch eine Wicklung der Magnete geleitet, bei Gefällen über 7·5% wird Strom aus der Fahrleitung durch die zweite Wicklung geschickt. Die Beiwagen wiegen leer 3·5 *t*, ihre elektrische Einrichtung, bestehend aus zwei Bremsmagneten für je 3500 *kg* Zugkraft, einer Batterie von 5·1 *V* Spannung, 18 *A*/Std. Kapazität, ferner die zur Bremsung notwendigen Leitungen, Kupplungen, Schalter und die elektrische Beleuchtung, wiegt 3·2 *t*. Die Magnete stehen in unerregtem Zustand 5 *mm* von von den Schienen ab, bei der Höchsterregung mit 42 *A* üben sie einen Bremsdruck von 6400 *kg* aus. Beim Bremsen in den ersten vier Bremsstellungen fließt der Kurzschlußstrom der Motoren durch die Magnete von Motorwagen und Anhängewagen. In der Gefahrstellung 5 werden die Magnete des Motorwagens durch Strom von der Oberleitung voll erregt und wird die Batterie auf die Schienenbremse des Anhängewagens geschaltet, wodurch kräftiges Bremsen eintritt. Reißt sich der Anhängewagen los, wird also der Stecker an der Vorderwand aus der Dose herausgerissen, so wird dadurch die Batterie selbsttätig auf die Magnetwicklung geschlossen und der Wagen bleibt stehen. Versuche auf einem Gefälle mit 9% bei Geschwindigkeiten von 18 *km* pro Stunde sowie auch bei stehenden Triebwagen auf starkem Gefälle haben gezeigt, daß diese Bremsung äußerst wirkungsvoll ist. (E. K. B., Heft 1, 1914.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Über Verzögerungserscheinungen bei einigen anodischen und kathodischen Vorgängen. G. Grube berichtet (Faraday Society) über die von F. Foerster und seinen Schülern ausgeführten Untersuchungen über anodische und kathodische Passivitätserscheinungen. Es wurde bewiesen, daß die kathodische Abscheidung der Eisenmetalle, welche an sich ein langsam verlaufender Vorgang ist, durch die gleichzeitige Abscheidung kleiner Mengen von Zink oder Wasserstoff noch erheblich mehr verzögert werden kann. Diese Verzögerungen haben wahrscheinlich ihre Ursache in einer Veränderung der Elektrodenoberfläche, die durch

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 125, 707.

Digitized by Google

die Bildung labiler Zwischenprodukte von höherem elektrolytischen Lösungsdruck, als ihn die reinen Metalle besitzen, gekennzeichnet ist. Dieser Umstand ist eine wesentliche Stütze für die Anschauung, daß auch anodische Vorgänge durch das Auftreten von Sauerstofflegierungen Verzögerungen erleiden können. Bei der elektrolytischen Oxydation des Ferrozyankaliums wurden stets dann, wenn die Elektroden mit Ferrozyanid- oder Oxydhäuten umgeben waren, starke anodische Polarisationen beobachtet. Diese treten nicht auf am Platin, Gold, Nickel, Kobalt und Kupfer in alkalischer Lösung, so daß hier nicht eine Oxydhaut, sondern eine Sauerstofflegierung die Passivität verursacht. Man kann sich denken, daß der Sauerstoff mit dem Anodenmaterial in geringem Maße zu Oxyden zusammentritt, die mit dem unveränderten Elektrodenmaterial feste Lösungen bilden. Die Oxydhauttheorie der Passivität steht zu dieser Anschauung im Gegensatz, da nach ihr das gebildete Oxyd die Elektrodenoberfläche mechanisch abschließt. (Chem. Ztg., 24. 12. 1913.)

Zur Polarisation des Eisens im Beton. K. Lubowsky. Gelegentlich einer Daueruntersuchung über den Einfluß elektrischer Ströme auf Eisenbeton wurde beim Abschalten der Gleichstromquelle von den Versuchsblöcken eine bemerkenswerte Restspannung beobachtet, welche mit einem Weston-Voltmeter zu zirka 4 *V* abgelesen wurde. Diese Polarisations-EMK sank nach einer Stunde auf 1·65 *V* und betrug nach 11 Stunden noch 1 *V*. Die Berücksichtigung dieser Erscheinung dürfte notwendig sein, wenn an Betonbauten Potentialmessungen zur Kontrolle vagabundierender Ströme vorgenommen werden. Über die weiteren Versuche des Verfassers soll demnächst ausführlicher berichtet werden. (Z. f. Elektroch. 1913, 23. Heft.)

Die Beziehungen zwischen Passivität und elektrolytischer Ventilwirkung besprach in der Faraday Society G. Schulze. Bei der elektrolytischen Ventilwirkung ist zwischen Ionenventilwirkung und Elektronenventilwirkung zu unterscheiden. Ionenventilwirkung zeigt beispielsweise Silber in Bromwasserstoffsäure. Sie wird durch Bildung einer festen Schicht von Bromsilber auf der Silberanode verursacht, in der die verschiedenen Ionen verschiedene Widerstände finden. Die Ionenventilwirkung vermag Wechselstrom nicht gleichzurichten und hat zur Passivität der Metalle keine näheren Beziehungen. Die Elektronenventilwirkung beruht darauf, daß sich anodisch auf dem Ventilmetalle eine feste poröse hochisolierende Oxydschicht und in ihren Poren eine sehr viel dünnere Gasschicht bildet, und zwar dienen etwa 95% des gesamten Formierungsstromes der Entwicklung von Sauerstoff und nur 5% der Bildung der festen Oxydschicht. Die Gasschicht verursacht die Erscheinungen der Elektronenventilwirkung. Der Strom durchfließt sie in Form freier Elektronen. Die Ventilwirkung rührt daher, daß in der einen Richtung, in der der Elektrolyt die Kathode der Gasschicht ist, ein viel höheres Spannungsgefälle nötig ist, um die Elektronen aus der Kathode frei zu machen, als in der anderen Richtung. Die Erscheinung der Sauerstoffentwicklung an den Ventilmetallen findet ihre Analogie bei den passiven Metallen. Falls die Oxydhauttheorie richtig ist, so besteht der Hauptunterschied zwischen elektrolytischer Elektronenwirkung und Passivität darin, daß letztere durch eine metallisch leitende Oxydschicht molekularer Dicke gebildet wird, auf welcher eine Gasschicht lagert, während die Elektronenventilwirkung durch eine isolierende Schicht ultramolekularer Dicke verursacht wird, in welcher sich eine Gasschicht befindet. Nach ihrem Verhalten zerfällt die Elektronenventilwirkung in zwei Gruppen, die Gleichstrom- und die Wechselstromventilwirkung. Wenn die wirksame Schicht durch den kathodischen Strom unwirksam gemacht wird, so wird damit die Ventilwirkung zerstört. Sie besteht dann also nur bei Gleichstrom (Bi, Sb, Cd, Zn in wässerigen Lösungen oder Ta in Au Cl_3). Wenn die wirksame Schicht kathodisch nicht verändert wird, so wird Wechselstrom bis zu den höchsten Frequenzen gleichgerichtet. Auch die Zerstörung der Ventilwirkung durch kathodische Polarisation findet ihre Analogie in der Passivität. Dagegen scheint die Analogie zur Wechselstromventilwirkung bei der Passivität zu fehlen.

(Chem. Ztg., 24. 12. 1913.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über die Schallintensität des tönenden Lichtbogens. H. Lichte, Göttingen. Die von Simon 1897 entdeckte Erscheinung des tönenden Lichtbogens, derzufolge ein Gleichstromlichtbogen bei Überlagerung eines Wechselstromes einen der Frequenz dieses Stromes entsprechenden Ton erzeugt, wurde vom Entdecker selbst durch Schwankungen der Jouleschen Wärme im Bogen erklärt. Eine zweite, ebenfalls von Simon erwogene Erklärung geht dahin, daß das Verdampfen der Elektroden oder die Dissoziation des Elektrodengases periodischen Schwankungen unterworfen ist, welche Schwankungen Variationen des Flammenbogenvolumens bewirken und auf diese Weise Schallwellen erzeugen. Rihl hat quantitative Messungen über die Schallintensität im tönenden Lichtbogen durchgeführt, die jedoch keine Entscheidung zwischen den beiden Erklärungen zu bringen vermochten. Lichte hat nun neuerliche Versuche unternommen und die Rihlschen Messungen auf den Frequenzbereich 220 bis 846 Perioden ausgedehnt. Die Rihlschen Resultate wurden bestätigt. Die Schallintensität des tönenden Lichtbogens ist ceteris paribus proportional dem Quadrat der Bogenlänge, dem Quadrat der Wechselstromstärke und der Gleichspannung. Die Abhängigkeit der Schallintensität vom Kohledurchmesser erreicht bei einer bestimmten Kohlendicke ein Minimum, dessen Lage ihrerseits von der Bogenlänge und der Stromstärke abhängt. Die Abhängigkeit der Schallintensität von der Frequenz des übergelagerten Wechselstromes ist für Frequenzen bis etwa 500 Perioden quadratisch. Bei höheren Frequenzen ist mit Rücksicht auf den Einfluß der Hysteresis ein Glied hinzuzufügen, das der vierten Potenz der Frequenz proportional ist. Die Messungen zeigen, daß für die akustischen Wirkungen am Lichtbogen periodische Änderungen des Flammenbogenvolumens verantwortlich zu machen sind, wobei unentschieden bleiben muß, ob diese Veränderungen durch Schwankungen in der Wärmeentwicklung der Leitungsbahn oder der Dissoziation des Elektrodengases bedingt sind. Auch ein Zusammenwirken beider Einflüsse ist nicht von der Hand zu weisen. Da eine Begünstigung derjenigen Umstände, die eine größere Schwankung in der Kohleverdampfung bewirken, also eine Verringerung der Hysteresis, eine Abnahme der Schallintensität mit sich bringt, so können die akustischen Wirkungen des Bogens nicht mit der Verdampfung in Zusammenhang gebracht werden, so daß der eine Teil der zweiten Erklärungsweise ausscheidet. (Ann. d. Phys. Nr. 14, 1913.)

Über Unstimmigkeiten des Wulfschen Strahlers. Gelegentlich einer ausgedehnten Reihe luftelektrischer Messungen hat C. Dorno die Bemerkung gemacht, daß die Angaben der verwendeten Meßapparate (insbesondere des Wulfschen Strahlers) in hohem Maße von äußeren Einflüssen, insbesondere Temperatur und Feuchtigkeit, abhängen, so daß Veränderungen dieser Größen einen mit der Wirklichkeit in keiner Weise übereinstimmenden Gang der luftelektrischen Erscheinungen vortäuschen können. Abgesehen davon, daß der elektrische Zustand der im Apparate befindlichen Luft möglicherweise ein völlig anderer ist als der der freien Luft, was eine neuerliche, verhängnisvolle Fehlerquelle bedeutete, scheint vor allem eine Einwirkung der Wärme und Feuchtigkeit auf die Elektrometerfäden zu bestehen, die daher keineswegs den elektrischen Kräften der Atmosphäre allein gehorchen. Dorno zieht den Schluß, daß wir von einer sicheren Berechnung der Ionengröße und Ionengeschwindigkeit der atmosphärischen Luft noch reichlich weit entfernt sind. K. Bergwitz hat die Anregungen Dornos aufgegriffen und den Wulfschen Strahler in bezug auf die äußeren Einflüsse genauer untersucht. Allerdings sucht er die eigentliche Fehlerquelle nicht, wie Dorno, an den Elektrometerfäden selbst, sondern an der diese spannenden Quarzschlinge. Während Dorno den Unterschied in den Wärmeausdehnungskoeffizienten des Fadenmaterials und der Metallbestäubung für die Unstimmigkeiten verantwortlich macht, hält Bergwitz die wechselnde Spannung der Quarzschlinge für deren Ursache. Diese Spannung kann beeinflußt werden durch den Luftdruck, durch die Temperatur und durch Trägheitskräfte im Falle eines beweglichen Beobachtungsortes (Ballon). Um der Wirkung des Luftdruckes, der bei starkem Sinken (Ballonfahrt) eine Deformation (Ausbauchung) des Gehäuses und damit eine Veränderung der Fädenspannung bewirken könnte, zu begegnen, wurde die Konstruktion so verändert, daß das Fadensystem einen besonderen Träger erhielt und vom Gehäuse unabhängig gemacht wurde. Die wichtigste Einwirkung, die der Temperatur, ließ sich, wie Versuche zeigten, durch besondere Einrichtungen beseitigen, die die Wärmezufuhr zum Apparate stark verlangsamen. Schließlich wurde durch besondere Versuche, unter anderen im Förderkorb eines großen Bergwerksschachtes, die übrigens von vorneherein einleuchtende Erwartung bestätigt, daß Trägheitskräfte nur bei Geschwindigkeitsänderungen auftreten können. Die Versuche von Bergwitz lassen hoffen, daß es in praxi möglich sein wird, die Dornoschen Bedenken zu entkräften und mit dem Wulfschen Strahlungsapparat brauchbare, dem tatsächlichen Gange der luftelektrischen Elemente entsprechende Messungen zu erlangen.

(Phys. Zeitschr. Nr. 19, 1913.)

Einfluß des magnetischen Hauteffektes. H. Faßbender und E. Hupka (Physikalisch-Technische Reichsanstalt) haben vor kurzem (Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. 14, 408, 1913) über ein Verfahren berichtet, um ferromagnetische Substanzen bei Hochfrequenz zu untersuchen. Es zeigte sich, daß bei diesen Messungen nicht nur die Effektivwerte, sondern auch die Kurvenform der Feldstärke und der Induktion, kurz die ganze dynamische Magnetisierungskurve berücksichtigt werden muß, deren Form einerseits durch die statische Magnetisierungskurve und andererseits durch den magnetischen Hauteffekt bedingt wird. Um diesen besonders zu studieren, haben die Genannten drei Blechproben von gleicher chemischer Zusammensetzung, aber verschiedener Dicke (0·03, 0·06

Digitized by Google

und 0·1 *mm*) untersucht. Während ein wesentlicher Einfluß der Frequenz auf die Kurvenform nicht ersichtlich war, erschien die Blechstärke von erheblicher Bedeutung, wobei bemerkenswerterweise die mittlere Blechstärke (0·06 *mm*) die stärkste, das dünnste Blech keine und das dickste eine geringere Abweichung von der typischen Kurvenform zeigte. Daraus ist der Schluß zu ziehen, daß eine durch den Walz-Prozeß entstehende entartete Hautschicht wirksam ist, die bei sehr dünnen Blechen einen größeren, bei dicken Blechen einen geringfügigen Teil des Querschnittes ausmacht, so daß der durch den Hauteffekt nach außen gedrängte Kraftlinienfluß bei dünnen Blechen vorwiegend im veränderten, bei dicken Blechen zum großen Teil im unveränderten Eisen, also in beiden Fällen in relativ homogener Substanz verläuft, während bei mittlerer Dicke des Bleches die Inhomogenität stärker auf den Kraftlinienfluß wirkt. (Phys. Zeitschr. Nr. 21, 1913.)

Chronik.

Die zivilrechtlichen Folgen des Patenteingriffes. Über dieses Thema hat am 14. Jänner d. J. in der „Fachgruppe für Patentwesen" des „Österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins" der Hof- und Gerichtsadvokat Dr. Paul Abel einen Vortrag gehalten, den wir nachstehend im Auszug wiedergeben. Herr Dr. Abel verwies zunächst darauf, daß die in dem Patente enthaltene Befugnis des Patentinhabers zur ausschließlichen Verfügung über den Gegenstand der Erfindung die Verpflichtung aller anderen Personen mit sich bringe, sich jeder Verfügung über den Gegenstand der Erfindung zu enthalten. Die präventive Wirkung trete um so sicherer ein, je schwerer die Folgen eines Eingriffes in das Patentrecht seien. Das österreichische Recht gewähre einen strafrechtlichen und einen zivilrechtlichen Schutz. Der Vortragende erörterte nun die einzelnen Ansprüche zivilrechtlicher Art, welche dem Patentinhaber gegenüber dem Eingreifer zustehen, und zwar den Anspruch auf Anerkennung des Patentrechtes, auf Untersagung fernerer Eingriffshandlungen, womit die Ansprüche auf Beseitigung der Eingriffsmittel und Vernichtung der Eingriffsgegenstände in Zusammenhang stehen, ferner auf Entschädigung und Herausgabe der Bereicherung. Entschädigung und Bereicherung sind durchaus verschiedene Begriffe. Die Entschädigung richtet sich nach der Vermögensminderung des Patentinhabers, die Bereicherung nach der Vermögensvermehrung des Patentverletzers. Die Bereicherung des Eingreifers, das heißt also der Gewinn, welcher demselben durch die unbefugte Benutzung der Erfindung zufließt, kann unter Umständen viel größer sein als der Schaden des Patentinhabers, beispielsweise wenn der kapitalsarme Patentinhaber nicht in der Lage ist, seine Erfindung entsprechend auszunutzen, während der kapitalskräftige Eingreifer aus der Benutzung der Erfindung großen Nutzen zu ziehen versteht. Der Vortragende legte nun im einzelnen die Grundsätze dar, welche einerseits für die Entschädigungs-, andererseits für die Bereicherungshaftung nach österreichischem Rechte gelten. Jeder Eingreifer, welcher schuldhaft handelt — gleichgültig ob ein grobes oder leichtes Verschulden vorliegt — hat nach österreichischem Rechte den dem Patentinhaber durch den Eingriff zugefügten Schaden zu ersetzen. Der Schaden läßt sich je nach den Umständen des einzelnen Falles entweder aus dem Entgange an Absatz oder aus dem Entgange an Lizenzgebühren berechnen. Außerdem hat der Patentinhaber Anspruch auf Zuerkennung einer angemessenen Geldsumme für die erlittenen Kränkungen und anderweitige persönliche Nachteile, eine an sich sehr wohltätige Bestimmung, welche jedoch in der Praxis recht engherzig ausgelegt wird. Herr Dr. Abel legte die Entstehungsgeschichte dieser Gesetzesbestimmung dar und besprach die zahlreichen an dieselbe sich knüpfenden Streitfragen, so, ob dieser Anspruch auch einer juristischen Person zustehe, ob der Anspruch übertragbar sei, ob auch die durch den Eingriff erfolgte Entwertung des Patentes bei Bemessung der „angemessenen Geldsumme" zu berücksichtigen sei. Zur Frage der Bereicherungshaftung übergehend, erörterte der Vortragende die Argumente, welche — insbesondere im Deutschen Reiche — für und gegen den Anspruch auf Herausgabe der Bereicherung ins Treffen geführt werden. Auf der einen Seite wird eine Störung der Industrie befürchtet, wenn auch der gutgläubige Benutzer eines fremden Patentes noch nach Jahren den hiedurch erzielten Gewinn herausgeben müsse, auf der anderen Seite wird die Haftung des Eingreifers auf Erstattung der Bereicherung als durch das Interesse des Patentinhabers unbedingt geboten erklärt. Dr. Abel schließt sich dieser letzteren Anschauung an, welche er auch in dem österreichischen Patentgesetze — ebenso wie in dem Entwurfe des österreichischen Musterschutzgesetzes — verkörpert findet. Nach österreichischem Rechte müsse auch der gutgläubige Eingreifer den durch die Benutzung der Erfindung erzielten Gewinn herausgeben, und zwar auch dann, wenn dieser Gewinn den Schaden des Patentinhabers übersteige, eine Ansicht, welche allerdings nicht unbestritten sei. Die Höhe der Bereicherung zu beweisen, unterliege naturgemäß großen Schwierigkeiten; ob der Patentinhaber zur Vorbereitung der Bereicherungsklage den Verletzer auf Rechnungslegung über den erzielten Gewinn belangen könne, sei fraglich, nach Ansicht des Vortragenden aber auch für das österreichische Recht zu bejahen. Nach einer Darlegung über die Art der Berechnung der Bereicherung kam der Vortragende auf die Frage zu sprechen, wem die eben erörterten zivilrechtlichen Ansprüche zustehen, ob dieselben nur der Patentinhaber oder auch der Lizenznehmer geltend zu machen berechtigt sei. Dem Inhaber einer gewöhnlichen Lizenz stehe das Klagerecht nicht zu, er könne sich nur dadurch schützen, daß er vertragsmäßig den Patentinhaber zur Verfolgung von Eingriffen verpflichte oder sich von demselben bereits in dem Lizenzvertrag zu dieser Verfolgung im Namen des Patentinhabers bevollmächtigen lasse. Dagegen sei der Inhaber einer Exklusivlizenz klageberechtigt, wobei unter Exklusivlizenz jede Lizenz zu verstehen sei, durch die jemand zur ausschließlichen Benutzung des Gegenstandes der Erfindung, wenn auch zeitlich oder örtlich oder inhaltlich beschränkt, für befugt erklärt werde. Da aber nach österreichischem Rechte die Lizenz Dritten gegenüber nur wirke, wenn sie in das Patentregister eingetragen werde, so könne auch der Exklusivlizenzinhaber nur dann gegen Eingriffe klagbar auftreten, wenn die Eintragung seines Rechtes in das Patentregister erfolgt sei.

Der Vortragende schloß seine Ausführungen mit dem Hinweise darauf, daß die Industrie ein lebhaftes Interesse an der Wahrung erworbener Patentrechte und daher auch an strenger Ahndung von Patentverletzungen habe.

Die elektrische Beleuchtung der Expreßzüge. Ein jüngster Erlaß vom 27. November v. J. des französischen Ministers der öffentlichen Arbeiten, Herrn M. Thierry, hat die Eisenbahngesellschaften aufgefordert, die Expreß- und Eilzüge mit elektrischer Beleuchtung auszustatten. Dem Pariser Journal „Le Temps" vom 22. Dezember 1913 entnehmen wir folgenden Wortlaut der diesbezüglichen Verfügung des Ministers:

„Eine kürzlich stattgefundene Katastrophe hat neuerdings gezeigt, daß die Zusammenstöße der Züge in der Regel Veranlassung zu Bränden geben und daß es von großer Wichtigkeit ist, soweit als möglich das Vorhandensein entzündbarer Materialien in den Wagen zu vermeiden. Auch scheint es mir notwendig, auf das lebhafteste den Ersatz der Gasbeleuchtung durch elektrische Beleuchtung in den Eilzügen zu verfolgen. Ich habe infolgedessen entschieden, daß kein Projekt für das Material der Schnellzüge jemals genehmigt wird, wenn es die Beleuchtung mittels Gas in sich schließt. Ich lade deshalb ein, ohne Verzug die Mittel zu eruieren, um sukzessive die letztgenannte Beleuchtung der Expreß- und Eilzüge verschwinden zu lassen und mir zu diesem Zwecke möglichst rasch Vorschläge zu unterbreiten. Von den oben genannten Maßregeln könnte allenfalls bei jenen Wagen abgesehen werden, welche für den internationalen Dienst bestimmt sind und dazu dienen, im Auslande zu zirkulieren, wo die elektrische Beleuchtung nicht angewendet werden könnte".

Die Katastrophe von Melun hat gezeigt, von welcher Wichtigkeit die Umwandlung der Beleuchtung in den Bahnpostwagen sein würde, welche mit Gas beleuchtet sind.

Literatur-Bericht.

Die Steuerungen der Dampfmaschinen. Von H. Dubbel, Berlin, Julius Springer. 341 Seiten und 446 Textfiguren. Preis Mk. 10.

Die ersten Zeilen des Vorwortes bringen eine bedauerliche Enttäuschung: Das bekannte und so viel verwendete, groß angelegte Werk über die Steuerungen von Dampfmaschinen von Leist wird nicht in neuer Auflage erscheinen und soll durch ein viel weniger umfangreiches Buch ersetzt werden. Damit hat sich der Verfasser eine ungemein schwierige Aufgabe gestellt, und wenn auch die Grundzüge seiner Absichten, die im Vorwort angegeben sind, gewiß voll anerkannt werden müssen, so beweisen sie doch gleichzeitig, daß in dem gewählten Rahmen ein voller Ersatz für das Leistsche Werk oder gar ein Ausbau desselben undenkbar ist. Wo man selbst diesem noch größere Ausführlichkeit wünschen mochte, wie etwa in der geschichtlichen Entwicklung der wesentlicheren Gedanken in dem Sinne, daß die Schöpfer derselben und ihre Einflußnahme auf spätere Bauarten zu ihrem Rechte kommen, mußte sogar eine weitere Einschränkung gemacht und damit eine Unterlassung begangen werden,

Digitized by Google

die dem Buche den Charakter eines Werkes von ständig bleibendem Werte einigermaßen entziehen muß.

Trotz dieser schwierigen Verhältnisse hat Dubbel dennoch ein sehr brauchbares Buch geschaffen, und wenn im folgenden einige kleine Berichtigungen angeführt werden, die natürlich auf Vollständigkeit keinen Anspruch machen, so soll damit sein Wert für die Gegenwart nicht herabgesetzt werden.

Der erste Abschnitt: Dampfverteilung und Bemessung der Kanäle enthält manches Interessante, besonders gut durchdacht und klar dargestellt ist auch die Einleitung des zweiten Kapitels: Steuerungen. Selbstverständlich können über die weitere Durchführung verschiedene Meinungen herrschen, es mag nur erwähnt werden, daß die Entlastung der Kolbenschieber mit Rücksicht auf die diesbezügliche Literatur noch sorgfältiger hätte behandelt werden können.

Ich verweise diesbezüglich auf das Lexikon von Lueger, II. Auflage, Band VII, Seite 621, und das Bulletin des internationalen Eisenbahnkongreßverbandes, Juli 1913, wo die bemerkenswerte Tragstangenentlastung von Becher besprochen ist. Die gar zu häufige Wiederholung von Namen auch bei recht unbedeutenden und selbstverständlichen Gegenständen wirkt unangenehm und ist sogar geeignet, manchmal die bezügliche Beurteilung als nicht vollkommen unbeeinflußt erscheinen zu lassen. An wichtigeren Stellen hingegen fehlt manchmal der Name des eigentlichen Erfinders.

Demgegenüber ist im allgemeinen die Sorgfalt zu rühmen, mit der neuere Veröffentlichungen und Erfahrungen berücksichtigt sind. Es fällt auf, daß die Fig. 203 als Konstruktion von Proell hingestellt wird, während sie bekanntlich von Schwabe herrührt, ebenso wäre trotz ihrer Mängel doch die erste Doppeldaumensteuerung von Sulzer zu nennen, und ihre weitere Entwicklung und Beurteilung darzustellen gewesen. Fig. 210 wäre eher den Wälzhebelbauarten zuzuzählen, zu Fig. 214 möchte ich persönlich anführen, daß die erste Ausführung des Doppeldaumens mit einer durch Anschlag begrenzten Rollenfeder von mir herrührt, wenn auch in anderer Form als hier dargestellt, jedoch mit gleicher Wirkung.

Zu Irrtümern könnte die Bemerkung führen, daß die Anwendung des „stumpfen Winkels“ (Seite 159) keine Vorteile bietet. Naturgemäß werden derartige Steuerungen unter Aufwand entsprechend größerer Kräfte bei gleichen Anlaufkurven bessere Ventilerhebungen ergeben, was insbesondere bei Doppeldaumen von Vorteil sein kann. Überhaupt ließe sich die Frage der Rolldaumen noch eingehender behandeln, dasselbe gilt auch von der Steuerungsrückwirkung auf den Regler, über deren Ermittlung noch manchmal recht unklare Ansichten herrschen.

Sehr gelungen ist überall die Gruppierung, die die Übersichtlichkeit der großen Anzahl von Bauarten beträchtlich erhöht.

Wie eine Beilage zu dem besprochenen Buche besagt, ist die in den Fig. 283 uud 284 auf Seite 208 und 209 als Salingré-Steuerung bezeichnete Konstruktion im Wesen der von mir im Jahre 1894 ausgeführten Steuerung D. R. P. 82.300 gleich. Eine Änderung gegen die dort verzeichneten Ausführungsformen ist nur dadurch getroffen, daß der damals ausdrücklich beliebig gewählte Drehpunkt des Regelhebels in die Achse der Steuerwelle verlegt wurde. Auf dieses Kennzeichnen ist nun auch das Patent Salingré beschränkt worden und hat deshalb keinen Wert, weil selbst eine geringe Exzentrizität dieses Drehpunktes ohneweiters die allgemeine Ausübung zuläßt; die Konstruktion fällt dann nicht unter Patentschutz, als Unterschied ist nämlich ausdrücklich angegeben worden, daß die Steuerungsabnahmekurven kongruent sind und nur um die Steuerwelle verdreht werden. Von einem Vorteil kann dabei keine Rede sein, da man größere Füllungen nur bei sehr großen und schädlichen Verdrehwinkeln des Regelhebels und auch bei verhältnismäßig großen Abständen der beiden Kurbeldrehpunkte erhält. Bei der seinerzeit ausgeführten alten Bauart kann bei kleinem Verstellwinkel des Regelhebels erreicht werden, daß die Endpunkte der Verschiebung des Drehpunktes der zweiten Kurbel einander diametral gegenüberstehen, wodurch auch für große Füllungen nur kleine Abstände derselben von der Steuerwellenachse und damit günstigere Abnahmekurven ohne starke Einbuchtung und kleinere Abmessungen des Exzenterringes erzielt werden. Ein weiterer wesentlicher Vorteil der alten Bauart besteht darin, daß für die gewöhnlich benutzten mittleren Füllungen die Abnahmekurven sich der Kreisform noch mehr nähern, wodurch die unschönen zuckenden Bewegungen des Exzenters und die damit verbundenen Beschleunigungswirkungen vermieden werden. Der angebliche Vorteil geringeren Steuerungsrückdruckes ist natürlich bei gleichen Verhältnissen nicht vorhanden. Die Erteilung des deutschen Reichspatentes ist demnach nur auf ein Versehen des Patentamtes, dem meine alte Patentschrift durch unrichtige Einordnung entgangen ist, zu erklären.

Auf das Werk Dubbels zurückkommend, muß es als ein sehr empfehlenswertes Buch bezeichnet werden, das dem sorgfältigen Leser eine Menge von Anregungen bietet und wohl von keinem Dampfmaschinenbauer übersehen werden wird. Die Ausstattung des Springerschen Verlages ist die gewohnt vorzügliche, die Figuren sind mit großer Sorgfalt und Klarheit ausgeführt.

Prof. K. Körner.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Gasmaschinen.

Arbeitsverfahren.

Zur besseren Ausnutzung der flüssigen Brennstoffe geben G. E. Heyl und Th. Th. Baker in London ein Verfahren an, wonach dem Brennstoff eine geringe Menge Wasserstoff beigegeben und Luft in solcher Menge in den Arbeitszylinder eingeführt wird, daß der Brennstoff vollständig verbrennt. Der Wasserstoff bewirkt eine leichtere Entflammbarkeit des Brennstoffluftgemisches, das sonst infolge der reichlichen, zur vollständigen Verbrennung nötigen Luftmengen stark verdünnt und somit schwer entzündlich ist. (B. P. Nr. 4570 A. D. 1913).

R. Reiher in Kiel betreibt einen Knallgasmotor in der Weise, daß Wasserstoff und Sauerstoff getrennt voneinander in den Verbrennungsraum eingeblasen werden, wobei sich die beiden Ströme ungefähr in der Mitte des Raumes treffen und hier durch vorherige Erhitzung oder durch Kompressionswärme entzünden. (D. R. P. Nr. 265.703).

Nach J. C. Ponter in St. Louis (Ver. St. v. A.) werden bei einer Maschine mit zwei untereinander verbundenen Zylindern die Verbrennungsgase in der Explosionskammer des Zylinders mit kalter Luft oder kaltem indifferenten Gas gemischt, so daß sowohl eine Kühlung der Verbrennungsgase, als auch der Kammerwand erfolgt. Diesem Zweck dienen zwei die Explosionskammer des Arbeitszylinders und Kompressionskammer des Luftzylinders verbindende Kanäle, die mit gesteuerten Ventilen versehen sind und gleichzeitig mit der Explosion geöffnet sind. Während also ein Teil der Explosionsgase durch den einen Kanal in den Luftzylinder über dessen Kolben gelangt, strömt aus dem in diesem Zeitpunkte gegen den Luftzylinder abgeschlossenen zweiten Kanal ein großes Volumen zusätzlicher kalter Luft in den Explosionszylinder, wodurch dessen Wandungen wirksam gekühlt werden. (D. R. P. Nr. 263.167).

Bei einer mit Explosionsgemisch und Wasserdampf betriebenen Maschine des A. Ulrich in Obora (Böhmen) wird im Kühlmantel des Arbeitszylinders und seines Verbrennungsraumes Dampf entwickelt, der mit den Verbrennungsgasen gemischt im Arbeitszylinder expandiert. Eine in den Kühlmantel eingebaute Scheidewand verhindert die unmittelbare Berührung des Kühlwassers mit den Verbrennungsgasen. Die Scheide- und die gegenüberliegende Kühlmantelwand tragen geneigte Flächen, auf denen der Dampf getrocknet wird. (Ö. P. Nr. 59.556).

Eine mit Wassereinspritzung arbeitende Verbrennungskraftmaschine von E. L. Levetus in London besitzt eine an die Verbrennungskammer angeschlossene und mit ihr durch ein Saugventil verbundene Mischkammer, die mit einem Lufteinlaß und den Brennstoff- und Wasserdüsen versehen ist. Die Entfernung der gegenüber dem Lufteinlaß allseitig frei angeordneten und der Saugwirkung nicht voll ausgesetzten Düsen von dem Lufteinlaß kann geändert werden, so daß eine Regelung der zerstäubenden Wirkung der Luft auf die in gleichbleibenden Mengen eingeführten Flüssigkeiten möglich ist. (Ö. P. Nr. 61.099.)

Zweitaktmaschinen.

Zufolge einer Erfindung von J. D'Harveng in Brüsse erhalten die von den Ladepumpen nach den Arbeitszylindern führenden Überströmleitungen für Gas und Luft einen ständig zunehmenden Querschnitt, wodurch das Überströmen begünstigt und ein größerer mittlerer Druck erreicht wird, die induzierte Pumpenleistung also geringer sein kann. Im Arbeitszylinder 1 (Fig. 1) bewegen sich zwei Kolben (in der Figur ist nur der eine Kolben 3 ersichtlich), von denen der eine (nicht sichtbare) die Auspufföffnungen und der andere die Schlitze 4 für die aus der Kammer 5 kommende Druckluft und die Schlitze 4′ für die aus der Kammer 5′ kommende Gasladung steuert. Als Ladepumpen dienen einfachwirkende Kolbenpumpen, von denen in der Zeichnung nur die Gaspumpe 9 mit ihrem Druckventilgehäuse 11 ersichtlich ist. Von den beiden Ventilgehäusen führen die Leitungen 12, 13 zu den Kammern 5, 5′. Am günstigsten stellen sich die Verhältnisse, wenn die Leitungsquerschnitte derart gewählt sind, daß das Verhältnis zwischen jeder Querschnittsfläche und dem Volumen von der Pumpe bis zu dem betreffenden Querschnitt eine Konstante ist, weil dann die Fortpflanzungsgeschwindigkeit aller Gas- und Luftteile an jeder Stelle der Leitung die gleiche ist. Daraus resultiert eine logarithmische Form der Überströmleitungen. (D. R. P. Nr. 262.203).

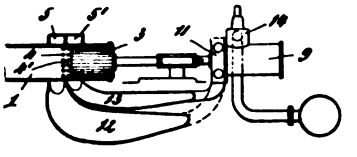


Fig. 1.

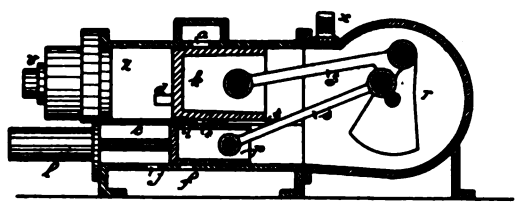
Bei einer Maschine von G. F. Rayner in Acton (England) dienen zwei ineinander sich bewegende und steuernde Kolben als Arbeitskolben, die auf verschiedene Kurbeln der Welle arbeiten. Die Kurbeln sind derart gegeneinander versetzt, daß ein Voröffnen der Auspuffschlitze vor dem Freilegen der Einlaßschlitze erreicht wird. Der ringförmige äußere Kolben besitzt unten einen Flansch, der in einer Erweiterung der Zylinderbohrung arbeitet und die Ladung ansaugt, worauf sie in

Digitized by Google

dem ringförmigen Hohlraum dieses Kolbens vor der Einleitung in den Verbrennungsraum zusammengepreßt wird. Der äußere Kolben steuert die Auspufföffnungen des Zylinders und der innere die im äußeren angeordneten Überströmöffnungen der Pumpenkammer. Die Ladung wird aus dem Hohlraum des äußeren Kolbens in den Verbrennungsraum während des Schließens und nach Schluß der Auspufföffnungen übergedrückt. (D. R. P. Nr. 262.657.)

Eine Zweitaktmaschine von G. E. Samain in Paris ist mit einem den Zylinder auskleidenden, steuernden Rohrschieber versehen, der unten einen als Ladepumpe wirkenden Ansatz trägt. Die Ladung erfolgt mit wechselndem Druck nach Schluß der Auspuffkanäle, wobei der schwache Druck des frischen Gemisches beim Beginn der Einführung die Selbstzündung oder das Entweichen durch den Auspuffschlitz während der kurzen Zeit der Öffnung beider Kanäle verhindert, wogegen der Druck des Gemisches gegen Ende der Einführung wächst, so daß jeder Arbeitsverlust vermieden wird. (D. R. P. Nr. 261.433.)

Fig. 2.



Die in Fig. 2 dargestellte, nach dem Dieselverfahren arbeitende Maschine von F. A. Haselwander in Karlsruhe und Dr. A. Silber in Offenburg i. B. verdichtet die Spül- und Ladeluft in der Kurbelkammer *r* mittels des Arbeitskolbens *k*. Der in den Maschinenrahmen eingebaute Zylinder *c* der Niederdruck-Einblaseluftpumpe saugt durch seinen von der Hauptkurbelstange *S* aus mittels der Stange *s* angetriebenen Kolben *p*, zusammen mit dem Arbeitskolben eine größere Spül- und Ladeluftmenge als durch *k* allein in die Kammer *r* durch Ventil *x* oder Schlitze *f* und verdichtet mit *k* diese Luft, um sie gegen Expansionshubende, zum Beispiel durch Schlitze *i* im Kolben *p* und Öffnungen *e* im Arbeitszylinder *z* am Ablenker *d* vorbei nach dem Arbeitszylinder zu treiben, während die Abgase durch die Auspuffschlitze *a* entweichen. *p* erfüllt demnach zwei Aufgaben, nämlich einerseits Förderung von Einspritzluft, die im Hochdruckzylinder *l* auf den gewünschten Druck gebracht wird, und andererseits Förderung von Spül- und Ladeluft zusammen mit *k*, was einen Überschuß an Spülluft ergibt und den Lieferungsgrad der Kurbelkammerpumpe ohne neue Maschinenteile und zusätzliche Reibung erhöht. Wenn viel Spülluft erforderlich ist und der Querschnitt von *p* größer wird, als für die Einblaseluft erwünscht ist, so kann man die überschüssige Einblaseluft durch Schlitze *j* während eines Teiles des Pumpendruckhubes wieder entweichen lassen usw. An die Stelle der Zylinderschlitzsteuerung kann auch eine Ventilsteuerung *v* treten. Die Maschine kann auch von stehender Bauart sein. (D. R. P. Nr. 266.757.)

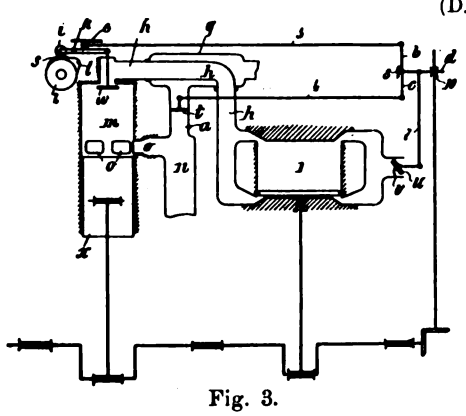


Fig. 3.

Fig. 3 zeigt schematisch eine Gleichdruckmaschine von F. Binder in Wien. Im Verbrennungszylinder *m* arbeitet der die Auspuffschlitze *o* steuernde Kolben *x*. Von der Spülpumpe *r* führt eine Leitung *h* zum gesteuerten Spül- und Ladeluftventil *w*, das von der Daumenscheibe *z*, Rolle *i* und Hebel *k* betätigt wird. Die Spülluftleitung *h* wird von einem Heizmantel *g* umschlossen, der mit der Auspuffleitung *n* durch ein Drosselorgan *t* in Verbindung steht. Ein zweites Drosselorgan *v* ist in der Saugleitung *u* der Spülpumpe vorgesehen. *u* und *v* werden von einem Regler beeinflußt, dessen Muffe 10 auf dem Arm *d* eines dreiarmigen, um die Achse 8 schwingenden Hebels *b*, *c*, *d* sitzt, der mit den Zugstangen 4, 5, 7 die Klappe *t*, den Drepunkt 6 des Hebels *k* und die Klappe *v* betätigt. Die Zeichnung zeigt die Stellung bei Vollbelastung, *t* ist geschlossen, *u* entsprechend geöffnet und *w* weist entsprechend der kleinen Überhöhung *s* des Daumens *z* die geringere Eröffnung auf. Sobald der Kolben *x* die Öffnungen *o* überfahren hat, wird der Eröffnungshub des Ventils *w* durch Auffahren von *i* auf den erhöhten Teil *l* des Daumens *z* vergrößert. *w* ist also während der Spülperiode weniger (wie zum Spülen nötig) und dann nach Beendigung des Spülens mehr (wie zum Laden nötig) geöffnet. Durch Verstellung des Stützpunktes 6 wird der Einblasequerschnitt für die Spül- und Gemengeluft geregelt (zum Beispiel wird bei Verringerung der Belastung 6 nach rechts verschoben, wodurch der Hub von *w* verringert wird). Gleichzeitig wird *u* gedrosselt und die Leitung *a* geöffnet, so daß die Ladeluft eine Vorwärmung erfährt und somit trotz Verringerung ihres Gewichtes am Ende des Verdichtungshubes dennoch die bei Volladung auftretende Endtemperatur aufweist. (Ö. P. Nr. 57.303.)

Dr. G. Dolne-Dehan in Sclessin bei Liège (Belgien) bildet den Kolben 1 (Fig. 4) als Manschette aus, deren massiver Teil Kanäle 3 besitzt. Der obere Kolbenrand steuert die Auspuffkanäle 6, der untere die Einströmkanäle 5. In der gezeichneten Stellung findet Explosion statt, der Kolben schließt 5 ab und verdichtet die frische Ladung unterhalb des Kolbens. Vor Hubende gibt der obere Kolbenrand 4 die Öffnungen 6 frei, so daß der Auspuff beginnt. Gleichzeitig gelangen die Kanäle 3 und 7 zur Deckung, so daß die unter dem Kolben verdichtete Frischladung in den Zylinder tritt und die Abgase vor sich hertreibt. Steigt der Kolben wieder, so werden die Kanäle 3 geschlossen, später die Kanäle 6 und es wird die Ladung bis zur Zündung verdichtet. Der unter dem Kolben sich bildende Unterdruck erreicht ein Maximum, wenn der untere Kolbenrand die Einströmöffnungen 5 freigibt, durch die eine rasche Füllung erfolgt. Die Kanäle 5 und 7 sind gegeneinander versetzt, damit die Kolbenkanäle 3 mit 5 nicht zur Deckung gelangen können. Die Kanäle 6 hingegen können eine einzige, den Zylinder ganz oder nahezu ganz umfassende Öffnung bilden. Bemerkenswert ist ferner, daß die Ebene der Einströmkanäle 5 oberhalb der Ebene der Überströmkanäle 7 liegt, wodurch einerseits die Zuleitung der Frischladung auf einen ringförmigen, das untere Zylinderende frei umgebenden Raum beschränkt und damit die bisher unvermeidlichen Druckverluste bei der Einströmung vermieden werden und andererseits die verdichteten Gase auf dem kürzesten Weg in den Zylinder gelangen, was wieder zur Verringerung der Druckverluste beiträgt. (D. R. P. Nr. 261.753.)

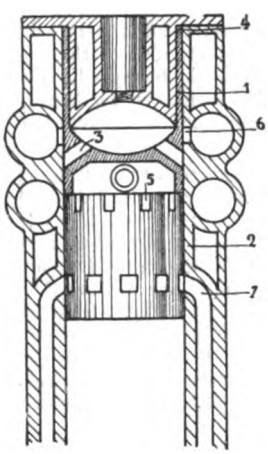


Fig. 4.

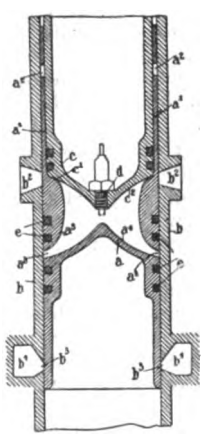


Fig. 5.

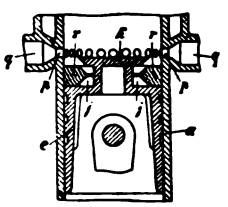


Fig. 6.

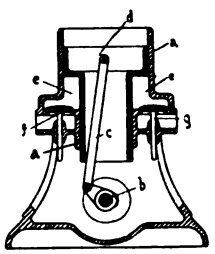


Fig. 7.

J. A. Hardy in Paris versieht den Kolben *a* (Fig. 5) seiner Maschine mit einer steuernden, auf einem festen Kolben *c* gleitenden Verlängerung a^1, die mit Auslässen a^2 und Einlässen a^3 versehen ist. Die Figur zeigt die Stellung kurz vor der Explosion der verdichteten Ladung. Am Ende des Arbeitshubes gelangen die Auslässe a^2 mit dem Auspuff b^2 und die Einlässe a^3 mit den in die Kammer b^4 mündenden Einströmöffnungen b^3 in Verbindung. Die frische Ladung streicht durch die im Kolben gebildete Düse a^3, breitet sich ohne Stöße und Wirbel im Zylinder aus und treibt den Rest der verbrannten Gase vor sich her. Dieser Rest wird zufolge der Gestalt der Kolbenfläche *c* ebenfalls ohne Wirbel durch die Öffnungen a^2, b^2 aus dem Zylinder entfernt. Dieser Effekt wird somit dadurch erreicht, daß die Böden des festen und beweglichen Kolbens aus um die Zylinderachse verlaufenden und nach einwärts zu zweckmäßig kurvenförmig verjüngten Drehflächen c^2 bezw. a^4 bestehen und die Kolbenverlängerung a^1 innerhalb der Einlaßöffnungen und in Anpassung an die Verjüngung des Bodens a^4 des beweglichen Kolbens mit einer nach innen zu vorspringenden Einschnürung a^5 versehen ist. (D. R. P. Nr. 264.840.)

Eine mehrzylindrige Maschine von C. Enke in Schkeuditz b. Leipzig besitzt für jeden Zylinder eine geschlossene Kurbelkammer. Die einzelnen Kurbelkammern sind durch ein Rohr verbunden, in dem Drehschieber rotieren, die infolge ihrer Ausbildung die Luftwege der Zylinder so steuern, daß die Kolben bei ihrem Aufgang Luft aus dem Freien ansaugen und bei ihrem Niedergange die Luft in die Mitte des Rohres drücken. Dadurch wird die von allen Kolben geförderte Luft an einer Stelle für die Ladung der Zylinder verfügbar. Bei der Ladung eines Zylinders liefern immer mehrere hintereinanderfolgende Kolben die nötige Luftmenge und es ist nur ein Vergaser und eine Reguliervorrichtung erforderlich. (D. R. P. Nr. 265.094.)

Maschinen mit drei oder ein Vielfaches von drei betragenden Arbeits- und Pumpenzylindern werden von W. M. Appleton in Weston-s.-M. (England) so ausgebildet, daß der Kolben eines Zylinders als Steuerorgan für die Ladepumpe eines anderen Zylinders dient. Jeder Arbeitskolben ist mit einer Aushöhlung versehen, die zu bestimmten Zeiten des Arbeitsganges das Ansaugen des Brennstoffluftgemisches der Pumpe eines der anderen Zylinder steuert. Die Einlaßöffnungen aller Pumpenzylinder sind durch ein gemeinsames Rohr verbunden, wogegen die Überströmöffnungen der Zylinder mit den Ventilöffnungen der Pumpe eines der anderen Zylinder durch ein besonderes Rohr in Verbindung stehen. (D. R. P. Nr. 263.263.)

Eine Erfindung des G. H. O. Kind in Ssergiew-o (Rußland) betrifft eine Verbundmaschine für flüssige und gasförmige Brennstoffe mit drei oder mehr einfachwirkenden Kraftzylindern, die während einer Umdrehung nacheinander zur Wirkung kommen, und zwar in der Weise, daß unter stetiger Expansion der Gase auf dem weit größten Teil der Umdrehung eine nutzbare Drehwirkung erzeugt wird. Dadurch entsteht eine Maschine, die ohne Schwungrad mit großer Gleichmäßigkeit arbeitet. Die Arbeitsräume der Expansionszylinder sind derart kreuzweise miteinander verbunden, daß die Arbeitsvorgänge durch die Kolben der

Digitized by Google

Kraftzylinder ohne irgendwelche gesteuerten Organe erreicht werden. Die Maschine besitzt zwei von der Kurbelwelle umstellbar angetriebene einfachwirkende Luftpumpen, die ihren Inhalt wechselweise in eine an dem Hochdruckzylinder angeordnete und mit ihm stets in Verbindung stehende Verbrennungskammer drücken, derart, daß diese Luft bezw. das in der Verbrennungskammer gebildete brennbare Gemisch sofort zur Arbeitsleistung in den Kraftzylindern verwertet wird. Eine dieser Pumpen kann statt Luft ein brennbares Gemisch aus Luft und leicht verdunstendem Brennstoff in die Verbrennungskammer fördern; sie kann aber nebenbei noch zur Einführung irgendeines flüssigen Brennstoffes in diese Kammern ausgenutzt werden. (D. R. P. Nr. 267.642.)

W. Freiherr v. Brandenstein in München konstruiert eine Maschine, bei der je zwei gleichartig ausgebildete Zylinder als Pumpen- und Arbeitszylinder zusammenarbeiten. Die vollkommen gleich ausgebildeten Zylinder können während des Ganges der Maschine derart umgestellt werden, daß Arbeits- und Pumpenzylinder ihre Funktionen vertauschen. Damit wird der Vorteil erreicht, daß ein Warmlaufen der Arbeitszylinder durch rechtzeitiges Umschalten wirksam vermieden wird. (D. R. P. Nr. 266.843.)

Viertaktmaschinen.

Th. Rigby in Dumfries (Schottland) gibt ein Arbeitsverfahren an, wonach bei normaler Maschinenleistung eine brennstoffarme Gemischmenge durch den Kolben angesaugt wird und das am Ende des Saughubes eingeführte Antriebsmittel, das entweder aus Brennstoff allein oder aus Brennstoff gemischt mit Luft besteht, auf eine Temperatur abgekühlt wird, die etwa der Kühlmitteltemperatur gleichkommt. Zwecks Kühlung kann man das Wasser oder sonstige Kühlmittel direkt mit der erhitzten Gemischmenge oder diese mit wassergekühlten Flächen in Berührung bringen. Das zusätzlich eingeführte gasförmige Antriebsmittel wird zweckmäßig so nahe als möglich auf die Temperatur des Kühlwassers abgekühlt, bevor es in den Arbeitszylinder eingeleitet wird. Erfindungsgemäß ist eine starke Kühlung nötig. Besitzt die Zusatzladung ungefähr die Temperatur des Kühlmittels, so wird die Temperatur der angesaugten Ladung durch die zusätzliche Einführung bei Beginn des Verdichtungshubes erheblich vermindert, so daß trotz der Drucksteigerung vor der Verdichtung eine Herabminderung der maximalen Verbrennungstemperatur auf zum Beispiel 1200 bis 1300 ° C erreicht wird. Der beim Krafthub erzielte Wärmegewinn ist bedeutend größer als der Wärmeverlust infolge der Kühlung. Die Zusatzladung wird nur dann eingelassen, wenn eine vorher bestimmte, unterhalb der Maximalbelastungsgrenze liegende Belastungsgrenze überschritten wird. Die Zusatzladung wird der Belastung entsprechend geregelt, so daß bei der Maximalbelastung der Höchstbetrag eingelassen wird. Solange die Belastung eine vorher bestimmte Grenze nicht übersteigt, wird keine Zusatzladung eingelassen. (D. R. P. Nr. 265.333.)

O. Freiberg in Gautsch-Leipzig, M. Freiberg in Paris und O. Petzsche in Bordorf b. Leipzig haben an ihrer Maschine (s. E. u. M. 1913, Seite 134 und 691) eine Verbesserung vorgenommen. Fig. 6 zeigt die Kolbenstellung am Ende des Auspuffes. Beim Verdichtungshub wird ein Teil der verdichteten Ladung in den Hohlraum *j* gedrückt, wobei der Ring *r* durch den Gasdruck gegen den Kolbenboden liegt. Nach Zündung und Expansion sinkt der Druck und der Ring *r* bleibt infolge der Reibung an der Zylinderwand zurück, so daß die verbrannten Gase zuerst aus *j* und dann aus dem Zylinder durch den Auslaß *p*, *p* auspuffen. Beim Kolbenrückgang wird eine etwa über dem Ring und Ventil *k* liegende Abgasschichte nach *j* gedrückt. Sodann erfolgt das Ansaugen der Frischladung und Schließen des Ventils *k* und am Ende des Saughubes der Auspuff der restlichen Abgase aus *j* durch *p*. Hierauf erfolgt die Verdichtung und das Hineindrücken eines Teiles der verdichteten Ladung nach *j*, da *r* durch den Verdichtungsdruck gegen den Kolbenboden gehalten wird. Jetzt erfolgen Zündung und Expansion in der beschriebenen Weise. (D. R. P. Nr. 266.844.)

Bei der in Fig. 7 dargestellten Stufenkolbenmaschine von F. Dürr in Heidelberg liegt der Arbeitsraum *e* zwischen der Kurbelwelle *b* und dem äußeren Stufenteil und die Pleuelstange *c* ist durch den hohlen Kolben *d* seiner ganzen Länge nach hindurchgeführt und greift im äußeren Stufenteil an. Der Arbeitsraum ist mit den Ein- und Auslaßorganen *f* bezw. *g* versehen. Die Bauart ist gedrungen, der Schwerpunkt tiefgelegt, der Kolbenzapfen leicht lösbar, ohne daß die Pleuelstange vom Kurbelzapfen abgenommen werden muß. Ein Zylinderdeckel ist entbehrlich, die Materialbeanspruchung gering, da die Pleuelstange nur auf Zug beansprucht ist und die Drücke im Zylindergehäuse sich gegenseitig aufheben. Bei großer Kraftleistung ist eine leichte Bauart möglich. (D. R. P. Nr. 268.147.)

Eine zweizylindrige Maschine mit je zwei Kolben in einem Zylinder wird von P. Scharf in Berlin-Grunewald in der Weise ausgeführt, daß die vier Arbeitstakte während einer einzigen Kurbelumdrehung erfolgen. Die Übertragung der Kolbenbewegungen auf die Kurbel erfolgt mittels eines zweiarmigen schwingenden Hebels, an dem die Gelenkpunkte für den Angriff der beiden oberen Kolben der beiden Zylinder auf der einen Seite, für den Angriff der beiden unteren Kolben auf der anderen Seite der Schwingungsachse angeordnet sind. Jeder Kolben durchläuft während einer vollen Kolbenumdrehung vier Totpunkte, von denen aber nur zwei der beiden Kolben zeitlich zusammenfallen. Beide Kolben besitzen sowohl kurz vor wie nach diesen beiden Totpunkteu eine entgegengerichtete Bewegung und nahezu gleich große Geschwindigkeit, während in den beiden anderen Totpunkten eines jeden Kolbens der andere seine nahezu größte absolute Geschwindigkeit hat. Das Getriebe ist ferner so eingerichtet, daß bei großem Verdichtungsraum ein kleiner schädlicher Raum am Ende des Auspuffes erhalten wird. Der für die Arbeitsleistung in Betracht kommende Hub ist mit Rücksicht auf den tatsächlichen Kolbenweg ein sehr großer. Da ferner die beiden Kolben aus den gemeinsamen Totpunkten sehr rasch auseinandergehen, so ergibt sich ein hoher thermischer Wirkungsgrad, weil die Wärmeabgabe an die Wandungen bei der Explosion herabgesetzt wird. Im unteren Totpunkt findet ein rascher Wechsel vom Auspuff zum Ansaugen statt, was besonders bei Anordnung von steuernden Drehschiebern statt Ventilen von Bedeutung ist. (D. R. P. Nr. 267.172.)

Von Dipl.-Ing. R. Slaby in Charlottenburg wird eine Viertaktmaschine mit zwei gegenläufigen steuernden Kolben angegeben, die gegenüber einer älteren Ausführung (D. R. P. Nr. 248.513) den Vorteil aufweist, daß die Unsymmetrie in der Kolbenbewegung nicht so groß zu sein braucht, wodurch die Kolben von schädlichen Seitendrücken entlastet werden und die Steuerung sehr genau arbeitet. Die beiden Kolben *a*, *b* (Fig. 8) werden von ihren Schubstangen *l*, *k* (durch

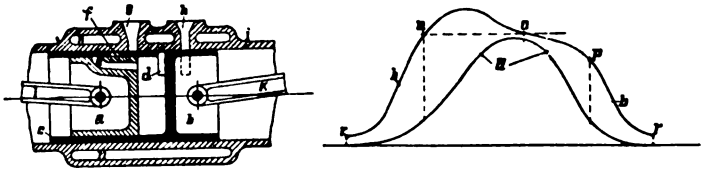


Fig. 8.

exzentrische Lage der Kurbelwelle oder einseitigen Angriff der Pleuelstangen) derart unsymmetrisch bewegt, daß die von den Kolben durchlaufenen Wege (siehe die Kurven *a*, *b* der Kolben *a* bezw. *b*) voneinander entsprechend abweichen. Wesentlich ist, daß Kolben *b* sich am Ende der Expansion (Punkt *n*) ungefähr an derselben Stelle wie am Ende des Ausstoßens (Punkt *o*) befindet und daß er während des folgenden Ansaugens sich der Kurbelwelle nähert. Zwecks Steuerung ist mit dem Kolben *b* ein rohrschieberartiger Ansatz *c* verbunden, der sich zwischen Kolben *a* und Zylinderwand schiebt. Der Kolben *a* besitzt Kanäle *e* und der Schieberansatz Schlitze *f* und *d*, wobei *d* den Auslaßkanal *h* und *e*, *f* den Einlaßkanal *g* des mit einem Wassermantel *n* versehenen Zylinders steuern. Das Diagramm zeigt bei *n* die Kolbenstellungen am Ende der Expansion, bei *o* am Ende des Auspuffes und bei *p* am Ende der Ansaugung. Die Patentschrift zeigt die zugehörigen Kanalstellungen und führt noch weitere Ausführungsformen an. (D. R. P. Nr. 265.098.)

Ch. E. Henriod in Neuilly (Seine) wurde eine Maschine mit Drehschiebersteuerung geschützt, durch die die abwechselnde Verbindung eines Kanals in der Zylinderwand mit den Ein- und Auslässen im Schiebergehäuse erfolgt. Nach erfolgter Überdeckung dieses zur eigentlichen Ausströmung dienenden Kanals durch den Kolben gegen Ende des Auspuffhubes kann ein Teil der im Zylinder zurückgebliebenen Abgase nachträglich durch einen besonderen, vom Kolben nicht überdeckbaren, engen Kanal in den Auslaß gelangen. Durch diese Anordnung wird erzielt, daß das Mischungsverhältnis von Frisch- und Abgas auch bei kleinster Füllung hinreicht, um einen regelmäßigen Gang der Maschine beim Leer- oder Langsamlaufen zu erzielen. (Ö. P. Nr. 62.917.)

Besondere bauliche Anordnungen.

Eine Maschine mit nachgeschalteter Abgasturbine von H. Grünewald in Düsseldorf-Holthausen besitzt an jedem Zylinderende einen gesteuerten Dreiweghahn, durch den sowohl das frische Gemisch in den Zylinder der Kolbenmaschine einströmt, durch den aber auch die Abgase nach der Turbine ausströmen, so daß die Abgase das im Dreiweghahn befindliche Gemisch entzünden, wodurch die Arbeitsenergie der Abgase vor ihrer Verwendung als Turbinentreibmittel erhöht wird. (D. R. P. Nr. 265.350.)

Bei der Anordnung von C. F. High in Madison und M. L. High in New Washington (Ver. St. v. A.) treten die Abgase zwecks Beseitigung des Auspuffgeräusches zunächst in einen größeren Satz von Taschen eines Drehkörpers, von denen sie über einen weiteren Expansionsraum und Leitschaufeln, die auf der Nabe desselben Körpers sitzen, in der Richtung von der Nabe zum Umfang in die Schaufeln eines zweiten, mit dem erstgenannten verbundenen Drehkörpers arbeitleistend zum Auspuff geführt werden. (D. R. P. Nr. 265.352.)

Bei einer Maschine von J. R. Pearson in Brooklyn (Ver. St. v. A.) ist der Kolben als Zahnstange ausgebildet und versetzt ein auf der Hauptwelle lose sitzendes Zahnrad in Schwingung. Letzteres greift in die Verzahnung eines geradlinig geführten Rahmens ein, dessen dadurch bewirkte hin und her gehende Bewegung durch eine Kurbelstange in eine fortgesetzte Drehbewegung einer auf der Hauptwelle festsitzenden Kurbelscheibe umgewandelt wird. (Ö. P. Nr. 62.381.)

Die in Fig. 9 dargestellte Maschine von A. Rupp in Karolinenthal b. Prag besitzt zwei gegenläufige Kolben *a*, *b*, die auf eine dreifach gekröpfte Kurbelwelle wirken. Der Arbeitszylinder *h* ist in den Mantel j_1 eingesetzt und durch den Mantel j_2 abgeschlossen. Durch die Dichtflächen q_1 und q_2 entstehen drei getrennte Räume, nämlich der Auspuffkanal *m*, Spülkanal *l* und Kühlwasserraum *o*. Die Schlitze *n* werden von den Kolben gesteuert. Die mit dem Querhaupt *d* des Kolbens *b* verbundenen Zugstangen e_1, e_2 durchdringen den Kühlwasserraum und sind in Stopfbüchsen p_1, p_2, p_1', p_2' abgedichtet. Die Zugstangen gehen hart an der Zylinderwand vorbei, was dadurch erreicht wird, daß sie innerhalb der Abdichtungskreise q_1, q_2 liegen. Bei g_1 und g_2 sind die Gleitschuhe angeordnet. Die Kühlung ist eine sehr gleichmäßige. (Ö. P. Nr. 60.689.)

Eine Erfindung von W. A. Sorg in Minneapolis (Ver. St. v. A.) betrifft solche Maschinen, bei denen ein hin und her gehender Zylinder einerseits auf einem feststehenden, die Verbrennungskammer enthaltenden Kolben und andererseits in einem feststehenden Zylinder gleitet. Im Boden des bewegten Zylinders ist ein Brennstoffeinlaßventil vorgesehen, das geöffnet wird, wenn der Zylinder gegen einen Anschlag stößt. Das Ventil liegt in der Achse der im feststehenden Kolben angeordneten Verbrennungskammer, die in der Richtung gegen dieses Ventil zu verjüngt ist. Das Auslaßventil befindet sich ebenfalls in dieser Achse, aber am anderen (weiteren) Ende der Verbrennungskammer. Die Zündvorrichtung liegt in der Nähe des Einlasses in die Verbrennungskammer. Infolge dieser Anordnung erfährt die Ladung bei ihrem Weg in die Verbrennungskammer keine Richtungsänderung. (Ö. P. Nr. 62.893.)

Digitized by Google

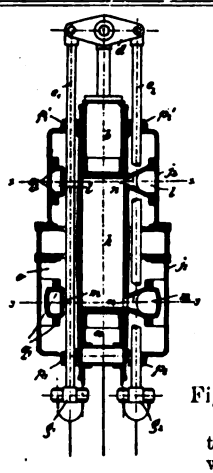


Fig. 9.

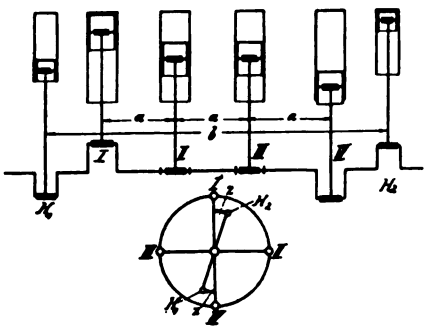


Fig. 10.

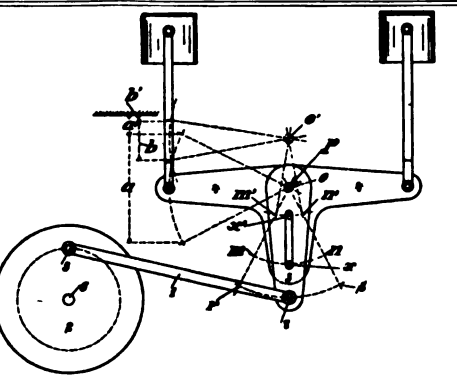


Fig. 11.

V. E. Nelson und A. T. Harrow in Detroit (Ver. St. v. A.) konstruieren eine doppeltwirkende Zwillings-Verbrennungskraftmaschine mit um 180° gegeneinander versetzten Kurbeln und mit über feststehenden Kolben gleitenden Zylindern, wobei die Kurbelkammern als Ladepumpen dienen. Je zwei Explosionsräume werden gleichzeitig von einer Kurbelkammer gespeist und die Füllung jedes Explosionsraumes erfolgt zweckmäßig von zwei Stellen aus. (D. R. P. Nr. 266.315.)

Bei einer aus zwei parallelen Zylinderpaaren bestehenden Maschine von A. W. Donaldson, E. J. M. Seabrook in Barking (Essex) und S. H. Berry in London geht jeder Kolben nach der einen Richtung hin und her, während sein Zylinder nach der entgegengesetzten Richtung hin und her bewegt wird. Jeder Kolben ist mit dem benachbarten Zylinder verbunden und die Zylinder oder Kolben greifen an zwei um 180° versetzten Kurbeln an. (D. R. P. Nr. 265.228.)

Die in Fig. 10 dargestellte Maschine der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin besitzt vier Arbeitszylinder, die auf vier im Abstand a voneinander liegende Kurbeln I bis IV wirken. An den Enden der Kurbelwelle wirken zwei Hilfszylinder auf die Kurbeln H_1 und H_2, die um den Winkel z gegen die Arbeitskurbeln versetzt sind. Die Zylinder- bezw. Kurbelzahl kann ein gerades Vielfaches von zwei oder drei sein, wobei immer die Arbeitskurbeln unter gleichen oder nahezu gleichen Winkeln zueinander stehen, und zwar paarweise einander gegenüber und symmetrisch zum Längsmittelpunkt der Kurbelwelle. Immer sind aber zwei Hilfszylinder vorgesehen, deren Kurbeln ebenfalls einander gegenüberstehen und symmetrisch zum Längsmittelpunkt der Kurbelwelle liegen. Kurbelstellung und Gestängemassen dieser Hilfszylinder sind so berechnet, daß die Massenwirkungen der hin und her gehenden Triebswerkteile in der gemeinsamen Zylinderebene sowohl als die Schleuderwirkung der schwingenden und rotierenden Triebswerksteile in Ebenen senkrecht zur gemeinsamen Zylinderebene aufgehoben werden. (D. R. P. Nr. 261.311.)

V. J. Slavescu in Camper-Lung (Rumänien) ordnet drei Zylinder oder Gruppen von je drei Zylindern in einem dreieckigen Maschinengestell an. Die Zylinder sind radial zu einer gemeinsamen, drehbar gelagerten Kurbelwelle angeordnet und zu einem auf der Kurbel drehbar sitzenden, einheitlichen Körper vereinigt. Die Kolben vollführen ihren Expansionshub in den Zylindern von innen nach außen, wobei die Kolbenstangen der einfach wirkenden Kolben einerseits mit diesen, andererseits mit je einer Ecke des Maschinengestelles gelenkig verbunden sind. Die Zylindermasse bleibt bei ihrer Bewegung um die sich drehende Kurbel stets zu sich parallel. Die Drücke werden in vorteilhafter Weise auf das Maschinengestell übertragen. (Ö. P. Nr. 62.797.)

Bei sternförmiger Anordnung der Zylinder und besonderem Verbrennungsraum wird nach einer Konstruktion von D. M. Neuberger in New York das Kurbelgehäuse dauernd mit dem unmittelbar an ihm befestigten Verbrennungsraum verbunden, so daß die Kolben auf den den Kurbeln zugekehrten Seiten vom Treibmittel dauernd belastet sind, wogegen die Räume hinter den anderen Kolbenseiten vorübergehend mit dem Verbrennungsraum verbunden werden können. Die Steuerung wirkt derart, daß der eine Zylinder mit dem Verbrennungsraum in Verbindung steht, der gegenüberliegende Zylinder, das heißt der über dessen Kolben liegende Teil aber von der Verbrennungskammer abgeschlossen und mit dem Gasauslaß verbunden ist, so daß der Druck der Gase im Verbrennungsraum treibend wirkt. Hauptvorteil ist die Beanspruchung der Kolbenstangen auf Zug statt auf Druck, wodurch die Teile leicht und die Lager wenig abgenutzt werden. Auch die Undichtheiten sind gering. (D. R. P. Nr. 265.365.)

Zur Veränderung des Hubes und Verdichtungsraumes bei konstantem Verdichtungsgrad wird von O. Schulze in Straßburg die in Fig. 11 dargestellte Anordnung angegeben. Bei der vollgezeichneten Stellung fallen die Schwingungspunkte der Hebel 3 und 4 in 0 zusammen und Hebel 4 macht die größte Schwingung (Kolbenweg a), die durch Stange 1 auf die Kurbel 5 und Welle 6 übertragen wird. Wird aber Hebel 4 mit seinem Schwingungspunkt 0 nach o' verschoben, so verschiebt sich der Zapfen x im Gleitschlitz des Hebels 3 und der Hub wird auf die Strecke b verkleinert. Bei einem Ausschlagwinkel $m\ o\ n$ des Hebels 4 ist der Kolbenhub am größten, bei einem Ausschlagwinkel $m'\ o'\ n'$ am kleinsten; dem ersteren entspricht eine Verdichtungsraumhöhe a', dem letzteren eine solche von b'. Es sind immer paarweise angeordnete Zylinder gedacht, die gleichzeitig in der beschriebenen Weise wirken. (D. R. P. Nr. 264.978.)

H. A. A. J. Lelarge in Paris ordnet zwei Zylinder 1 und 2 (Fig. 12) einander gegenüber an und verbindet ihre Kolben 3, 4 starr durch eine Stange 5. Die Kolbenstangen 6, 7 sind durch ein Gelenkstück 8, 9 mit dem Mittelpunkt in 10 an die auf der Welle 12 sitzende Kurbel 11 angeschlossen. Gleichzeitig finden in 1 Arbeitshub und in 2 Kompression, in 2 Arbeitshub und in 1 Auspuff, in 1 Ansaugen und in 2 Auspuff statt. Sodann folgen Kompression in 1 und Ansaugen in 2 usw.

Es wird also die Triebkraft eines Kolbens auf zwei Kurbelstangen verteilt, was im Vergleich zu einer gleichstarken Einzylindermaschine geringere seitliche Drücke der Kolben auf die Zylinder ergibt. Eine Reihe Abänderungen des Getriebes und die Anwendung auf eine Sternmaschine werden beschrieben. (D. R. P. Nr. 266.314.)

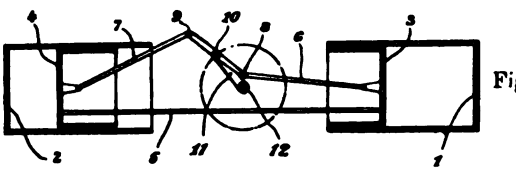


Fig. 12.

Briefe an die Redaktion.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Über den Phasenkompensator, Bauart Brown, Boveri & Cie. A.-G.

In dem Artikel der Herren Prof. Dr. F. Niethammer und Ing. Dr. E. Siegel (E. u. M., 21. Dezember 1913) fällt mir der folgende Satz auf, der zu Irrtümern Anlaß geben kann.

„Ungünstiger liegen die Konstruktionsbedingungen für den Kommutator des Phasenkompensators, der ja der Ankerwicklung den gesamten Rotorstrom des Induktionsmotors zuführen muß und deshalb für die volle Leistung des Induktionsmotors zu bemessen ist".

Die Leistung, für welche der Kommutator zu bemessen ist, beträgt in Wirklichkeit nur einige Prozente der vollen Leistung des Induktionsmotors. Zwar muß der Kommutator den vollen Rotorstrom des Induktionsmotors führen; die Spannung aber bewegt sich für die verschiedenen Typen zwischen 10 und 30 V und beträgt demnach nur einige Prozente der Rotorstillstandspannung. Wenn die Kommutatoren der statorlosen Phasenkompensatoren für die volle Leistung des Induktionsmotors bemessen sein müßten, so wäre es notwendig, den Kommutator um viele Male größer zu bemessen. Dies würde den Phasenkompensator wirtschaftlich und technisch unmöglich machen.

Im übrigen weise ich auf den Artikel von Dr. A. Scherbius (E. T. Z. 1912. Heft 42) hin, in welchem die Richtlinien angedeutet sind, nach welchen der Phasenkompensator, Bauart Brown, Boveri & Cie. A.-G., entworfen ist. Aus den da gegebenen Betrachtungen geht hervor, daß für statorlose Kompensatoren der Diameter des Kommutators ungefähr mit der Spannung proportional ist. *H. A. W. Klinkhamer.*

Vereins-Nachrichten.

Vereinsversammlungen.

Die Vereinsversammlungen werden, wenn nicht anders angegeben, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 11, I. Stock, abgehalten und wurden hiefür für die Vortragsaison 1913/14 folgende Tage festgesetzt: 18. Februar, 4. und 18. März und 1. und 8. April 1914.

Vortrag.

Mittwoch den 18. Februar, 7 Uhr abends, Vortrag des Herrn Ober-Ing. Karl Weltzl über: „Richtlinien für den Bau großer Wasserkraftgeneratoren" (mit Lichtbildern). Die Vereinsleitung.

Personal-Nachrichten.

Herr Dr.-Ing. **Karl Czeija** ist von der Herzogl. Technischen Hochschule in Braunschweig als ordentlicher Professor der Elektrotechnik mit den Lehrgebieten „Elektromaschinenbau" und „Elektrische Bahnen" berufen worden.

Herr **J. Fischer-Hinnen**, Ober-Ingenieur der Maschinenfabrik Oerlikon ist als Professor an das kantonale Technikum in Winterthur berufen worden.

Schluß der Redaktion am 3. Februar 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 894.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Offene und halbgeschlossene Nuten in Drehstrommotoren. Von Th. Hoock, Köln a. Rh. . . . 133
Wirkungsgrade von Transformatoren bei Teilbelastungen. Von Arthur Palme, New York . . . 141
Rundschau:
Elektrizitätswerke, Anlagen . . . 143
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel . . . 143
Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen . . . 143
Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate . . . 144
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate . . . 144
Leitungen . . . 144
Elektrische Beleuchtung . . . 145
Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen . . . 146
Elektrische Bahnen, Fahrzeuge . . . 146
Elektrische Apparate . . . 146
Funkentelegraphie und -Telephonie . . . 146
Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen . . . 147
Wirtschaftliches . . . 148
Chronik . . . 148
Literatur-Bericht . . . 150
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Gasmaschinen (Schluß) . . . 151
Briefe an die Redaktion . . . 154
Vereinsnachrichten . . . 155
Personalnachricht . . . 156
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *85—100*

Offene und halbgeschlossene Nuten in Drehstrommotoren.

Von **Th. Hoock**, Köln a. Rh.

Die Ausführungsformen der Induktionsmotoren sind in Europa seit der Benutzung der Trommelwicklung wenig geändert worden. Die analytischen und graphischen Theorien gaben die Richtlinien für den Entwurf und die gründliche Auswertung der Meßresultate brachten diese Motorart bald der wirtschaftlich günstigsten Materialausnutzung nahe.

Charakteristisch ist für die europäischen Konstruktionen das Festhalten an der halbgeschlossenen Nut, was wohl seinen Hauptgrund im Streben nach hohen Leistungsfaktor hat.

In den Vereinigten Staaten ging man bald zu der offenen Nut im Stator über, da gute Erfahrungen in der Herstellung von Schablonenwicklungen vorlagen und die Reparatur hieran leichter durch ungeschultes Personal ausgeführt werden konnte als an Spulenwicklungen. Diese Bedingung war ausschlaggebend für die Einführung des Induktionsmotors; denn sein Konkurrent, der Gleichstrommotor hatte auch Schablonenwicklung in den Nuten.

Diese Drehstrommotoren hatten infolge des reichlich großen Luftspaltes, der offenen Nuten und nicht allzu günstigen Materialausnutzung auch keinen hohen Leistungsfaktor, waren groß und teuer und stellten eine hohe induktive Belastung der Zentrale dar. Die Versuche, die wattlose Belastung durch Verwendung von halbgeschlossenen Nuten und kleinem Luftspalt zu verringern, müssen als mißlungen bezeichnet werden.

Das Wachsen der Zentralleistung und die Verwendung von Einankerumformern oder Synchronmotoren verringerten die Wichtigkeit eines hohen Leistungsfaktors der Motoren soweit, daß einige Prozent kleinerer cos φ gern in Kauf genommen wurden, wenn dadurch ein leicht zu reparierender Motor gewonnen werden konnte.

Wie bekannt erfordert das Durchziehen oder Einlegen der Drähte in eine halbgeschlossene Nut geübte Wickler, die selten zur Verfügung stehen.

Die Versuche der amerikanischen Firmen, ältere Typen mit offenen Nuten durch moderne Ausführungen mit halbgeschlossenen Nuten zu ersetzen, waren nicht erfolgreich. Besonders die Typen, die von der Schwerindustrie für Werkzeugmaschinen und Spezialantriebe benutzt werden, können nur Käufer finden, wenn sie mit offenen Nuten im Stator und eventuell auch im Rotor ausgeführt sind.

Die durch verzögerte Reparatur oder Betriebeinstellung verursachte Produktionsverluste sind bei kontinuierlichen Betrieben meist so groß, daß wirtschaftlich arbeitende Betriebsleiter die höchsten Forderungen an die Motoren stellen, um bei einer Reparatur die kürzeste Betriebsunterbrechung zu erzielen.

Durch das Streben nach größter Betriebssicherheit und Einfachheit werden in den Vereinigten Staaten Motoren mit Kurzschlußrotoren bis 150 *PS* seit Jahren listenmäßig verkauft. Selbst Schleifringankermotoren hat der Verfasser mit offenen Nuten im Stator und Rotor mit gutem Erfolge gebaut*). Bei kleiner Nutenzahl sind dann allerdings magnetische Nutenkeile nötig.

*) Siehe B. Wiley, Proceedings A. I. E. E. 1912.

Digitized by Google

Vorteile der offenen Nut.

Die für die offene Nut in den Vereinigten Staaten fast ausschließlich verwendete Wicklungsart ist die Schleifenwicklung mit Formspulen. Die Einzelspulen sind alle gleich und erfordern nur eine Wickelform. Diese Spulen können in großer Stückzahl und daher billig hergestellt werden. Die Isolation kann auf die Spule aufgebracht werden ohne noch besondere Nutenisolation verwenden zu müssen, wie bei Handwicklungen.

Der Motor braucht nicht den Tränk- und Trockenprozeß durchzumachen, da jede Einzelspule bereits so behandelt wurde. Bei Ersatzspulen, besonders bei Hochspannung, kann also stets dieselbe Isolationsfestigkeit garantiert werden, wie bei der Fabrikausführung. Da alle Spulen einander gleich sind, vereinfacht sich die Lagerhaltung ganz wesentlich.

Ist die Auswechslung einer Spule erforderlich, so sind Spulen einer Polteilung zu lüften, um die defekte Spule zu entfernen und die neue einzulegen. Die Handgriffe dabei sind sehr ähnlich denen bei Gleichstromwicklungen; die Reparaturen können also von Ankerwicklern leicht ausgeführt werden.

Bei Verwendung geeigneter Wickelschablonen können quadratische und rechteckige Leiterquerschnitte verwendet werden, die gute Raumausnützung gestatten. Da alle Spulen aus derselben Schablone kommen, sind sie stets einander gleich und haben die richtige Windungszahl, was bei eingefädelten oder von Hand gewickelten Spulen nicht immer zutrifft.

Durch die erforderliche große Nutenzahl bezw. Spulenzahl ist eine vorzügliche Ventilation der Spulen gegeben und ein Verbrennen von Spulenköpfen ausgeschlossen.

Die Abkühlung der Spulenköpfe der Schleifenwicklung ist besonders dadurch begünstigt, daß die Luft um die Spulenköpfe herum- und auch radial hindurchstreichen kann.

Die Spulenköpfe der Schleifenwicklung mit zwei Spulenseiten pro Nut liegen in großer Entfernung vom Eisen, Stator- und Rotorwicklung dagegen nahe aneinander. Hierdurch ist eine kleine Streuung der Spulenköpfe bedingt die etwa 30 bis 100% kleiner sein kann, wie die der Spulenwicklung mit zurückgebogenen Köpfen. Die Schleifenwicklung wird fast immer mit verkürztem Schritt ausgeführt. Es ergeben sich hieraus mehrere Vorteile. Die Streuung kann auf ein Minimum reduziert werden, das Kupfergewicht wird dabei auch kleiner und durch nachträgliches Zusammenpressen oder Auseinanderziehen der Spulen auf ein oder zwei Nuten können kleine Korrektionen im Anlaufdrehmoment, Überlastungsfähigkeit oder Leistungsfaktor vorgenommen werden. Bei Spulenwicklung wäre eine Umwicklung nötig.

Die Nutenzahl kann freier gewählt werden, es ist nicht notwendig die Nutenzahl ein ganzes Vielfaches der Nutenzahl pro Pol zu machen. Ferner lassen sich mit zwei Spulenseiten pro Nut doppelt so viele parallele Gruppen ausführen wie mit einer Spulenseite pro Nut.

Die Isolation zwischen benachbarten Windungen ist stets die der unverletzten und getränkten Bespinnung, da diese beim Wickeln der Spule weder verunreinigt oder stark beansprucht wird, wie das beim Einfädeln und Hindurchziehen oder beim Einlegen durch den Nutenschlitz unvermeidlich ist.

Nachteile der offenen Nut.

Durch die weiten Nutenöffnungen wird die Leitfähigkeit des Luftspaltes und damit auch der Magnetisierungsstrom wesentlich erhöht. Um trotzdem einen guten elektrischen Entwurf zu erhalten, sind wir genötigt, die Nutenweite in Abhängigkeit von der Polzahl zu wählen. Je größer die Polzahl, um so schmaler und tiefer müssen die Nuten gemacht werden, um die größte Zahl von Nuten pro Pol zu erhalten und das erforderliche Kupfer unterzubringen. Die Nutenbreite ist natürlich auch abhängig von der Weite des Luftspaltes, da das Verhältnis Nutenbreite zu Luftspalt den Luftspaltfaktor und die AW für den Luftspalt bestimmen.

Eine Verbesserung dieser Verhältnisse ist möglich durch die Verwendung von magnetischen Nutenkeilen. Bei guter Durchbildung derselben können Resultate erzielt werden, die der Ausführung mit halbgeschlossenen Nuten annähernd nahe kommen. Der etwas höhere Arbeitslohn für das Einlegen dieser Nutenkeile gegenüber den Holz- oder Fiberkeilen muß natürlich auch in Rechnung gezogen werden. Bei der unter normalen Verhältnissen verwendeten hohen Nutenzahl ist auch viel Isolation erforderlich, besonders bei Wicklungen mit zwei Spulenseiten pro Nut, die den Kupferquerschnitt reduziert. Die Zahnspitzen sind meist hoch gesättigt. Dieser Umstand und die hohen maximalen Kraftflußpulsationen in den Zähnen ergeben hohe zusätzliche Eisenverluste. Um diese Nachteile auf das kleinste Maß zu halten und konkurrenzfähige Motoren zu bauen, wird das $D^2 l_i$ (Durchmesser und Eisenlänge) größer als bei Motoren mit halbgeschlossenen Nuten ausfallen.

Die häufig entgegengehaltene Möglichkeit, daß Motoren mit offenen Nuten nicht anlaufen oder sehr geräuschvoll arbeiten, ist dahin zu beantworten, daß die Neigung zum magnetischen Geräusch größer ist als bei halbgeschlossenen Nuten. Anlaufschwierigkeiten treten sehr selten auf.

Verfasser hat Motoren untersucht mit gleicher Nutenzahl und offenen Nuten im Stator und Rotor. Bei diesen waren Anlaufmoment und Geräusch keinesfalls ungünstiger als bei anderen Nutenkombinationen.

Vorteile der halbgeschlossenen Nut.

Die Leitfähigkeit des Luftspaltes und die Luft-AW sind praktisch unabhängig von der Nutenweite und nur durch die Größe des Luftspaltes und der Schlitzöffnung gegeben. Vorausgesetzt ist dabei eine reichlich bemessene ungesättigte Zahnkopfspitze. Die Nutenweite kann hiedurch freier gewählt werden, wie bei offenen Nuten und gestattet eine gute Raumausnutzung der Nut. Das Kupfervolumen pro *cm* Umfang kann größer gemacht werden, die Statorkupferverluste werden also kleiner und der Wirkungsgrad erfährt eine Verbesserung.

Auch die zusätzlichen Eisenverluste fallen infolge der geringeren Kraftflußpulsationen nicht sehr ins Gewicht.

Die Gefahr des Klebens oder Nichtanlaufens bei kleiner Nutenzahl pro Pol ist kleiner wie bei offenen Nuten. Desgleichen ist die Neigung zum magnetischen Pfeifen oder Brummen gering, wenn auch nicht immer zu vernachlässigen.

Zum Einhalten eines bestimmten Leistungsfaktors kann die Nutenzahl kleiner sein als bei der offenen Nut.

Digitized by Google

Nachteile der halbgeschlossenen Nut.

Die Wicklung muß von Hand in die Nut durch den Nutenschlitz eingelegt oder bei Hochspannungsmaschinen durch das Isolierrohr hindurchgezogen werden.

Zum Einlegen der Drähte kann nur Rundkupfer verwendet werden, dessen maximaler Durchmesser von der Schlitzweite bestimmt ist. Der runde Querschnitt gestattet keine gute Raumausnutzung, die bei Anwendung von parallel gewickelten Drähten noch mehr verringert wird. Rechteckig gepreßtes Kabel bietet auch nur geringe Vorteile.

Beim Einfädeln der Drähte ist die mechanische Beanspruchung der Isolation sehr nachteilig auf die Qualität der Gesamtisolation.

Das Verunreinigen des Drahtes und das Steifwerden des Kupfers bei großer Wickellänge, verbunden mit Lötstellen, verbessern die Wicklung keineswegs. Da die Drähte nicht fest in der Nut liegen, ist ein Wandern und Reiben der Drähte häufig die Ursache von verbrannten Spulen. Ist diese Spule noch von einer oder zweien überdeckt, so ist eine Reparatur derselben außerordentlich erschwert. Um diese Schwierigkeiten zu beschränken, werden beklöppelte Drähte verwendet; diese Maßnahme verringert jedoch die Raumausnutzung nicht unwesentlich. Um die Wicklung gegen Erde und die Drähte gegeneinander zu isolieren und sie gegen Erschütterungen zu sichern, muß der ganze Stator in den Vakuumtrockenofen, eine Maßnahme, die große Apparate erfordert. Die fast ausschließlich verwendete Spulenwicklung in zwei oder drei Ebenen läßt sich schwer gegen Vibration befestigen.

Die Wicklungen mit einer ungeraden Polpaarzahl erhalten eine ganz abnormale krumme Spule.

Werden Spulenköpfe bestehend aus den Drähten mehrerer Nuten zusammen isoliert, so ist ein Verkohlen der Isolation wegen der schlechten Abkühlung zu befürchten.

Die Streuung der Spulenköpfe ist wesentlich größer wie die der Schleifenwicklung mit zwei Spulenseiten pro Nut. Alle Vorteile der Schrittverkürzung können bei der Spulenwicklung nicht ausgenutzt werden.

Einfluß der Nutenformen auf die Charakteristik und Ausführung.

Wir wollen nun die für den Entwurf maßgebenden Größen vergleichen, um die beiden Nutenausführungen auf ihre Anwendungsmöglichkeiten und Begrenzungen zu untersuchen.

Wie schon eingangs besprochen, liegt der Hauptnachteil der offenen Nut im hohen Magnetisierungsstrom, den das Luftfeld erfordert. Die AW des Luftspaltes betragen 30 bis 70% mehr wie bei der halbgeschlossenen Nut. Im Mittel kann man etwa 50% setzen. Aus diesem Grunde ist der Leerlaufstrom auch hoch, er kann bei guten normalen Motoren zu 25 bis 40% des Vollaststromes angenommen werden. Für stark gesättigte Kran- und Aufzugsmotoren für 30 Minutenleistung erreicht er je nach Motorleistung 40 bis 50% des Normalstromes. Diese Werte fallen bei nicht vollbelasteten Maschinen natürlich sehr ins Gewicht. Sind die Motoren jedoch für genügend hohe Überlastungsfähigkeit entworfen und gut ventiliert, so wird diesem Nachteile dahin Rechnung getragen, wie ja bei allen intermittierend belasteten Maschinen, daß der maximale Leistungsfaktor zwischen Dreiviertel- und Vollast oder bei Vollast gewählt wird.

Nehmen wir gleichen Durchmesser, Ankerlänge und Luftspalt an, so ist infolge des größeren Magnetisierungsstromes der Leistungsfaktor notwendigerweise bei offenen Nuten niedriger als bei halbgeschlossenen Nuten. Liegt der Vollastleistungsfaktor nahe dem Maximalwert, so ist der Unterschied nur gering; denn wie wir weiter unten sehen werden, weicht der Streuungskoeffizient oder der maximale Leistungsfaktor für ein bestimmte $D^2 l_i$ mit offenen Nuten sehr wenig von dem Streuungskoeffizienten bei Ausführung mit halbgeschlossenen Nuten ab.

Einfluß der Nutenform auf die Charakteristik und praktische Ausführung der Motoren.

a) Einfluß auf die Hauptabmessungen.

Wie schon eingangs erörtert, wird der Rotordurchmesser und die Eisenlänge durch die Weite der Nutenöffnung beeinflußt, und zwar derart, daß zum Einhalten der gleichen Garantien für beide Ausführungen die Maschine mit den weiten Nutenöffnungen größer ausfallen muß als die mit nahezu geschlossenen Nuten.

Um nun den Einfluß der Nutenform auf die Hauptabmessungen in einfacher Weise zu verfolgen, müssen wir einige Vereinfachungen und Annahmen machen, die das genaue Resultat jedoch nur ganz unwesentlich beeinflussen.

Wir gehen von der wattlosen Komponente des Magnetisierungsstromes aus*). Es ist

$$J_{o\,w\,l} = \frac{1{\cdot}11 \,.\, AW_{\text{total}} \,.\, p}{m_1 \,.\, w_1 \,.\, f_1 \,.\, f_{p_i}} \quad \ldots \quad 1).$$

Dieser Wert dividiert durch den Vollaststrom gibt:

$$\frac{J_{o\,w\,l}}{J_{v\,L}} = \frac{1{\cdot}11 \,.\, 1{\cdot}6 \,.\, \delta \,.\, k_1 \,.\, B_1 \,.\, p \,.\, \dfrac{AW_{\text{total}}}{AW_{\text{Luft}}}}{J_{v\,L} \,.\, m_1 \,.\, w_1 \,.\, f_1 \,.\, f_{p_i}} \quad \ldots \quad 2).$$

Hierin bedeuten:

AW_{total} = Gesamte AW pro Kreis
p = Polpaarzahl
m_1 = Phasenzahl primär
w_1 = Windungszahl pro Phase primär
f_1 = Wicklungsfaktor primär
$f_{p_i} = \sin \frac{\alpha}{2}$ (α = umspannte Polbogen der Spule)
δ = Luftspalt einseitig
B_1 = Maximale Luftsättigung
$k_1 = k_s \,.\, k_r$ = Vergrößerungsfaktor der Luft-AW durch die Nutenöffnungen
$k_s = \frac{AW_{\text{total}}}{AW_{\text{Luft}}}$ (1·05 bis 2·0).

Führen wir noch die Amperestäbe pro *cm* ein, also

$$2\, m_1 \,.\, J_{v\,L} \,.\, w_1 = \pi\, D_1 \,.\, AS = 2\, p \,.\, \tau\, AS$$

so erhalten wir

$$\frac{J_{o\,w\,l}}{J_{v\,L}} = \frac{1{\cdot}11 \,.\, 1{\cdot}6 \,.\, \delta \,.\, k_1 \,.\, B_1 \,.\, k_s}{f_1 \,.\, f_{p_i} \,.\, \tau \,.\, AS} \quad \ldots \quad 3).$$

Das Verhältnis des maximalen Drehmomentes zum Vollastdrehmoment kann angenähert berechnet werden zu

$$\frac{\vartheta_{\max}}{\vartheta_{v\,L}} = \frac{J_{o\,w\,l}}{J_{v\,L}\left(2\,\sigma + \dfrac{2\,r_1\,J_{o\,w\,l}}{P_1}\right)\cos\varphi \,.\, \eta_i} \quad \ldots \quad 4).$$

*) Arnold, Wechselstrom-Technik. V. 1.

Digitized by Google

Benutzt man die hauptveränderlichen Größen $J_{o\,w\,1}$, $J_{v\,L}$ und σ, so kann die Kurve in Fig. 1 nach Berechnung oder aus Meßresultaten aufgetragen werden, die das Verhältnis $\frac{\vartheta_{max}}{\vartheta_{v\,L}} = (f)\,\frac{J_{o\,w\,1}}{\sigma \,.\, J_{v\,L}}$ zeigt.

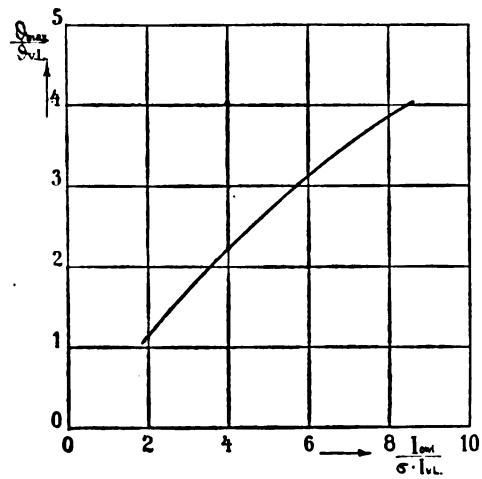


Fig. 1.

Die Gleichung 3) mit Gleichung 4) kombiniert ergibt

$$\left.\begin{aligned} \frac{J_{o\,w\,1}}{\sigma \,.\, J_{v\,L}} &= \frac{1{\cdot}11 \,.\, 1{\cdot}6 : \delta \,.\, k_1 \,.\, B_1 \,.\, k_s}{\sigma \,.\, f_1 \,.\, f_{p_1} \,.\, A\,S} = \\ &= \frac{1{\cdot}11 \,.\, 1{\cdot}6 \,.\, \delta \,.\, k_1 \,.\, B_1}{\Sigma\,\sigma \,.\, \tau \,.\, f_1 \,.\, f_{p_1}\, A\,S} \end{aligned}\right\} \quad 5).$$

da $\sigma = k_s \,.\, \Sigma\,\sigma$ ist.

Das maximale Drehmoment kann hieraus bestimmt werden ohne die Eisensättigung zu kennen, wenn man anstatt des Streuungskoeffizienten σ nur die Summe $\Sigma\,\sigma$ einführt.

Aus dieser Gleichung finden wir nun für eine gewünschte Überlastungsfähigkeit das Verhältnis der spezifischen Belastungen B_2 und $A\,S$ zu

$$\left.\begin{aligned} \frac{B_1}{A\,S} &= 4{\cdot}0 \text{ bis } 9{\cdot}0\,\frac{f_1 \,.\, f_{p_1} \,.\, \tau \,.\, \Sigma\,\sigma}{1{\cdot}11 \,.\, 1{\cdot}6 \,.\, \delta \,.\, k_1} \\ \text{für} \quad \frac{\vartheta_{max}}{\vartheta_{v\,L}} &\cong 2 \text{ bis } 4 \end{aligned}\right\} \quad 6).$$

Wir erhalten also die geringsten Materialbeanspruchungen, wenn $\frac{\tau\,\Sigma\,\sigma}{\delta \,.\, k_1}$ ein Minimum wird. Die erforderliche Luftspaltsättigung kann dann mit dem kleinsten Aufwand von Amperewindungen erzielt werden. Aus $A\,S$ kann auch sofort die Windungszahl berechnet werden.

Die Hauptabmessungen sind durch die Maschinenkonstante*) gegeben.

$$\left.\begin{aligned} \frac{D^2\,l_i\,n}{k\,VA} &= \frac{8{\cdot}6 \,.\, 10^{11}}{f_1\,f_{p_1} \,.\, B_1\,A\,S} \\ \text{und} \quad D^2\,l_i &= \frac{8{\cdot}6 \,.\, 10^{11} \,.\, k\,VA}{f_1\,f_{p_1} \,.\, B_1 \,.\, A\,S \,.\, n} \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; 7).$$

Um Gleichung 6) mit Gleichung 7) zu kombinieren, setzen wir

$$B_1 = A\,S\left(\frac{B_1}{A\,S}\right)$$

*) Arnold, W.-T., Band V, Seite 350.

folglich:

$$D^2 \,.\, l_i = \frac{k\,VA \,.\, 8{\cdot}6 \,.\, 10^{11}}{n\,f_1\,f_{p_1} \,.\, A\,S^2\left(\frac{B_1}{A\,S}\right)} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 8)$$

$$A\,S = \sqrt{\frac{k\,VA}{D^2 \,.\, l_i \,.\, n} \,.\, \frac{8{\cdot}6 \,.\, 10^{11}}{f_1\,f_{p_1} \cdot \left(\frac{B_1}{A\,S}\right)}} \quad . \; . \; . \; . \; 8a)$$

oder die Luftsättigung

$$B_1 = \sqrt{\frac{k\,VA}{D^2 \,.\, l_i \,.\, n} \,.\, \frac{8{\cdot}6 \,.\, 10^{11}\left(\frac{B_1}{A\,S}\right)}{f_1 \,.\, f_{p_1}}} \quad . \; . \; . \; . \; 8b).$$

Der Wert in der Klammer $\left(\frac{B_1}{A\,S}\right)$ stellt die rechte Seite der Gleichung 6) dar.

Für ein bestimmtes Verhältnis $\frac{\vartheta_{max}}{\vartheta_{v\,L}}$ ist

$$\frac{B_1}{A\,S} = \text{Konstante} \,.\, \frac{f_1\,f_{p_1} \,.\, \tau \,.\, \Sigma\,\sigma}{\delta \,.\, k_1}.$$

Da die Vergleiche unter der Annahme einer gleichen Überlastungsfähigkeit gemacht werden, muß auch die Konstante unverändert bleiben.

Der Luftspalt δ und der Wicklungsfaktor f_1, die Polteilung τ und der Streuungskoeffizient σ bleiben fast gleich. Es ändern sich nur f_{p_1} und k_1. Der Schrittfaktor f_{p_1} wird etwa 10% kleiner wie bei der Spulenwicklung ($f_{p_1} = 1$) während der Luftspaltfaktor k_1 sich wesentlich erhöht, wir schätzen $k_1 \cong 1{\cdot}6$. Die Vergrößerung der rechten Seite (6) wird also um etwa 50% verkleinert, wenn die Nuten geöffnet werden.

Da aber das gleiche maximale Drehmoment in beiden Ausführungen erhalten werden soll, muß $\frac{B_1}{A\,S}$ auch um 50% verkleinert werden. Also $A\,S$ wird $\sqrt{1{\cdot}50} \cong 22{\cdot}5\%$ größer und $B_1 = 22{\cdot}5\%$ kleiner.

Wir setzen für die Hauptabmessungen mit offenen Nuten den Index o und mit halbgeschlossenen Nuten den Index g und bilden mit Gleichung 8) den Quotienten

$$\frac{D^2 \,.\, l_{i\,o}}{D^2 \,.\, l_{i\,g}} = \frac{f_{1\,g} \cdot f_{p_1\,g} \cdot A\,S_g^2 \cdot \left(\frac{B}{A\,S}\right)_g}{f_{1\,o} \cdot f_{p_1\,o} \cdot A\,S_0^2 \cdot \left(\frac{B}{A\,S}\right)_0} \quad . \; . \; . \; 9).$$

Führen wir nun die aus obiger Betrachtung gewonnenen Werte in die Gleichung ein, so erhalten wir:

$$\frac{D^2 \,.\, l_{i\,o}}{D^2 \,.\, l_{i\,g}} = \frac{f_{1\,g} \cdot f_{p_1\,g}\, A\,S_g^2 \left(\frac{B}{A\,S}\right)_g}{f_{1\,o} \cdot f_{p_1\,o} \,.\, A\,S_0^2 \,.\, \sqrt{1{\cdot}5^2}\left(\frac{B_1}{A\,S}\right) \,.\, \frac{1}{1{\cdot}5}} \quad . \; 9a).$$

$$= \frac{1}{f_{p_1\,g}} \cong \frac{1}{0{\cdot}90} \cong 10\%.$$

Die Hauptabmessungen ändern sich also durch Öffnen der Nuten im umgekehrten Verhältnis des Wicklungsfaktors. Da der Wicklungsfaktor etwa bei $f_{p_1} \cong 0{\cdot}90$ die günstigsten Verhältnisse gibt, wird obiges Resultat auch als guter Mittelwert gelten können. Wie wir später in einem Beispiele sehen werden, verkleinert sich der Wirkungsgrad nur um 3% durch Öffnen der Nuten bei gleichen Hauptabmessungen in beiden Ausführungen, während das Produkt aus Wirkungsgrad und Leistungsfaktor nur 2·5% niedriger ist. Dies gilt auch bei konstant gehaltener Überlastungs-

Digitized by Google

fähigkeit. Wir sehen also, daß ein Motor ohne besondere Hilfsmittel bei gleichem $D^2 . l_1$ auch mit offenen Nuten einem Motor mit halbgeschlossenen Nuten nahezu gleichwertig gebaut werden kann.

b) Einfluß auf den Streuungskoeffizienten.

Der Streuungskoeffizient σ ist definiert durch das Verhältnis der wattlosen Komponente des Leerlaufstromes J_{ow1} zum ideellen Kurzschlußstrom J_{k1}.

$$\sigma \cong \frac{J_{ow1}}{J_{k1}} \cong \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\cos \varphi_{max}} - 1\right) \quad . \quad . \quad 10).$$

Der Streuungskoeffizient berechnet sich unter Berücksichtigung der Eisensättigung zu

$$\sigma = \frac{AW_k}{AW_1} . \Sigma \sigma.$$

Es bedeuten:

J_{ow1} = wattlose Komponente des Magnesierungsstromes,
J_{k1} = ideeller Kurzschlußstrom,
AW_k = totale Amperewindungen pro Kreis,
AW_1 = Amperewindungen für die Luft.

Das Verhältnis der totalen Amperewindungen zu den Luftamperewindungen wollen wir als Sättigungsfaktor bezeichnen, es ist stets > 1. Die Summe $\Sigma \sigma$ wird gebildet durch die Streuungskoeffizienten.

1. der Statornuten,
2. „ Statorendverbindungen,
3. „ Rotornuten,
4. „ Rotorendverbindungen,
5. „ Zahnköpfe (Zickzackstreuung),
6. „ Differentialstreuung des Stators,
7. „ „ „ Rotors.

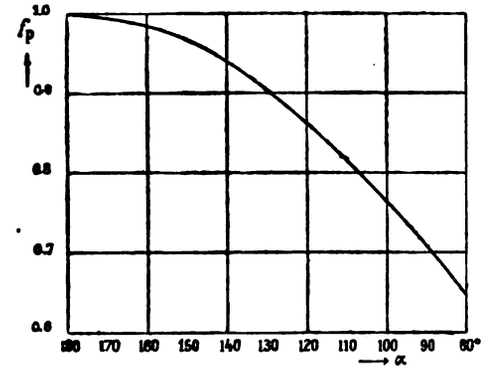


Fig. 2.

c_n	$m=2$	12,1	11,55	11,1	10,8	10,6	10,5	10,7	11	11,4	12
	$m=3$	10,8	10,4	10,1	10,05	10,1	10,4	10,7	10,6	10,7	10,8
c_k	$m=2$	2,1	2,0	1,93	1,88	1,86	1,85	1,87	1,92	1,99	2,1
	$m=3$	1,89	1,83	1,78	1,77	1,78	1,83	1,89	1,86	1,88	1,89
f_b	$m=2$	1,0	0,85	0,66	0,50	0,32	0,18	0,18	0,30	0,58	1,0
	$m=3$	1,0	0,68	0,41	0,18	0,22	0,54	1,0	–	–	–

Es ist:

$$\Sigma \sigma = \sigma_{n_1} + \sigma_{s_1} + \sigma_{n_2} + \sigma_{s_2} + \sigma_k + \sigma_{d_1} + \sigma_{d_2} \quad . \quad 11)$$

oder nach Einführung der Maschinendimensionen und -konstanten:

$$\Sigma \sigma = \frac{\delta . k_1}{\tau}\left(\underbrace{\frac{c_{n_1} . \lambda_{n_1}}{Q_1}}_{\text{Statornut}} + \underbrace{\frac{c_{s_1} . l_{s_1}}{f_{p_1}^2 . l_i}}_{\substack{\text{Statorend-}\\\text{verbindungen}}} + \underbrace{\frac{c_{n_2} . \lambda_{n_2}}{Q_2}}_{\text{Rotornut}} + \underbrace{\frac{c_{s_2} . l_{s_2}}{f_{p_2}^2 . l_i}}_{\substack{\text{Rotorend-}\\\text{verbindungen}}}\right) +$$

$$+ \underbrace{\frac{c_k}{Q_1 . Q_2}}_{\text{Zahnköpfe}} + \underbrace{c_{d_1} . f_{d_1}}_{\substack{\text{Stator-}\\\text{Differentialstreuung}}} + \underbrace{c_{d_2} . f_{d_2}}_{\text{Rotor-}} \quad . \quad . \quad . \quad 11a)$$

Hierin bedeuten:

δ = Luftspalt (einseitig),
$k_1 = k_s . k_z$ Vergrößerungsfaktor der Amperewindungen durch die Nutenöffnungen,
c_n = 10·8 bis 12·1 [Gleichungen 24) bis 27)*)],
λ_n = Nutenfähigkeit [Gleichungen 18) bis 21)*)]

*) E. T. Z. 1910, Seiten 1111 und 1140 oder oben Fig. 2.

c_s = Konstante der Endverbindungen (Tabelle 2).
$f_p^2 = \sin^2 \frac{\alpha}{2}$ [Gleichungen 28) und 29)*)],
c_k = 1·89 bis 2·1 [Gleichung 16) und Tabelle 1*)],
c_d = Differential-Streuungskoeffizient**), Tabelle 1,
f_d = Faktor für die Schrittverkürzung**),
Q_1 = Nuten pro Pol im Stator,
Q_2 = „ „ „ „ Rotor,
τ = Polteilung,
t = Nutenteilunge,
$\beta = \frac{\text{Eisenlänge}}{\text{Polteilung}}$.

Tabelle 1.

Nuten pro Pol Q	c_d	
	$m=2$	$m=3$
4	3·1	
6	2·3	0·55
8	1·9	0·45
10	1·75	0·38
12	1·65	0·33
14	1·55	0·30
16	1·50	0·26
18	1·48	0·25
20	1·46	0·25
22	1·44	0·25
24	1·44	0·25

Der Übersicht wegen sind die Zahlenwerte nochmals in Fig. 2 eingetragen, und zwar gelten die Werte für c_n, c_k, f_b und f_p für die Spulenwicklungsschritte in α-Graden unter denen die vertikalen Kolonnen stehen.

Tabelle 2.

Polzahl $2p$	Konstante c_s
2	0·45
4	0·55
6	0·60
8	0·70
10	0·75
12	0·78
14	0·80
16	0·83
18	0·85

Das Aufstellen einer einfachen Gleichung zur Untersuchung des Einflusses der Nutenöffnung auf den Streuungskoeffizienten ist nicht möglich. Es wären die Einflüsse der einzelnen Faktoren dann auch nicht mehr klar zu übersehen. Nur eine vollständige Durchrechnung kann hier angewandt werden, die alle maßgebenden Punkte berücksichtigt. Das ist bei einem Beispiel auch geschehen.

Ganz allgemein kann jedoch gesagt werden, daß bei Anwendung der Spulenwicklung in halbgeschlossenen Nuten oder verkürzter Schleifenwicklung in offenen Nuten der Streuungskoeffizient bei gleichen Eisenabmessungen in beiden Ausführungen praktisch gleich groß ist.

Die Praxis hat dies auch fast immer bestätigt***).

In Fig. 3 sind Kurven gezeichnet die $\sigma = (f) D^2 l_1$ darstellen. Die mit diesen Abmessungen erreichten

*) E. T. Z. 1910, Seiten 1111 und 1140.
**) E. T. Z. 1909, Seite 844, Kurven Abb. 8 und 10.
***) Siehe auch E. T. Z. 1911, Seite 1301.

Digitized by Google

Wirkungsgrade und Leistungsfaktoren sind für Motoren mit Kurzschlußläufern ebenso hoch wie die besten europäischen Fabrikate mit halbgeschlossenen

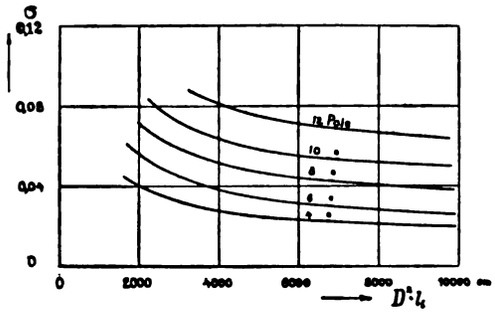


Fig. 3. Streuungskoeffizienten von Drehstrommotoren mit offenen Statornuten.

Nuten. Hiebei ist noch zu bedenken, daß die Größe des Luftspaltes etwa der Kurven in Fig. 4 entspricht.

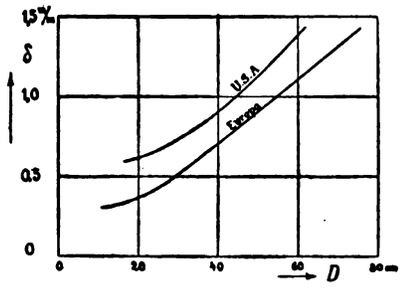


Fig. 4. Luftspaltabmessungen von Drehstrommotoren.

Der Verfasser ist deshalb der Ansicht, daß bei Anwendung genauer Berechnungsmethoden und sorgfältiger Prüfungen auch die Materialausnutzung der meisten normalen Drehstrommotoren noch weiter gesteigert und wahrscheinlich auch der Preis durch einfache Schablonenwicklungen verringert werden kann.

Der Einfluß der Nutenzahl auf das Kupfervolumen pro Nut.

Um den Einfluß der Nutenzahl auf den Kupferquerschnitt möglichst genau zu studieren ist ein normales achtpoliges Modell mit den Nutenzahlen 48, 72 und 108 durchgerechnet worden. Der Stator hätte einen Außendurchmesser von 470 *mm* und eine Bohrung von 345 *mm*. Die Wicklung mit 216 Windungen pro Phase bestand aus Flachkupfer doppelt mit Baumwolle besponnen. Die Nuten sind ganz offen und durch einen flachen, 2·5 *mm* dicken Keil geschlossen. Der Luftspalt ist 0·8 *mm* einseitig. Der Rotor war mit 109 halbgeschlossenen Nuten hergestellt und mit einer Stabwicklung gewickelt.

Der Luftspaltfaktor des Rotors ist $k_r = 1{\cdot}12$ und der Sättigungsfaktor $\frac{AW_{\text{Total}}}{AW_{\text{Luft}}} = 1{\cdot}15$.

Die errechneten Resultate sind in Tabelle 3 wiedergegeben.

Mit zunehmender Nutenzahl und konstanter Nutentiefe beansprucht die Isolation einen großen Teil des Nutenquerschnittes, bis 66% (Nutenfüllfaktor = 0·339). Man wird nun wohl immer die Nuten tiefer zu machen versuchen, wenn die Konstruktion es zuläßt, um den Wirkungsgrad und die Überlastungsfähigkeit des Motors nicht zu ungünstig zu beeinflussen.

Der totale Streuungskoeffizient nimmt mit zunehmender Nutenzahl ab. Der Hauptgrund liegt in der Vergrößerung der Nutenzahl pro Pol, aber auch in der Abnahme des Luftspaltfaktors k_s bei den schmalen Nuten, trotz der vergrößerten Nutenleitfähigkeit.

Es gibt auch eine günstigste Nutenzahl in bezug auf Wirkungsgrad, Leistungsfaktor und Überlastungsfähigkeit. Diese läßt sich nur durch genaue Rechnung finden.

Der Preis einer Wicklung dagegen stellt sich aber um so niedriger je kleiner die Nutenzahl ist.

Die Bestimmung der Statornutenzahl ist ferner noch beeinflußt durch die Rotornutenzahl. Die bekannten Erfahrungsregeln sind bis jetzt noch nicht begründet worden und haben schon häufig die überraschendsten Resultate gezeitigt.

Da die Einflüsse der Kraftflußänderungen im Luftspalt, in den Zähnen und Leitern sich nicht vorausrechnen lassen, werden die Meßresultate wohl vorläufig noch den Ausschlag geben. Eine ganze Reihe von unangenehmen Eigenschaften wie Brummen und Tönen der Motoren, das Nichtanlaufen oder Hängenbleiben des Rotors bei einem Bruchteil der synchronen Tourenzahl durch Sattelwirkung in der Drehmomentkurve werden durch die Nutenzahl mehr oder weniger beeinflußt.

Als Anhalt für die Nutenbemessung diene folgendes:

Es bedeutet: r_1 = Nutenöffnung,
δ = Luftspalt,
$t - r_1 = z$ = Zahnkopfstärke,
t = Nutenteilung,

dann berechnet sich die Nutenteilung für einen Luftspaltfaktor $k_1 = 1{\cdot}45$ bis $1{\cdot}75$ zu

$$t_1 = \frac{\frac{r_3}{\delta} \cdot \delta}{1 - \frac{z}{t}} = \frac{6 \text{ bis } 8 \,.\, \delta}{1 - (0{\cdot}6 \text{ bis } 0{\cdot}4)} \cong 15 \text{ bis } 20 \,.\, \delta,$$

denn das Verhältnis $\frac{r_3}{\delta}$ bewegt sich zwischen 5 bis 10, meist zwischen 6 bis 8, und steigt sehr selten bis 20. Das Verhältnis $\frac{z}{t}$ schwankt zwischen $0{\cdot}4 \div 0{\cdot}60$.

Ferner ist zu berücksichtigen, daß die kleinste ausführbare Zahnstärke $z \geqq 4$ *mm* ist, die aus mechanischen Gründen und der Drahtstärke wegen nicht kleiner gemacht werden darf. Hieraus finden wir die kleinste Nutenteilung zu etwa 9 *mm*.

Um den Wirkungsgrad nicht zu ungünstig zu beeinflussen, wird die Nutenteilung $t \cong 12$ *mm* in kleinen und 20 bis 25 *mm* in großen Motoren gemacht.

Tabelle 3.

	Nutenzahl total		
	48	72	108
Nutenabmessung . .	14·6 × 36·5	8·7 × 36·5	5·6 × 36·5
Leiterdimension (blank)	3 parallel 3·5 × 1·25	6 × 2·0	3·5 × 2·70
Leiter pro Nut . .	18 (54)	12	8
Nutenfüllfaktor . .	0·425	0·413	0·339
Kupferquerschn. mm^2	13·1	12·0	9·5
Luftspaltfaktor k_s . .	1·97	1·70	1·5
Luftspalt *mm* . . .	0·8	0·8	0·8
Leitfähigkeit d. Nut λ_n	0·98	1·64	2·55
Streuungskoeffizient σ	0·137	0·117	0·091

Einfluß der Schrittverkürzung.

Nachstehend sollen noch an der Hand von Berechnungen die Einflüsse der Schrittverkürzung bei der Verwendung der Schleifenwicklung mit zwei Spulenseiten pro Nut an einem 75 *PS*-Kurzschlußmotor, 420 *V*, 25 Perioden gezeigt werden.

Die Hauptabmessungen und Nuten blieben in allen vier Ausführungen unverändert. Auch die Wicklung

Digitized by Google

blieb konstant mit Ausnahme der Länge der Endverbindungen.

Der Motor hat 108 Nuten im Stator und 97 Nuten im Rotor mit einem Stab pro Nut. Die Statorwicklung wurde gewickelt mit folgenden Wickelschritten

$1 - 19$ f_{p1} 1·0,
$1 - 15$ f_{p1} 0·94,
$1 - 11$ f_{p1} 0·82,
$1 - 10$ f_{p1} 0·707.

Die Schrittverkürzung wirkt wie eine Verkleinerung der effektiven Windungszahl auf den Hauptflußkraft und Sättigung. Erreger-AW, Magnetisierungsstrom ändern sich dementsprechend.

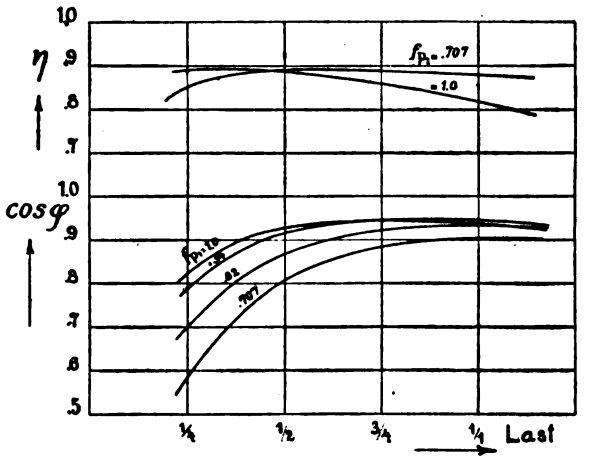


Fig. 5. Wirkungsgrad und Leistungsfaktor bei verschiedenem Wickelschritt der Statorspulen.

Durch die Feldverstärkung bei kleiner werdendem Wickelschritte nimmt auch das Anlaufdrehmoment und die Überlastungsfähigkeit zu, hingegen der Schlupf ab. Es sind dies alles bekannte Tatsachen, die auch bei den Spulenwicklungen mit unverkürztem Schritte vorhanden sind. Hingegen wird die Streuung und der maximale Leistungsfaktor bei einer bestimmten Schrittverkürzung ein Minimum, und zwar bei $f_{p1} = 0{\cdot}94$. (Siehe Fig. 6.) Der Unterschied im maximalen Leistungsfaktor beträgt nahezu 4%, bei Halblast etwa 12%. Der maximale Wirkungsgrad ist bei den vier Ausführungen fast konstant 90% geblieben, tritt jedoch bei verschiedener Belastung auf, da ja die Überlastungsfähigkeit stark verändert wird. (Siehe Fig. 5.)

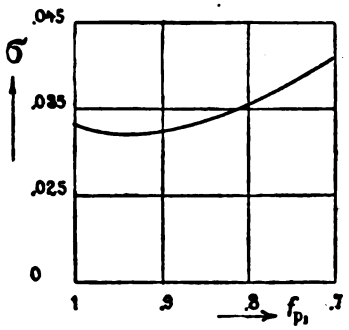


Fig. 6. Streuungskoeffizient bei verschiedenem Wickelschritt der Statorspulen.

Beispiel.

Um alle maßgebenden Faktoren für den Vergleich zu erhalten, wurde ein Motor vollständig durchgerechnet. Die Resultate sind in Tabelle 4 bis 9 gegeben. Die Berechnung ist durchgeführt für offene und halbgeschlossene Nuten im Stator und halbgeschlossene Nuten im Rotor in beiden Fällen.

Diese Berechnung soll keine Mustermaschine darstellen. Da vereinfachte Annahmen gemacht wurden, um den Vergleich zu erleichtern, sind in beiden Fällen die besten Lösungen ausgeschlossen.

Die Berechnungen wurden so ausführlich wie möglich gemacht, um die verschiedenen Einzelheiten klar erkennen zu können, entgegen der häufig angewandten Schätzung von Faktoren, die das Schlußergebnis leicht illusorisch machen. Als Material standen dem Verfasser umfangreiche Meßresultate mehrerer Typenreihen sowohl mit offenen als auch mit halbgeschlossenen Nuten zur Verfügung, so daß die hier angestellten Untersuchungen allgemeine Verwendbarkeit haben.

Das maximale Drehmoment in der ersten Ausführung beträgt das 2·5fache des normalen Drehmomentes. Es erschien ratsam, die Vergleichsrechnung auf der Grundlage gleicher Überlastungsfähigkeit auszuführen.

Durch das Öffnen der Nuten würde der Magnetisierungsstrom im Verhältnis 1·135 zu 1·61, etwa 40% vergrößert, so daß zum Konstanthalten des maximalen Drehmomentes eine Feldschwächung nötig ist. Die erforderliche Luftinduktion oder Windungszahl pro Phase kann wie folgt gefunden werden.

Wir entnehmen der Berechnung mit halbgeschlossenen Nuten folgende Daten:

Wattlose Komponente des Leerlaufstromes $J_{ow1} = 6{\cdot}53\ A$ pro Phase,
Vollaststrom $J_1 = 26{\cdot}6\ A$
Streuungskoeffizienten $\sigma = 5{\cdot}35\% = 0{\cdot}0535$.
Dem Werte

$$\frac{J_{ow1}}{J_1 \,.\, \Sigma\sigma} = \frac{6{\cdot}53}{26{\cdot}6 \,.\, 0{\cdot}0535} = 4{\cdot}6$$

entspricht eine bekannte Überlastungsfähigkeit von 2·5 (Fig. 1).

Für die Ausführung mit offenen Nuten berechnet sich das Verhältnis der spezifischen Belastung zu

$$\frac{B_1}{A\,S} = 4{\cdot}5\,\frac{f_1 \,.\, f_{p_1} \,.\, \tau \,.\, \Sigma\sigma}{1{\cdot}6 \,.\, 1{\cdot}1 \,.\, \delta \,.\, k_1} =$$

$$= 4{\cdot}6\,\frac{0{\cdot}957 \,.\, 0{\cdot}925 \,.\, 16{\cdot}7 \,.\, 0{\cdot}0445}{1{\cdot}11 \,.\, 1{\cdot}6 \,.\, 0{\cdot}06 \,.\, 1{\cdot}61} = 17{\cdot}7.$$

Hiebei ist $\Sigma\sigma = 0{\cdot}045$ angenommen. Dieser Wert ergibt sich zufällig auch bei der ausführlichen Berechnung. Die Erweiterung der Statornutenöffnungen vergrößern den Luftspaltfaktor auf den 1·42fachen Wert, es wird $k_1 = 1{\cdot}61$ gegen 1·135 mit 3 *mm* Schlitzweite. Die Polteilung τ und der Luftspalt sind gleich in beiden Fällen. Die Statorwicklung ist mit einer Schnittverkürzung ausgeführt, entsprechend $f_{p_1} = 0{\cdot}925$.

Wir führen nun das Verhältnis $\frac{B_1}{A\,S} = 17{\cdot}7$ in die Leistungsgleichung ein und finden daraus die gewünschte maximale Induktion im Luftspalt

$$B_1 = \sqrt{\frac{23{\cdot}7}{1610 \,.\, 1000} \cdot \frac{8{\cdot}6 \,.\, 10^{11} \,.\, 17{\cdot}7}{0{\cdot}957 \,.\, 0{\cdot}925}} =$$

$$= \sqrt{24{\cdot}8 \,.\, 10^6} \cong 5000$$

und schließlich die Windungszahl pro Phase

$$w_1 = \frac{E_1 \,.\, 10^8}{c \,.\, f_1 \,.\, f_{p_1}\,\tau \,.\, l_i \,.\, B_1} =$$

$$= \frac{289 \,.\, 0{\cdot}98 \,.\, 10^8}{50 \,.\, 0{\cdot}925 \,.\, 0{\cdot}957 \,.\, 16{\cdot}7 \,.\, 15{\cdot}9 \,.\, 5000} \cong 160.$$

Wir wählen 14 Leiter pro Nut in 72 Nuten oder $w_1 = 168$.

Die Wicklung besteht aus rechteckigem besponnenem Flachkupfer mit zwei Spulenseiten pro Nut. Der Kupferquerschnitt ist wesentlich, um 36% verringert worden durch die Erhöhung der Nutenzahl von

Digitized by Google

54 auf 72. Die Nutenweite ist, wie früher besprochen, mit Rücksicht auf einen möglichst kleinen Luftspaltfaktor gewählt worden. Da der Luftspalt nur 0·6 *mm* einseitig war, ist die Nutenweite gleich der Zahnstärke am Kopf gewählt. Die Nutentiefe wurde ferner des Streuungskoeffizienten wegen konstant gehalten, so daß der Querschnitt des Statorkupfers eine anderenfalls mögliche Verbesserung durch größere Nutentiefe nicht erfahren hat. Dieser Umstand ist beim Wirkungsgrad zu berücksichtigen.

Aus dem Verhältnis Zahnweite zur Nutenteilung resultiert eine niedrige Zahnsättigung, die wohl günstig auf die zusätzlichen Eisenverluste wirkt, aber nur auf Kosten der Kupferverluste.

Die Luftinduktion mit offenen Nuten wurde 16% verkleinert und da der Rotor unverändert blieb, ändern sich die Eisenverluste etwa mit dem Quadrat der Feldstärke. Der Grund für das fast Konstantbleiben der Eisenverluste in beiden Ausführungen (siehe Tabelle 7) liegt darin, daß die niedrigen Induktionen im Entwurf mit offenen Nuten die zusätzlichen Verluste durch die weiten Nuten und erhöhte Nutenzahl wieder ausgleichen.

Ein interessantes Resultat finden wir beim Vergleich der Streuung.

Die Summe des Streuungskoeffizienten $\Sigma\sigma$ ist durch das Öffnen der Statornuten nicht geändert worden. (Siehe Tabelle 4.) Da wir ja alle Sättigungen reduziert hatten, fiel bei der Ausführung mit offenen Nuten der Streuungskoeffizient σ um den Prozentsatz der Sättigungsfaktoren kleiner aus. Der maximale Leistungsfaktor, wie auch der Leistungsfaktor bei allen Belastungen wird also vergrößert, da wir die gleiche Überlastungsfähigkeit behalten wollten. (Siehe Tabelle 5.)

In Tabelle 4 sind die Werte für die Einzelstreuungskoeffizienten gegenübergestellt.

Tabelle 4.

Streuungsart	Nutenform	
	halbgeschlossen	offen
Statornut	0·0075	0·0101
Statorköpfe	0·0059	0·0063
Rotornut	0·0066	0·0094
Rotorköpfe	0·0043	0·0061
Zahnköpfe	0·0134	0·0086
Differentialstreuung des Stators	0·0040	0·0012
Differentialstreuung des Rotors	0·0028	0·0028
$\Sigma\sigma$	0·0445	0·0445
Sättigungsfaktor k_s	1·20	1·06
Streuungskoeffizient σ	0·0535	0·0470

Tabelle 5.

Leistungsfaktor cos φ	Nutenform	
	halbgeschlossen	offen
$^1/_2$-Last	85	86·8
$^3/_4$-Last	89·5	90·6
$^1/_1$-Last	90·5	91·5
$1^1/_2$-Last	89	89·9

Entsprechend dem Streuungskoeffizienten fällt auch der Leistungsfaktor aus.

Tabelle 6.

		$^1/_2$-Last	$^3/_4$-Last	Vollast	$1^1/_2$-Last
Leistungsfaktor	halbgeschlossene Nuten	85·0	89·0	90·5	89·0
	offene Nuten	86·8	90·6	91·5	89·9

Wir sehen aus dieser Tabelle, daß Motoren mit offenen Nuten mit gleich hohem Leistungsfaktor gebaut werden können, wie bei Verwendung halbgeschlossener Nuten. Die Wichtigkeit eines guten Leistungsfaktors ist in den Vereinigten Staaten auf keinen Fall vernachlässigt, es werden vielmehr alle Hilfsmittel angewendet, um besonders bei kleinen Motoren den Streuungskoeffizienten und den Magnetisierungsstrom durch Verwendung von magnetischen Nutenkeilen zu verbessern.

In Tabelle 7 sind die Verluste bei Vollast zusammengestellt.

Tabelle 7.

Verluste	Nutenform	
	halbgeschlossen	offen
Lager und Luftreibung	150 *W*	150 *W*
Eisenverluste	650 „	485 „
Eisenverluste, zusätzliche	235 „	435 „
Primäre Kupferverluste	605 „	1010 „
Sekundäre Kupferverluste	845 „	1160 „
Gesamtverluste	2485 *W*	3235 *W*
Wirkungsgrad bei $^1/_1$-Last	88·1%	85·0%

Die Lager- und Luftreibung ist in beiden Ausführungen gleich, da Drehzahl und Rotordurchmesser unverändert blieben.

Die gesamten Eisenverluste haben sich wenig geändert, 885 auf 920 *W*, da die Sättigungen bei der Ausführung mit offenen Nuten in allen Teilen wesentlich niedriger sind.

Aus dem gleichen Grunde sind auch die sekundären Kupferverluste gewachsen, und zwar im quadratischen Verhältnis der Verminderung der Luftsättigung.

Im gleichen Sinne änderte sich auch die Schlüpfung.

Vergleichen wir noch den Wirkungsgrad bei verschiedenen Belastungen, so finden wir, daß der Einfluß sich bei höheren Belastungen ungünstig gestaltet, eben weil die Kupferverluste sehr schnell wachsen.

Tabelle 8.

Wirkungsgrad	Nutenform	
	halbgeschlossen	offen
$^1/_2$-Last	86·6%	85·0%
$^3/_4$-Last	88·4%	86·0%
$^1/_1$-Last	88·1%	85·0%
$1^1/_2$-Last	86·0%	79·5%

Hätten wir die Nutentiefe etwas vergrößert und mehr Statorkupfer untergebracht, so konnten die Statorkupferverluste noch etwa 15% verringert und der Wirkungsgrad etwa um 0·5% verbessert werden.

Durch kleinere Windungszahl und größere Luftsättigung lassen sich auch die Sekundärverluste verringern, so daß mit etwa 86·5% gerechnet werden kann.

Digitized by Google

Der scheinbare Wirkungsgrad oder das Produkt aus η und cos φ für die verschiedenen Belastungen ist in Tabelle 9 eingetragen.

Tabelle 9.

Scheinbarer Wirkungsgrad		Nutenform	
		halb-geschlossen	offen
$\eta \cdot \cos\varphi$	$^1/_2$-Last	73·5%	73·6%
	$^3/_4$-Last	79·0%	78·0%
	$^1/_1$-Last	80·0%	77·5%
	$1^1/_2$-Last	76·5%	71·5%

Wir ersehen hieraus, daß die Materialausnutzung bei Halblast gleich ist und bei größeren Belastungen langsam bei dem Motor mit offenen Nuten sinkt.

Bei Vollast beträgt die Differenz nur 2·5%. Dieser Wert ließe sich noch verringern, wie bereits oben angegeben, und zwar auf etwa 1%, so daß ein scheinbarer Wirkungsgrad von 79% erreicht werden kann. Will man jedoch gleiche Werte für Wirkungsgrad, Leistungsfaktor und maximales Drehmoment erhalten, so müssen die Hauptabmessungen, Durchmesser oder Ankerlänge etwas größer gewählt werden, wie bereits früher besprochen.

Wirkungsgrade von Transformatoren bei Teilbelastungen.

Von **Arthur Palme**, New York.

Es kommt in der elektrotechnischen Praxis, insbesondere jener der Elektrizitätswerke täglich vor, daß Wirkungsgrade von Transformatoren bei verschiedenen Belastungen berechnet werden müssen. Es ist zum Beispiel von Interesse, mit welchem Nutzeffekt ein im Netz aufgestellter Transformator bei nur halber Belastung arbeitet, andererseits, wie sich der Nutzeffekt bei Überlastung verhält.

Sind von einem Transformator die Eisen- und Kupferverluste bekannt, so ist dessen Wirkungsgrad für alle Belastungen einwandfrei bestimmt und festgelegt.

Der Wirkungsgrad η eines Transformators ist bestimmt durch das Verhältnis der abgegebenen Leistung zur zugeführten, oder in Prozenten:

$$\eta = \frac{100 \cdot L}{L + Cu + Fe}$$

hierin bedeutet L die Leistung des Transformators in kW, Cu dessen Kupferverluste und Fe dessen Eisenverluste in kW. Aus dieser Formel ergibt sich der Wirkungsgrad jedes Transformators für induktionslose Belastung, also für cos $\varphi = 1$. Dies gilt auch für die ganze folgende Abhandlung.

Die Kupferverluste in Watt ergeben sich durch Multiplikation des stets bekannten Spannungsabfalles des betreffenden Transformators bei Vollast und induktionsloser Belastung mit der Nominalleistung desselben, seine Eisenverluste in Watt sind gleich dessen Leerlauf. Beträgt der Spannungsabfall unter den vorerwähnten Verhältnissen bei einem 20 kVA-Transformator zum Beispiel 2·1%, so betragen dessen Kupferverluste $20 \times 2{\cdot}1 = 420$ W.

Nun ist bekannt, daß die Eisenverluste eines Transformators bei jeder Art der Belastung, in Watt gemessen, gleich bleiben. Rechnet man sie jedoch in Prozente der jeweiligen Leistung um, so werden sie naturgemäß bei fallender Leistung proportional steigen und umgekehrt. Hat also zum Beispiel der vorerwähnte Transformator einen Leerlauf von 280 W, so entspricht dies bei Vollast 1·4%, bei Halblast 2·8%, bei 50% Überlastung 0·93%, usw.

Die Kupferverluste eines Transformators dagegen stehen in direktem, quadratischen Verhältnis zur jeweiligen Belastung, und zwar derart, daß sie auf den vierten Teil sinken, wenn der Transformator nur zur Hälfte belastet ist, e. v. v. Rechnet man nun auch den Kupferverlust prozentual zur Leistung um, so erhält man in dem oben gewählten Beispiel folgende Werte: Bei Vollast 2·1%, bei Halblast 1·05%, bei 50% Überlastung $\frac{420 \cdot 2{\cdot}25}{30} = 3{\cdot}15\%$. Unter Verwendung der eingangs erwähnten Formel ist es nun möglich, die Wirkungsgrade des Transformators für jede beliebige Belastung auszurechnen.

Verschiedene Wirkungsgrade unseres mehrfach angeführten Transformators würden daher betragen:

1. für Vollast $\eta_{1/1} = \frac{100 \times 20}{20 + 0{\cdot}43 + 0{\cdot}28} = 96{\cdot}8\%$
2. für Halblast $\eta_{1/2} = \frac{100 \times 10}{10 + 0{\cdot}105 + 0{\cdot}28} = 96{\cdot}3\%$
3. für 50% Überlastung $\eta_{3/2} = \frac{100 \times 30}{30 + 0{\cdot}94 + 0{\cdot}28} = 96{\cdot}0\%$

usw.

Dieser Weg der Rechnung ist der bisher gebräuchliche gewesen, er liefert einwandfreie Resultate, erfordert jedoch eine umständliche und zeitraubende Rechnung, um so mehr, als bei der Hauptdivision die Verwendung des Rechenschiebers im Interesse einer nennenswerten Genauigkeit nicht möglich ist.

Der Zweck dieser Zeilen soll nun der sein, auf eine einfache Methode aufmerksam zu machen, mit deren Hilfe es möglich ist, den Wirkungsgrad eines Transformators bei jeder beliebigen Belastung mit einer Genauigkeit der auf fünf abgerundeten zweiten Dezimale durch zwei einfache Ablesungen an selbst hergestellten Tabellen zu finden.

Hiezu dienen die in den Fig. 1 und 2 wiedergegebenen Tafeln. Die erste davon dient zur raschen Auffindung der Summe der Verluste eines Transformators bei beliebiger Belastung, die zweite zur Ablesung der Wirkungsgrade selbst.

Fig. 1 ist wie folgt entstanden:

Man trägt sich auf einem Blatt in einem beliebigen Abstande D (zum Beispiel 300 mm) zwei Vertikale auf, die man von einem gleich hohen Anfangspunkte Null aus von oben nach unten mit einem beliebigen aber gleichen Maßstabe, $\lambda_1 = \lambda_2$ versieht (zum Beispiel 50 zu 50 mm) und bezeichnet die einzelnen Abschnitte mit 0, 1, 2, 3 usw. Die linke Ordinate stelle die prozentualen Kupferverluste, die rechte die prozentualen Eisenverluste des Transformators dar. Wird in der Mitte zwischen den zwei Ordinaten, also in dem gewählten Beispiel 150 mm von links und rechts eine Vertikale errichtet und vom gleich hohen Anfangspunkte von oben beginnend mit einer Teilung von $\frac{\lambda}{2} = 25$ mm versehen, so wird jede Verbindungslinie von der Kupfer- zur Eisenlinie die Mittelordinate in einem Punkte schneiden, der die Summe der rechten und linken Ablesung ergibt; mit anderen Worten stellt diese mittlere Ordinate den geometrischen Ort der Summe der Verluste eines Transformators bei Vollast dar.

Digitized by Google

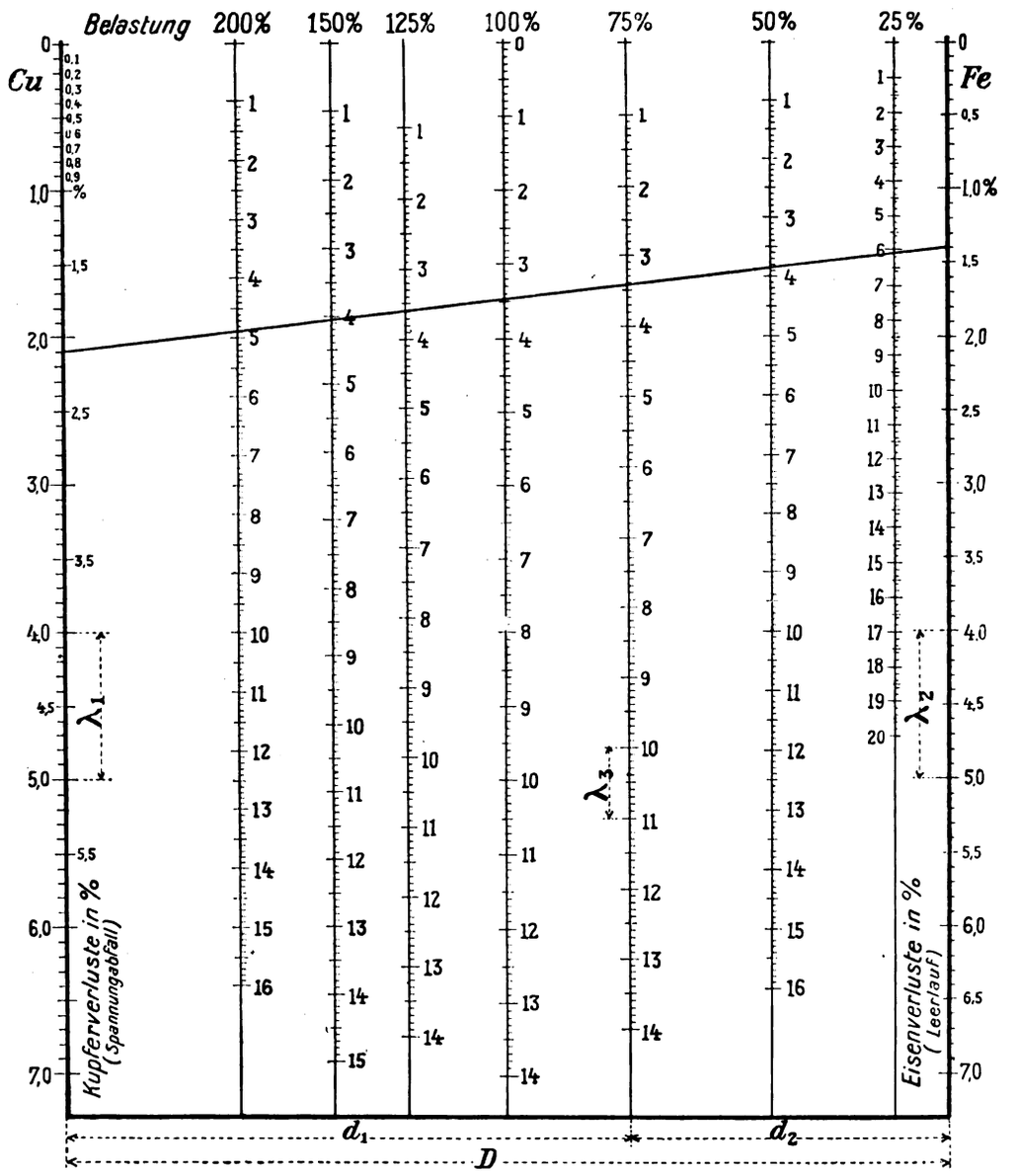


Fig. 1.

Gleiche Vertikale lassen sich nun auch für jede beliebige andere Teilbelastung finden. Es soll im nachstehenden als Beispiel angeführt werden, wie die Ordinate für Dreiviertelbelastung konstruiert wird.

Zunächst ist der Abstand der Dreiviertellastlinie von den beiden Grundordinaten zu finden. d_1 und d_2 sind deren respektive Abstände, wobei natürlich $d_1 + d_2 = D = 300\ mm$ ist. Das Verhältnis von d_2 zu d_1 ist aber nach dem eingangs Gesagten gleich dem Quadrate der jeweiligen Belastung in unserem Falle also $\left(\frac{3}{4}\right)^2 = \frac{9}{16}$.

Aus den zwei Gleichungen

$$d_1 + d_2 = 300 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

und

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{9}{16} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2)$$

ergibt sich ohne weiteres durch Substitution d_1 zu 192 mm und d_2 zu 108 mm.

Der zu wählende Maßstab ergibt sich aus Gleichung:

$$\lambda_3 = \frac{\lambda_1}{\frac{3}{4} + \frac{4}{3}} = 24\ mm \quad \ldots \quad 3).$$

Auch dieser Maßstab ist vom gemeinsam hohen Nullpunkt nach abwärts aufzutragen und zu beschreiben.

Auf diese Weise kann man sich nun eine Anzahl von Ordinaten für verschiedene Belastungen auftragen und skalieren, wie dies in Fig. 1 geschehen ist, wo folgende Belastungen ablesbar sind: 200%, 150%, 125%, 100%, 75%, 50% und 25% Belastung.

Sind nun von einem Transformator, dessen Eisen- und Kupferverluste bei induktionsloser Vollast bekannt sind, die Wirkungsgrade bei verschiedenen Belastungen auszuwerten, so geht man wie folgt vor: Zunächst werden die beiden Verluste durch eine einfache Ablesung am Rechenschieber in Prozenten der Vollast ausgedrückt. In unserem eingangs wiederholt gebrauchten Beispiel ist $Fe = 1{\cdot}4\%$, $Cu = 2{\cdot}1\%$. Vom Punkte 1·4 der Eisenvertikalen wird auf Fig. 1 nach dem Punkte 2·1 der Kupfervertikalen eine Verbindungslinie gezogen. Diese schneidet die zwischenliegenden Ordinaten der Reihenfolge nach in den Punkten 4·9 — 4·05 — 3·6 — 3·45 — 3·4 — 3·85 und 6·1. Diese Werte sind bereits die jeder dieser Belastungen entsprechende Summe der Fe- und Cu-Verluste. Man hätte also, um die Wirkungsgrade selbst zu

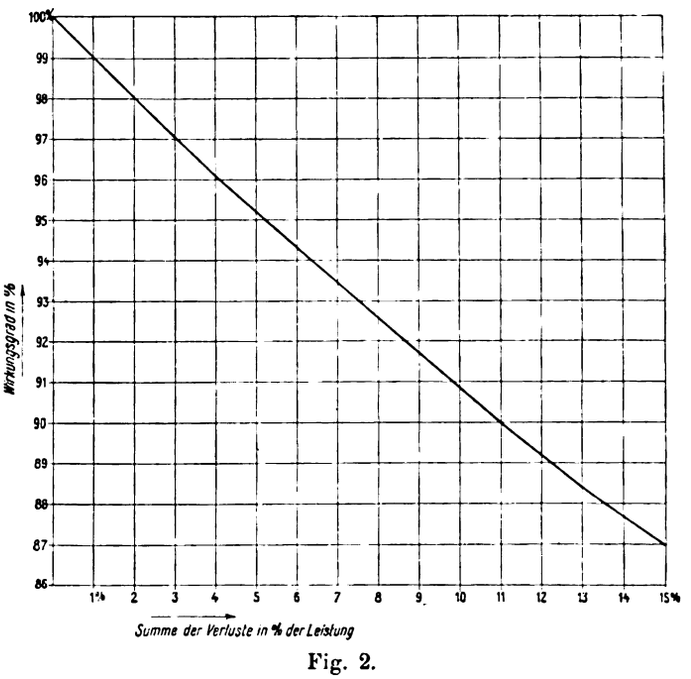


Fig. 2.

Digitized by Google

erhalten, nichts weiter zu tun, als diese abgelesenen Werte a in die Gleichung

$$\eta = \frac{10000}{100 + a} \quad \ldots\ldots 4)$$

einzusetzen, eben jene Gleichung, deren Lösung mit dem Rechenschieber nur sehr ungenau möglich ist. Diese Rechnung wird erspart durch Anwendung der in Fig. 2 eingezeichneten Kurve (auf Millimeterpapier zu konstruieren), worin als Abszisse die auf Tafel 1 abgelesene Summe der Verluste aufgetragen ist. Die dann in den entsprechenden Punkten errichteten Ordinaten schneiden die Kurve bereits in den gesuchten Wirkungsgraden, also in unserem Beispiel bei:

200% Belastung	$\eta_1 = 95{\cdot}25\%$
150% „	$\eta_2 = 96{\cdot}00\%$
125% „	$\eta_3 = 96{\cdot}45\%$
Vollast	$\eta_4 = 96{\cdot}80\%$
75% Belastung	$\eta_5 = 96{\cdot}70\%$
50% „	$\eta_6 = 96{\cdot}30\%$
25% „	$\eta_7 = 94{\cdot}25\%$

Die in Fig. 2 eingezeichnete Kurve stellt die Verbindung der auf rein rechnerischem Wege gefundenen Werte der Gleichung 4) dar. Zur günstigen Ablesung der in Fig. 1 enthaltenen Werte empfiehlt sich die Verwendung eines Zelluloidlineals mit eingeritzter Längsmittellinie.

Schließlich sei noch bemerkt, daß diese graphische Methode amerikanischen Ursprunges ist und meines Wissens zuerst bei der G. E. C. verwendet wurde.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Einige Schlußfolgerungen aus der Statistik der russischen Elektrizitätswerke. S. Hefter. Die Abhängigkeit des Anschlußwertes von der Einwohnerzahl ergibt sich für Städte mit 75.000 bis 300.000 Einwohner mit 12 *kW* pro Einwohner, welche Werte als annähernd gleich mit den Ergebnissen anderer Statistiken erachtet werden*). Der in Städten mit weniger als 300.000 Einwohnern sehr geringe Anschlußwert für Industriezwecke und Beleuchtung nimmt für größere Städte rascher zu. Die ständige Überlastung und die hohen Strompreise für gewerbliche Zwecke sind die Ursache dieser Erscheinung. Die Anlagekosten pro Kilowatt nähern sich für Leistungen über 2000 *kW* jenen der deutschen Zentralstationen. Die nutzbar abgegebene Arbeit pro Einwohner liegt weit unter jener des Auslandes und ergibt eine geringe Wirtschaftlichkeit der Werke. Der Strompreis steht in engem Zusammenhange mit der nutzbar abgegebenen Energie; bei Verringerung des Tarifes von 33 auf 17 Kopeken (85 bis 42 h!) pro *kWh* steigt die Energieabgabe von 4000 auf 10.000 *kWh* pro 1000 Einwohner.

Ein weiteres Diagramm zeigt, daß bei Ermäßigung des Tarifes von 140 auf 100 Rubel pro *kW* der Anschluß von 8 auf 16 *kW* pro 1000 Einwohner steigt. Die Einnahme pro *kW* sinkt bei Ermäßigung des Tarifes (bis auf 20 Pfg. pro *kWh*) asymptotisch auf Mk. 100 in Deutschland (Norberg-Schulz) gegen Mk. 200 in Rußland. Die Benutzungsdauer pro angeschlossenes *kW* sinkt bei einem maximalen Tarif von 85 h pro *kWh* auf 400 bis 500 Stunden; schon bei 60 h steigt sie auf 700 Stunden (das ist viel rascher als die von Norberg-Schulz ermittelte Kurve). Die Ermäßigung des Tarifes von 21 auf 9 Kopeken hat allerdings den Nachteil, daß das Verhältnis des zentralen Maximums zum Anschlußwert von 40 auf 60% steigt. Von 120 Werken verwenden 59 Gleichstrom 2×220 *V*, die gebräuchliche Wechselstromspannung ist 2000 *V*. Von 141 Werken sind 83 in Privatbesitz. Die in den Jahren 1905 bis 1909 gesunkene Bautätigkeit nimmt jetzt wieder zu; gegenwärtig wird der Bau von vier großen Überlandzentralen, darunter zwei hydraulische im Kaukasus und Finnland (Imatra) in Angriff genommen.

(Mitteil. d. Ver. d. Elektrizitätsw. Nr. 148.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Über die Grenzgrößen von Dampfturbineneinheiten. Nach einem Vortrag von J. P. Chittenden. Der Vortragende vertritt die Ansicht, daß die sogenannten „nicht effektiven" Kosten einer Dampfturbinenanlage desto größer sind, je kleiner die aufgestellten Maschineneinheiten sind. Unter diese „nicht effektiven" Kosten sind zu rechnen die auf den Regler, die Ventile, die Ölpumpen, den Geschwindigkeitsmesser und andere ähnliche Hilfsbestandteile entfallenden Kosten. Chittenden stellt fest, daß der Betrag dieser Kosten bei einer Anlage mit Einheiten für eine Leistung von 500 *kW*, 45% des Gesamtbetrages ausmacht, während dieser Betrag sich bei Einheiten für 1000 *kW*-Leistung auf 40% und bei Einheiten für 10.000 *kW*-Leistung auf nur 30% des Gesamtbetrages der Turbineneinheit reduziert. Hieraus folgt, daß, selbst wenn die effektive Quote der Turbinenkosten pro *kW*-Leistung für kleine Einheiten gleich groß ist mit jener für große Einheiten, doch die Gesamtanlagekosten stets größer sein werden bei kleineren als bei größeren Einheiten. Überdies ist die von mehreren kleineren Einheiten eingenommene Grundfläche stets größer als jene der großen Einheiten mit gleich hoher Leistung und ist auch der Wirkungsgrad der kleineren Einheiten in der Regel niedriger als jener der großen Einheiten. Diese für die Dampfturbinen geltenden praktischen Regeln haben keine Gültigkeit für die Verbrennungskraftmaschinen.

Für die Grenzwerte der Größen von Dampfturbineneinheiten für Kraftwerke kommen nach dem heutigen Stand der Technik wohl nur zur Erwägung die Gattung und Art des zu erzeugenden Stromes, technologische Rücksichten bei der Herstellung besonders großer Guß- oder Schmiedestücke und endlich Rücksichten auf den Transport im Hinblick auf die Schwierigkeiten der Verladung einzelner besonders großer Bestandteile. Maßgebend für die Größe der aufzustellenden Einheit ist immer die Größe der Maximalbelastung, welche wieder von dem höchst erreichbaren Vakuum und den Fliehkraftspannungen, die auf das Schaufelmaterial einwirken, abhängt. Der Vortragende stellt auf Grund eingehender Berechnungen fest, daß sich unter Berücksichtigung der beiden obigen Faktoren nach dem heutigen Stand der Technik als praktische Grenzwerte für die zu wählenden Dampfturbineneinheiten 25.000 *kW* für Umdrehungszahlen von 750 pro Minute aufstellen lassen, wobei zur besseren Teilung der Gehäuse und auch aus anderen Gründen, den Turbinen nach dem Zweiströmsystem der Vorzug zu geben sein wird. Bei dieser Anordnung kann die Turbine, deren Gesamtgewicht etwa 250 bis 300 *t* beträgt, in einzelne Teile vom Gewichte von 30 bis 40 *t* leicht zerlegt werden, so daß Verladungsschwierigkeiten beseitigt werden. Für minutliche Umdrehungszahlen von 1500 dürfte sich nach den Berechnungen des Vortragenden als Grenzwert eine Einheit für 14.000 *kW* aufstellen lassen, welche Turbine nur ein Gesamtgewicht von zirka 50 bis 60 *t* besitzt und daher bei der Verladung nicht in einzelne Teile zerlegt werden muß. Wenn 3000 minutliche Umdrehungen erforderlich sind, dürften sich, wie dies die Typen der Allgemeinen Electricitäts-Gesellschaft zeigen, 5000 bis 5600 *kVA* als Grenzwerte für die Leistungen der zu wählenden Turbineneinheiten aufstellen lassen.

(Engineering vom 24. 10. 1913.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Kreiselpumpen für Grubenbetriebe. Prof. Ernst Blau, Bielitz. Nach Besprechung der wesentlichsten Konstruktionsmerkmale moderner mehrstufiger Kreiselpumpen wendet sich der Verfasser der Bauart der Pumpen- und Maschinenfabrik Weise & Monski in Halle a. d. S. zu, die durch eine besondere Axialschubentlastung charakterisiert ist. Letztere besteht in der Teilung der Pumpe in zwei gleich große Gruppen mit entgegengesetzter Einströmung, wodurch Entlastungskolben entbehrlich werden und die Druckstopfbüchse nur gegen den halben Flüssigkeitsdruck abzudichten hat. Der Druckstutzen ist in der Mitte des ungeteilten starren Gehäuses angeordnet. Bei horizontaler Achse geht die Stufenzahl nicht über sieben hinaus, um Erschütterungen zu vermeiden. Die unterirdische Wasserhaltung des Gräfin Johanna-Schachtes in Bobrek O.-S. besitzt zwei dreistufige Pumpen, von denen jede bei zirka 1500 T. p. M. 8000 bis 9000 *l*/Min. auf 200 *m* fördert. Einem Diagramm ist zu entnehmen, daß der Wirkungsgrad bei 8000 *l* 76% und bei 9000 *l* 73% beträgt. Der Antriebsmotor hatte im ersten Falle zirka 549 und im zweiten zirka 475 PS_e zu leisten.

Für den Eschweiler Bergwerksverein, Kohlscheid, wurde unter anderem eine fünfstufige Hochdruckkreiselpumpe geliefert, die bei 1445 bis 1525 T. p. M. 3500 bis 4000 *l*/Min. auf 290 *m* fördert. Der Wirkungsgrad ergab sich bei dieser Leistung aus dem Diagramm mit zirka 77%. Eine große Anlage für die Zeche Hugo in Holten (Gutehoffnungshütte) besitzt eine sechsstufige Pumpe, die bei 1450 T. p. M. 6 m^3 p. M. auf 500 *m* fördert und von einem 965 *PS*-Motor angetrieben wird.

Zwei durch ihre ungewöhnliche Leistung bemerkenswerte siebenstufige Pumpen erhielt die Gewerkschaft Fürst Leopold in

*) Vergl. E. u. M. 1909, Seite 1189, und 1911, Seite 817, und 1912, Seite 164.

Digitized by Google

Herwest-Dorsten. Jede Pumpe fördert 5000 *l*/Min. auf 650 *m* bei 1485 T. p. M. Die Anlage ist mit zwei vierstufigen Zubringer-Hochdruckkreiselpumpen versehen.

Eine Ausführung mit vertikaler Achse wurde für die Steinkohlengrube in Saporoschje-Kamenskoje (Rußland) geliefert. Die sechsstufige Abteufpumpe fördert bei 1475 T. p. M. 2000 *l*/Min. auf 240 *m*. Motor und Pumpe, deren Wellen elastisch gekuppelt sind, hängen in einem schmiedeeisernen Rahmen. Das Traglager kann ohne Abheben des Motors ausgewechselt werden. Soll dieselbe Pumpe bei allmählich zunehmender Abteuftiefe verwendet werden, so kann man anfänglich eine kleinere Stufenzahl vorsehen und die übrigen Stufen durch Blindstücke ersetzen, die dann nach und nach gegen Leit- und Laufräder ausgewechselt werden.

(Der prakt. Masch.-Konstr., 18. 12. 1913.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Gegen-EMK-Zellen zur Regulierung von Akkumulatorenbatterien. Die Union Electric Light and Power Co. in St. Louis, Ver. St. v. A., verwendet zur Spannungsregulierung einer 150zelligen Hilfsbatterie mit 5750 *A*/Std. Gegen-EMK-Zellen, welche mittels fernbetätigter Magnetschalter der Reihe nach kurzgeschlossen werden können, wodurch die Klemmenspannung der Batterie erhöht wird. Die Batterie wird nach Bedarf mittels eines Spannungsrelais automatisch an das Netz angeschlossen; durch die Verwendung der Gegen-EMK-Zellen entfällt die Notwendigkeit des Zellenschaltersystems. Die Pufferwirkung der Gegen-EMK-Zellen ermöglicht, die Batterie an das Netz anzuschließen, wenn deren Spannung 60 bis 70 *V* über der

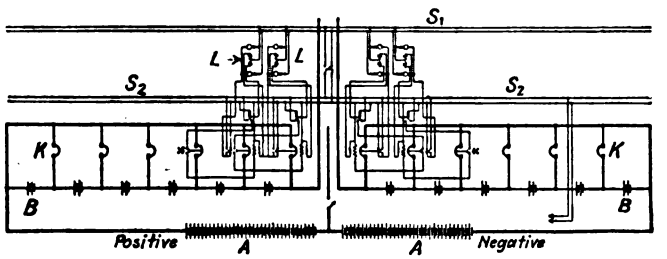


Fig. 1.

Sammelschienenspannung liegt. Die Zellen bestehen aus nicht formierten Bleiplatten und haben sehr geringe Energieverluste. Die Hauptbatterie *A* (Fig. 1) besteht aus 150 Zellen, während die Regulierbatterie *B* aus zwei Gruppen von je 12 Gegen-EMK-Zellen besteht, die paarweise mit je einem Kurzschlußschalter *K* versehen sind. Jede Batterie ist mit einem Sammelschienenpaar S_1 bezw. S_2 der Haupt- und Hilfsschalttafel verbunden; die letztere enthält die fernbetätigten Kurzschlußschalter *K*. Die jeweilige Schalterstellung wird durch Signallampen *L* angezeigt. Die Magnetrelais dieser Schalter in der Unterstation werden mit 220 *V* Gleichstrom betätigt und erfolgt das Schließen mit 30 *A*, das Öffnen durch ein am Schalter selbst angeordnetes Spulenrelais. Die Hauptschalter der Batterie für 12.000 *A* sind Solenoidschalter mit Spannungsrelais und werden erst bei Unterschreitung einer gewissen Spannung automatisch geschlossen. Das Schließen erfolgt ohne Rücksicht auf die Spannungsdifferenz zwischen Leitung und Batterie, wobei die Gegen-EMK-Zellen als Puffer gegen Stromstöße bei allen Leitungsspannungen dienen.

(El. World, 20. 12. 1913.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Die Messung hoher Spannungen durch Verwendung von Elektrometern unter Druck. C. E. Guye & A. Tcherniavsky. Die Messung hoher Spannungen in Luft von atmosphärischem Druck wird dadurch erschwert, daß sich bei Spannungen über 40.000 *V* Funkenbüschel, besonders an den vorspringenden Teilen des Elektrometers, bilden, welche die normale Wirkungsweise des Instrumentes behindern. Ferner hat die Elektrizitätsausströmung an den beweglichen Teilen eine mechanische Wirkung zur Folge, wodurch diese Teile abgelenkt werden; im Innern des Instrumentes entsteht ein elektrischer Wind, der zur Wirbelbildung am Zeiger Veranlassung gibt. Weder die Anwendung größerer Abmessungen noch der Gebrauch flüssiger Dielektrika haben die genannten Nachteile vollkommen aufgehoben, weshalb die Autoren die Verwendung eines komprimierten Gases als Dielektrikum versuchten, wodurch die genannten Nachteile vermieden und eine größere Genauigkeit der Hochspannungsmessung ermöglicht wird.

Das neue Elektrometer für Spannungsmessungen bis über 100.000 *V* besteht aus einem Bronzegehäuse *b* (Fig. 2*a*), dessen Wände einem starken Druck widerstehen können, und in welchem eine Nadel *a* aufgehängt ist. Das Gehäuse wird durch einen Stahldeckel *c* verschlossen, wobei ein eingefetteter Kupferring zur Abdichtung dazwischengelegt wird. In den Deckel ist eine starke Glasplatte eingelassen. Das Gehäuse *b* steht mit einer Stahlröhre *g* in Verbindung. Bei *i* wird eine Metallröhre angeschraubt, welche zur Zufuhr des komprimierten Gases dient. Bei *k* befindet sich ein für 10 Atm. berechnetes Sicherheitsventil. Um Funkenbildung im Innern des Elektrometers zu vermeiden, sind alle im Innern befindlichen Metallteile abgerundet. Der die

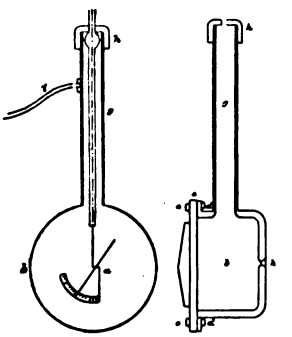


Fig. 2*a*.

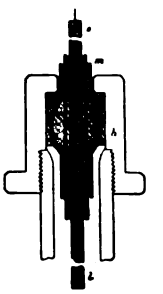


Fig. 2*b*.

Elektrometernadel tragende isolierende Teil besteht aus drei koaxialen Glasröhren (Fig. 2*b*), deren Zwischenraum mit Isolationsmaterial ausgefüllt wird. Das ganze wird im Innern des geerdeten Metallkopfes *h* gleichfalls durch Isolationsmaterial festgehalten und sodann der Kopf auf die Röhre *g* aufgeschraubt. Die so erhaltene Isolation vermag 100.000 *V* standzuhalten. Der leitende Draht liegt in der Mitte der innersten Röhre. Um eine höhere Empfindlichkeit des Instrumentes zu erreichen, ist die gewöhnliche Elektrometernadel durch eine solche von etwas geänderter Form und größerer Oberfläche, 2×18 *cm*², ersetzt. Die Aufhängung erfolgt mit Hilfe eines Ebonitkopfes, welcher auf die Röhre *l* (Fig. 2*b*) aufgeschraubt wird und die Nadel wird mit dem im Innern von *l* befindlichen Draht leitend verbunden. Der Gasdruck beträgt 4 bis 10 Atm. Für beide Werte ändert sich die Dielektrizitätskonstante um höchstens 5‰!! Die Eichung des Elektrometers erfolgt durch Vergleichsmessungen mit einem absoluten Elektrometer. (Revue Electrique, 16. 1. 1914.)

Leitungen.

Der Schutzwert von Blitzseilen. W. Petersen. Bringt man in der Nähe einer Freileitung ein Schutzseil an, so vermindert dieses die durch das Erdfeld verursachte Ladung auf dem geschützten Leiter, dabei erhöht es durch seinen Anschluß an Erde die Kapazität des Leiters gegen Erde. Mithin muß durch die beiden Momente die Spannung des geschützten Leiters gegenüber dem ungeschützten wesentlich herabgesetzt werden. Der Verfasser stellt für die Berechnung der Ladungen folgende Leitsätze auf.

1. Das Linienintegral des Weges Schutzseil—Erde, genommen in dem Felde, welches sich durch Superposition der Feldstärken, die zu den Ladungen des Schutzseiles und des Leiters gehören, über das vorhandene Erdfeld ergibt, muß gleich Null sein.

2. Das Linienintegral, genommen von der Oberfläche des Leiters bis Erde muß auch gleich Null sein, also muß auch das Linienintegral Schutzseil—Leiter, den Wert Null besitzen. Aus diesen Leitsätzen kann man die Ladung berechnen. Kennt man die Kapazitätskoeffizienten der Anordnung, so kann man für die bekannte Ladung des Leiters die Spannung gegen Schutzseil oder gegen Erde bestimmen. Das Verhältnis γ_v dieser Spannung zu jener, die ohne Schutzseil auf der Leitung herrschen würde, gibt ein Maß für den Schutzwert hinsichtlich der Spannung. Weiters ist ein Maß für den Schutzwert das Verhältnis γ_a des Energiebetrages, welcher an die Spannung der Freileitung gebunden ist zu jenem, der im Feld des ungeschützten Leiters aufgespeichert ist. Es ergibt sich für

$$\gamma_v = 1 - \frac{a_{1s}}{a_{ss}} \cdot \frac{h_s}{h_1}$$

für

$$\gamma_a = \left(1 - \frac{a_{1s}}{a_{ss}} \cdot \frac{h_s}{h_1}\right)^2 \frac{a_{11}\, a_{ss}}{a_{11}\, a_{ss} - a_{1s}^2}.$$

Dabei bedeutet

$$a_{11} = 2 \ln \frac{2 h_1}{r_1},\quad a_{ss} = 2 \ln \frac{2 h_s}{r_s} \text{ und } a_{1s} = \ln \left(\frac{4 h_1 h_s}{d_{1s}^2} + 1\right);$$

Digitized by Google

h_1 ist der Leitungsabstand von der Erde, r_1 der Leiterhalbmesser, r_s der Schutzseilhalbmesser, d_{1s} der Abstand der Mitte vom Leiter und Schutzseil und h_s der Abstand des Schutzseiles von Erde.

Der Verfasser berechnet den Einfluß eines Schutzseiles auf Dreiphasenleitungen in verschiedener Anordnung sowie die Schutzwirkung bei mehreren Schutzseilen. Bei einer Dreiphasenleitung für 20 kV vermag ein Schutzseil die Überspannungen um 40% herabzusetzen. Die freiwerdenden Energiebeträge werden um 55% vermindert. Auf einer Doppelleitung von 60 bis 100 kV setzt das Schutzseil die Überspannung um 30% herab. Drei Schutzseile passend angeordnet vermögen Überspannungen um 60 bis 70% zu vermindern. Für die Bemessung des Schutzseiles sind nur mechanische Rücksichten maßgebend. Die Abmessungen und Zahl der Leiter der geschützten Leitung sind ohne Einfluß auf die Schutzwirkung. Der Abstand der Schutzseile ist mit Rücksicht auf die Mastkonstruktion zu wählen. Ein Seil kann als Blitzseil an die höchste Stelle verlegt sein, zwei Schutzseile können sogar unterhalb der Leitung angebracht werden. Die Erfahrung lehrt, daß die Schutzseile das wichtigste Glied des Überspannungsschutzes einer Freileitung bilden; sind die Transformatoren gut isoliert und die Isolatoren reichlich bemessen, so schützt das Schutzseil allein ausgiebig genug. Es kann aber bei unmittelbaren Blitzschlägen die ungeerdeten Holzmaste nicht gegen Zersplitterung schützen, weshalb es sich empfiehlt, mittels eines 5 mm starken verzinkten Eisendrahtes Mast für Mast zu erden. Die eisernen Querarme sollen mit Rücksicht auf Erdschlüsse, die durch Vögel verursacht werden, nicht mit den Schutzseilen verbunden werden.

(E. T. Z. Heft 1, 1914.)

Die zulässige Überschlagsweite in elektrischen Anlagen. Gino Rebora. Die Größe der zulässigen Gefahrengrenze für die Entfernungen der Leiter von den Wänden usw. hängt von der Form und Abmessung der Elektroden ab. Die Untersuchungen erstreckten sich auf die Überschlagsweiten zwischen Leitern und Beton- oder Ziegelmauerwerk. Zur Bestimmung der Distanz zwischen Mauerwerk und Leiter in Abhängigkeit von der Spannung, wurde die Höhe der gebräuchlichen Isolatoren als Grundlage angenommen. Die Beziehungen sind graphisch dargestellt und nahezu genau linear. Dieses Gesetz wird (für Abstände über 100 mm bei 40.000 V) an Hand der Erfahrungszahlen von 30 größeren Anlagen sowie durch eine Reihe von Versuchen des Verfassers bestätigt.

Die Versuche ergeben zunächst, daß die Überschlagsweiten zwischen Leitern und Mauerwerk kleiner als diejenigen der Nadelfunkenstrecken bei gleicher Spannung sein können. Die unteren Grenzwerte der Isolatorhöhe stimmen mit den tatsächlich beobachteten minimalen Werten der Anlagen überein. Die minimale Entfernung, welche der Überschlagsspannung der Drähte gegen Erde entspricht, ist gleich dem 1·8 bis 2 fachen Wert, welcher der Betriebsspannung zwischen zwei Drähten entspricht. In Drehstromnetzen ist dieser Faktor 3 bis 3·5. Für röhrenförmige und parallel zur Mauer angeordnete Leiter sind sind die Werte der Nadelfunkenstrecke als unterer Grenzwert anzusehen. Der Wert der Überschlagsweite hängt von der Verteilung des elektrostatischen Feldes ab; daraus erklärt sich auch die Verschiedenheit bei Verwendung von Eisenwänden, Röhren und anderen Leitern von großer Oberfläche.

(Atti Assoc. Elettrot. Ital. Heft 23, 1913.)

Elektrische Beleuchtung.

Graphische Darstellung farbiger Lichtquellen. Erich Jasse schlägt vor, die Farbe einer beliebigen Lichtquelle mittels des Maxwellschen Farbendreieckes zu bestimmen. Nimmt man an, daß die drei Grundfarben rot, grün, blau zu gleichen Teilen gemischt weiß ergeben, so stellt der Mittelpunkt des gleichseitigen Dreieckes (Fig. 3) weiß dar, der linke Eckpunkt rot, der rechte blau und die Ecke oben grün. Je mehr wir uns von der linken Ecke dem Mittelpunkt nähern, desto weniger ist das reine Rot gesättigt, also desto mehr ist es mit Weiß gemischt. Dasselbe gilt von den andern Eckpunkten bezw. Farben. Ein beliebiger Punkt im Innern stellt eine bestimmte Farbe dar und die Abstände dieses Punktes von der rechten Seite, der Grundlinie und der linken Seite im Verhältnis zur Dreieckshöhe geben den Gehalt dieser Farbe an Rot, Grün und Blau dar. Die Mischung zweier Farben liegt auf der Verbindungslinie der die beiden Farben darstellenden Punkte. Geht die Verbindungslinie durch den Mittelpunkt, so bezeichnen diese Punkte Komplementärfarben. Die Verlängerung der Blaulinie über den Mittelpunkt gibt also reines Gelb. Wenn r, g und b die Mengen der Grundfarben in einer Farbe bedeuten und die Höhe des Dreieckes = 1, so muß, da die Summe der Abstände eines Punktes im Innern des Dreieckes von den drei Seiten gleich ist der Höhe, $r+g+b=1$. Der Verfasser bezieht sich auf die von L. Bloch angegebene Methode*), die Farbe einer beliebigen Lichtquelle zu bestimmen, wobei das Tageslicht als Normallichtquelle gilt. Die Lichtstärke des betreffenden Lichtes im Rot wird durch die im Grün und ebenso Blau durch Grün dividiert und die so erhaltenen Zahlen sind, nachdem sie auf Tageslicht umgerechnet wurden, charakteristisch für die untersuchte Lichtart. Setzt man $\alpha = \frac{r}{g}$ und $\beta = \frac{b}{g}$, so ist

$$r = \frac{\alpha}{1+\alpha+\beta}; \; g = \frac{1}{1+\alpha+\beta}; \; b = \frac{\beta}{1+\alpha+\beta}.$$

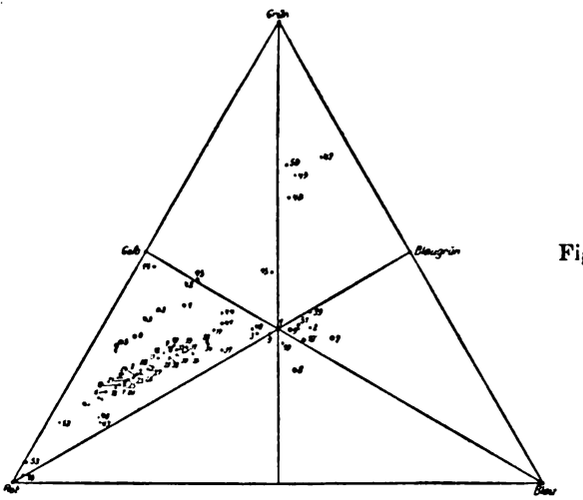


Fig. 3.

Diese Werte sind nun für 53 Lichtquellen ermittelt worden und die Punkte in das Dreieck eingetragen, woraus man dann sehr leicht den Anteil der Grundfarben erkennt. Der Autor vergleicht die erhaltenen Ergebnisse mit früheren Messungen von E. Ives und findet, daß die bisherige Bestimmung der Normallichtquelle unsicher ist. Man wird also eine neue Normallichtquelle etwa eine auf bestimmte Temperatur eingestellte Metalldrahtlampe aufstellen müssen, deren Farbe in einfacher Weise bestimmt werden kann. Dann werden die Versuchsergebnisse verschiedener Beobachter besser übereinstimmen. (E. T. Z. Heft 51, 1913.)

Elektrische Grubenlampen. E. Schorrig. Die Statistik zeigt, daß 60% aller Schlagwetterexplosionen durch die Benzinsicherheitslampe verursacht werden. Diese sowie noch vielmehr die Öllampe, ist also unter allen Umständen zu verwerfen. Die Sicherheitslampen mit Azetylenbeleuchtung sind praktisch nicht brauchbar. Äußerst günstige Erfahrungen hat man mit elektrischen Sicherheitslampen gemacht, insbesondere seit Einführung der Metallfadenlampe. Die wichtigsten Typen sind die Varta-Lampen von der Varta-Akkumulatoren-Gesellschaft m. b. H. in Berlin, die Ceag-Lampen**) von der Concordia Elektrizitäts-Gesellschaft in Dortmund, beide mit Blei-Akkumulatoren und die Lampen von Friemann & Wolf, welche auch alkalische Akkumulatoren verwenden. Die Werke nehmen die Lampenwirtschaft nicht in eigene Regie, sondern die Firmen verpflichten sich, gegen Zahlung eines festen Satzes von 7 bis 12 Pfg. pro Lampenschicht zur laufenden Instandhaltung. Die Lampen werden von den Bergleuten selbst entnommen und nach der Schicht brennend am Schalter abgegeben. Im Mittel war nur 1% der Lampen als schlecht brennend zu bezeichnen. Allerdings ist Sorgfalt auf die Behandlung in der Lampenstube zu legen. Der Edison-Akkumulator kann für die Zukunft kaum in Frage kommen; hier ist der Bleiakkumulator unstreitig der herrschende. Der Bajonettverschluß ist praktisch besser wie der Schraubenverschluß. Als Leuchtkörper hat sich die Osram-Metalldrahtlampe für 2 V, 0·5 A und 1·5 HK bewährt.

Die Kostenberechnung für eine Wirtschaft mit 1000 Lampen für je 300 Schichten, wobei angenommen wird, daß die positiven Bleielektroden 400, die negativen 200 Schichten und die Glühbirnen 800 Brennstunden aushalten, wird vom Verfasser wie folgt angegeben.

Unterhaltung der Batterie, Ersatzmaterial, Reparatur	1·95 Pfg.
Gehäuseunterhaltung	1·29 „
Glühlampenersatz	0·90 „
Werkzeug, Putzmaterial	0·45 „
Bedienung (Laden, Reinigen, Aufsicht)	2·97 „
Kassenleistung	0·01 „
Amortisation	1·33 „
	8·90 Pfg.

*) Siehe E. u. M. 1913, Seite 1085.

**) E. u. M. 1912, Seite 835.

Digitized by Google

Diese Zahl ist allerdings größer wie bei Benzinbeleuchtung, geringer jedoch als bei Azetylenbeleuchtung, spielt aber natürlich gegenüber der erhöhten Sicherheit keine Rolle.

(Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenwes. Heft 52, 1913.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Elektrisch gesteuerte Preßwasser-Nietmaschinen von Piat werden in einigen Ausführungen beschrieben. Sie sind mit eigener Triebmaschine, der Preßpumpe, dem Stempelkolben mit dem Nietdöpper und dem Anlasser ausgerüstet. Der Anschluß an die Stromleitung erfolgt mittels biegsamem Kabel und Steckdose. Die Wirkung der Maschine ist folgende: Nachdem die Arbeitsflüssigkeit eingefüllt, der Strom angeschlossen und die Steuerung eingestellt ist, bewegt der Arbeiter den Handhebel des Anlassers im Sinne der Bewegung des Nietdöppers. Die Triebmaschine erhält hiedurch Strom und treibt den Pumpenkolben durch Zahnradübersetzung an; dieser überträgt den Wasserdruck auf den Kolben am Nietstempel durch eine kurze Rohrleitung. Am Ende des Weges schaltet die Steuerung selbsttätig aus und stellt das Triebwerk fest. Das Niet erkaltet dann unter dem eingestellten Arbeitsdrucke, der von einem Druckmesser angegeben wird. Die Triebmaschine ist hiebei in Ruhe, also kein Stromverbrauch. Erst die Zurücklegung des Handhebels bewirkt das Zurückgehen des Nietkolbens in die Anfangsstellung. Der Vorgang einer Nietung dauert wenige Sekunden; dies und der geringe Stromverbrauch ergeben niedrige Kosten.

Die Nietmaschine arbeitet immer mit derselben Preßflüssigkeit, die zwischen den beiden Kolben in einer einfachen Rohrleitung läuft, ohne Ventile, Steuerungen usw. zu durchströmen. Die Steuerung erfolgt elektrisch, der Anlasser ist in einem geschlossenen Gehäuse angeordnet, das zur Schonung der Stromschließer mit Öl gefüllt ist. Die Veränderung des Preßdruckes erfolgt einfach durch Verstellung der Steuerung.

(Org. f. Fortschr. d. Eisenbahnw. Heft 1, 1914.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Die Entwicklungsmöglichkeiten der elektrischen Bahnsysteme in Amerika. A. H. Armstrong. Gegenwärtig kommen folgende Bahnsysteme für Vollbahnen in Amerika in Betracht: 1. Einphasenwechselstrom; 2. Mehrphasenwechselstrom mit Phasenspalter*) und 3. Hochspannungsgleichstrom. Die Entwicklung des Wechselstromsystems reicht von 1904 bis 1911 und sind von 28 Wechselstrom-Bahnen bereits 9 auf Gleichstrombetrieb übergegangen. Gegenwärtig sind 30 Gleichstrom-Hochspannungsbahnen (1200 bis 2400 *V*) bereits im Betrieb oder im Bau begriffen (darunter die Canadian Northern & Pacific Railway)**). Einen Vergleich der Wechselstromlokomotive mit Phasenspalter (25 ∼) mit der Hochspannungsgleichstromlokomotive zeigt folgende Gegenüberstellung:

	Drehstrom-Wechselstrom (mit Phasenspalter)	2400 *V*-Gleichstrom
Gesamtgewicht in Tonnen (bei gleichem Motorgewicht und Zugkraft) . . .	120	90
Wirkungsgrad der Güterzugslokomotive (bei gleichem Motorwirkungsgrad) .	73·1	84·3
Wirkungsgrad der Personenzugslokomotive	62	87
Kombinierter Wirkungsgrad des Übertragungssystems (und zwar Unterstation und Lokomotive)	70·5	66
Gesamtwirkungsgrad: Personenzugslokomotive	43·6	57·5
Gesamtwirkungsgrad: Güterzugslokomotive	51·5	55·7

Zu dieser Tabelle ist folgendes zu bemerken: Das gesamte Zugsgewicht ist bei beiden Typen mit 750 *t* (Güterzug), das Nettogewicht (Nutzgewicht) bei Wechselstrom mit 615 *t*, bei Gleichstrom mit 650 *t* angenommen; die Gewichtsausnutzung beträgt sonach beim Wechselstrom 82%, bei Gleichstrom 86·7% (Fahrgeschwindigkeit 25 *km*/Std., Leistung 1450 *PS*). Beim Wirkungsgrad der Wechselstromlokomotive ist neben diesem Faktor noch ein Verlust von 2% infolge Ungleichheit der Raddurchmesser (Radkorrektur) eingerechnet. Bei der Personenzugsgleichstromlokomotive ist direkte Kupplung, bei der Wechselstromtype dagegen Kuppelstangenantrieb vorausgesetzt. Der Vergleich zeigt, daß die Gleichstromlokomotive bedeutend geringere Kosten erfordert; beim Wechselstromsystem sind überdies Schutzvorkehrungen gegen induktive Störungen von Schwachstromleitungen erforderlich.

Gelegentlich der Diskussion des elektrischen Bahnbetriebes in Amerika***), vor dem A. I. E. E. hat Armstrong auch die Möglichkeit der Verwendung von Quecksilbergleichrichtern im Vollbahnbetrieb erörtert, wobei zwei Anwendungsarten unterschieden werden: 1. Anordnung auf der Lokomotive bei Speisung mit 11.000 *V* Wechselstrom, wobei jedoch pulsierender Gleichstrom entsteht, der eine besondere Motorkonstruktion erfordert; 2. der Gleichrichter wird in der Drehstromunterstation aufgestellt, die einen reinen Gleichstrombetrieb ermöglicht, bei einem Wirkungsgrad, der um 10 bis 15% höher ist als bei rotierenden Umformern. Die Anlage- und Instandhaltungskosten einer solchen Unterstation sollen bedeutend geringer als bei rotierenden Umformern sein.

(Gen. El. Rev., Jänner 1914.)

*) E. u. M. 1913, Seite 875, 1007.

**) E. u. M. 1913, Seite 1081.

***) E. u. M. 1914, Seite 56.

Elektrische Apparate.

Quecksilberdampfgleichrichter der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft. Dr. K. Norden. Der von der General Electric Company 1912 ausgeführte Gleichrichter für einphasigen Wechselstrom hatte eine unterteilte Kathode mit je einer Anode in gemeinsamem wassergekühlten Zylindergefäß, jedes Gefäß für 40 *kW*, zusammen also 80 *kW*; die Abdichtung geschieht durch Ringe aus Blei, Gummi oder Asbest. Das Modell 1912 der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft hat sämtliche Anoden und Kathoden in einem Gefäß untergebracht. Die Anoden sind von oben her in den Zylinderdeckel eingeführt und um die Zündanode herum angeordnet. Bei Leistungen über 100 *kW* macht die Wärmeabfuhr große Schwierigkeiten. Man hat daher die beim Glasgleichrichter gemachten Erfahrungen auf den Bau von Groß-Gleichrichtern übertragen. Diese Gleichrichter haben bekanntlich seitlich herausgeführte Anodenarme, in denen die Lichtbögen zur Kathode verlaufen und eine außerhalb der zwischen Anoden und Kathoden übergehenden Lichtbögen angeordnete Kondenskammer. Die Anoden liegen außerhalb der Bahn der Kathodenflamme. Diese Anordnungen sind auch beim Modell 1913 der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft getroffen worden, das 100 *kW* Gleichstrom (300 *A*, 350 *V*) umzuformen vermag. Das Eisengefäß mißt 1 *m* in der Höhe, 0·415 *m* im Durchmesser, es ist unten an der Quecksilberkathode geschlossen und hat oben einen topfartigen, Kühlwasser enthaltenden Einsatz. An den unteren Zylinderteil sind seitlich drei erst radial, dann nach oben gerichtete Rohre aus Eisen angeschweißt, durch welche die drei Eisenanoden isoliert eingeführt sind. An einer von Hand aus verstellbaren schrägen Achse ist die Zündanode befestigt. Bei der Untersuchung von Professor Orlich war der Gleichrichter mit 100 *kW* Drehstrom von 50 ∼ belastet und zwischen Kathode und Transformatornullpunkt ein 110 *V* Gleichstromnetz gelegt; der Wirkungsgrad war bei verhältnismäßig niederer Temperatur rund 90%. Dauerversuche wurden auch bei abnehmender Belastung (2·3 *kW*) ausgeführt; bei 5 *A* Gleichstrom konnte der Bogen noch gezündet werden, bei 3 *A* ging der Bogen aus. Oszillographische Aufnahmen zeigten das richtige Arbeiten des Gleichrichters. Mit diesen Gleichrichtern können Batterien für 220 *V* vollgeladen werden. Die General Electric Company baut nach diesem Typus Gleichrichter für dauernd 1000 *kW*, 600 bis 700 *A*, 1200 oder 2400 *V*, die vorübergehend 1200 *kW* bei 1400 *A* leisten können. (E. T. Z. Heft 52, 1913.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Zur Theorie der sogenannten Löschfunkenwirkung in gekuppelten elektrischen Schwingungskreisen. Von H. Warfvinge. Wien hat gefunden, daß auch bei größeren Funkenlängen Löscherscheinungen auftreten können, jedoch nur bei loser Kupplung, und zwar ist die günstigste Kupplung etwas kleiner als $k = \frac{k_1 - k_2}{2\pi}$ wo k_1 k_2 die logarithmischen Dekremente des ungekuppelten Primär- bezw. Sekundärkreises bedeuten. Der Kupplungsgrad, welcher als „kritische Kupplung" bezeichnet wird, und der die Grenze bildet zwischen den Gültigkeitsbereichen der beiden Gruppen von Gleichungen, welche Wien für die Konstanten der Kupplungswellen unter Voraussetzung der Resonanz abgeleitet hat, ist von besonderem theoretischen Interesse, insoferne als bei einer gewissen Dissonanz zwischen Primär- und Sekundärsystem und bei einer Kopplung, die praktisch gleich der kritischen ist („kritischer Punkt"), die Kupplungsschwingungen theoretisch genau isochron und gleich gedämpft sind. Zur Bestimmung der Oszillationskonstanten des gekuppelten Systems aus den entsprechenden Werten vor der Kupplung wird eine Hilfsgröße ψ durch die Definitionsgleichung:

$$\psi = \frac{\frac{1}{b_1'} + \frac{1}{b_2'}}{\frac{1}{b_1} + \frac{1}{b_2}} - 1$$

eingeführt, wobei $b = n^2 + \delta^2$ $b' = n'^2 + \delta'$. Hiebei bedeuten n und δ die Periodenzahlen bezw. Dämpfungsexponenten vor bezw.

Digitized by Google

nach der Kupplung. Für diese Hilfsgröße wird eine Gleichung abgeleitet:

$$\frac{a}{2-a}\left(\psi + x\sqrt{\frac{\Theta}{a}}\right)^2 = (\psi+\Theta)(\psi+\alpha)$$

dabei bedeutet:

$$a = \frac{\left(\frac{\delta_1}{b_1}+\frac{\delta_2}{b_2}\right)^2}{\left(\frac{1}{b_1}+\frac{1}{b_2}\right)} \qquad \Theta = \frac{\left(\frac{\delta_1}{b_1}-\frac{\delta_2}{b_2}\right)^2}{\frac{1}{b_1}+\frac{1}{b_2}};$$

$\alpha = 1 - \sqrt{(1-k^2)(1-x^2)}$; k ist der Kupplungsfaktor $\sqrt{\frac{L_{12}^2}{L_1 L_2}}$

x die Dissonanz $\frac{b_2-b_1}{b_1+b_2}$.

Für die Fälle $k > \frac{k_1-k_2}{2\pi}$, $k < \frac{k_1-k_2}{2\pi}$ gehen die Formeln bei Resonanz über in die von Wien abgeleiteten.

Für den „kritischen Punkt" ergibt sich $b_1' = b_2'$ $\delta_1' = \delta_2'$, das heißt die beiden Kupplungsschwingungen sind isochron und gleich gedämpft, so daß eigentlich nur von einer einzigen Schwingung zu reden ist und Schwebungen nicht auftreten. Die Berechnung der Amplitudenverhältnisse zeigt aber, daß die Amplitudenkurve des primären Stromes einen Verlauf hat, der für das Abbrechen des Funkens während des sehr ausgezogenen Minimums sehr günstig ist.

(Jahrbuch d. drahtl. Telegr. u. Telephonie, Bd. 7, Heft 2.)

Über die Berechnung der Wellenlänge bei Einschaltung eines Kondensators in eine Antenne. C. Tissot. Ist in einer Antenne im Abstande l von der Erde, und im Abstande l' vom Ende derselben ein Kondensator von der Kapazität C_0 eingeschaltet, so ergeben sich aus den Grenzbedingungen, wenn V_A V_B die Potentiale an den Kondensatorbelegen und

$$V = \left(A_1 \sin\frac{2\pi x}{\lambda} + B_1 \cos\frac{2\pi x}{\lambda}\right)\cos 2\pi\frac{t}{T}$$

das Potential im Abstande x und bedeutet, drei Gleichungen für die Stromstärke an der Stelle des Kondensators, nämlich:

$$J = C_0 \frac{d}{dt}\left(V_B - V_A\right)$$

$$J = -\frac{\lambda}{T} C_1 A_1 \cos 2\pi\frac{l}{\lambda}\sin 2\pi\frac{t}{T}$$

$$J = \frac{\lambda}{T} C_1' A \cos 2\pi\frac{l'}{\lambda}\sin\frac{2\pi t}{T}.$$

Setzt man die rechten Seiten einander gleich und eliminiert A_1, so ergibt sich

$$\frac{\lambda}{2\pi} = \frac{C_0}{C_1}\,\mathrm{tang}\,2\pi\frac{l}{\lambda} - \frac{C_0}{C_1'}\cot 2\pi\frac{l'}{\lambda}$$

C_1 und C_1' bedeuten die „unitarischen" Kapazitäten der beiden Antennenabschnitte oberhalb und unterhalb des Kondensators.

Läßt man l gegen Null abnehmen, so erhält man die bekannte Formel

$$\frac{\lambda}{2\pi} = -\frac{C_0}{C_1'}\cot 2\pi\frac{l'}{\lambda}$$

für den Fall, daß der Kondensator am Fuß der Antenne eingeschaltet ist. Ist $C_0 = \infty$ und $C_1 = C_1'$, so folgt

$$\mathrm{tang}\,2\pi\frac{l+l'}{\lambda} = \infty \qquad l + l' = \frac{\lambda}{4}$$

das heißt der Schwingungsvorgang beim Einschalten eines sehr großen Kondensators an beliebiger Stelle ist derselbe, als wenn der Kondensator nicht vorhanden wäre. Experimentelle Untersuchungen zeigen eine befriedigende Übereinstimmung mit den gerechneten Werten, sowohl für den Fall einer geradlinigen als auch für eine prismatische und eine Rostantenne. In den beiden letzteren Fällen wurde als „äquivalente" Antennenlänge der Wert $\frac{\lambda_1}{4}$, also ein Viertel der Eigenwellenlänge der Rechnung zugrunde gelegt.

(Jahrb. d. drahtl. Telegr. u. Teleph., Band 7, Heft 3.)

Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen.

Elektrische Zugsicherungseinrichtung für Neben- und Kleinbahnen beschreibt L. Kohlfürst. Es handelt sich um die Zugsicherungseinrichtung, welche auf der ausschließlich für den Verkehr von Triebwagen eingerichteten Lokalbahn Arad—Hegyalja verwendet wird und hauptsächlich den Zweck verfolgt, das Zusammentreffen von Gegenzügen auf offener Strecke hintanzuhalten, zu welchem Behufe an jeder mit einer Ausweiche zum Kreuzen oder Vorfahren ausgestatteten, nicht besetzten Haltestelle in einer für gewöhnlich versperrten Signalbude ein zweifeldriger Apparatkasten angebracht ist, zu dessen Benutzung nur der für die Fahrdienstleitung verantwortliche Zugsführer die Mittel und die Ermächtigung besitzt. Von den beiden Blockfeldern gilt das eine den hinwärts, das andere den herwärts verkehrenden Zügen, und die abschließenden Apparate in den beiden Endstationen jeder Blockstrecke — die im Dienstzimmer des Stationsbeamten ihren Platz haben — besitzen nur je ein Blockfeld, das, wie alle übrigen „Rot" für „Strecke besetzt" und „Weiß" für „Strecke frei" zeigt. Das Signalkästchen enthält die Auslösevorrichtungen, Farbscheiben, Kontakte, Sperrhebel, Elektromagnete und einen Magnetinduktor, welcher Wechselströme liefert. Seine kurze Achse endet als Vierkantdorn, auf welchen bei der Gebrauchsnahme erst eine entsprechend geformte Kurbel zu stecken ist. Wie es in der schematischen Skizze des Stromlaufes (vergl. Fig. 4) angedeutet erscheint, wird die Drehrichtung der vier-

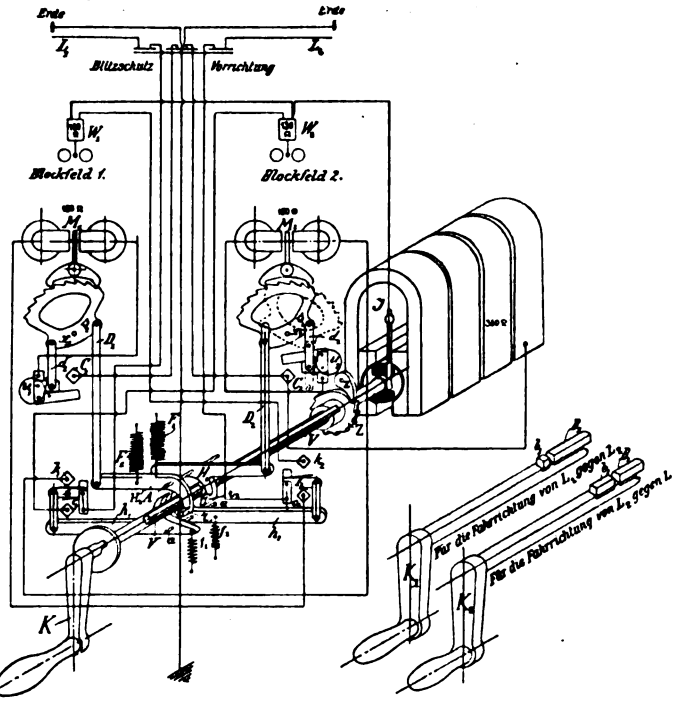


Fig. 4.

kantigen Antriebsachse VV des Induktors durch ein Gesperre bestimmt, das aus dem Zahnrad Z und dem Sperrkegel z besteht, und es bedingt, daß die Induktorkurbel im allgemeinen nur von links nach rechts gedreht werden kann. Das auf VV festsitzende Sperrad Z gleicht in der einen Hälfte seines Umfanges den gewöhnlichen Anordnungen dieser Art, wo die Sperrzähne in kurzen, gleichen Abständen aufeinanderfolgen; dagegen bildet die zweite Hälfte von Z nur einen einzigen langgestreckten Zahn, der es sonach ermöglicht, innerhalb desselben den Induktor allenfalls auch in entgegengesetzter Richtung anzutreiben.

Jedes Blockfeld umfaßt in der Hauptsache einen polarisierten Elektromagnet nebst Zahnbogenauslösung, einen Stromunterbrecher, einen Blockriegel und einen Stromsender, zwischen welchen Teilen gewisse Abhängigkeiten bestehen.

Die Anwendung der Zugdeckungsanlage wickelt sich wie folgt ab: Vor der Abfahrt jedes Zuges übergibt der Beamte der Ausgangsstation dem Zugsführer die seiner Fahrtrichtung entsprechende Induktorkurbel. Er steckt sie, vorausgesetzt, daß die Strecke frei ist, in den Blockapparat und treibt sie in der gewöhnlichen Weise an. Hiebei drückt der Schlüsselbart den Daumen des Stromsenders nach abwärts, so daß der normale Ruhekontakt k unterbrochen, dafür der Arbeitskontakt c geschlossen wird und Wechselströme vom Induktor über den Wecker in die Fernleitung gelangen, um an der Nachbarblockstelle über t_1, k_1 in den Elektromagneten M_2 des Blockfeldes 2 und über u_2 zur Erde zu gelangen; dabei dreht sich der Auslösebogen s_2, dem Zuge der Feder F_2 folgend, aus der Freilage in die mit vollen Strichen dargestellte Haltlage, wobei das Blockfensterchen rot wird und der Sperriegel r_2 die Verschlußlage einnimmt. Wegen der gleichzeitig in u_2 entstandenen Stromunterbrechung hört in der Ausgangsstation das Läuten des während der Stromentsendung tätigen Weckers plötzlich auf, was den Zugsführer erkennen läßt, daß die beabsichtigte Blockung sich ordnungsgemäß vollzogen hat. Er zieht die Kurbel ab und veranlaßt die Abfahrt seines Zuges.

Hat dieser die nächste Anhaltestelle erreicht, so verfährt der Zugsführer behufs Sicherung der Weiterfahrt wieder genau

Digitized by Google

so wie vor der Ausfahrt. Nunmehr besorgt jedoch die Induktorkurbel zwei Aufgaben, nämlich nicht bloß in gleicher Weise wie vorher die Blockstromentsendung nach der nächsten vorausliegenden Anhaltestelle, sondern unter einem die mechanische Rückstellung bezw. Entblockung des örtlichen Blockfeldes, mit dem der Zug auf der Herfahrt gedeckt war. Dieselben Vorgänge veranlaßt der Zugsführer an allen weiteren Zwischenblockstellen und endlich auch in der Abschlußstation, wo allerdings nur noch die mechanische Auflösung der Blockung zu bewirken ist.

Befände sich vor Abgang eines Zuges in der Strecke ein Gegenzug — die rote Scheibe des betreffenden Blockfeldes macht dies ersichtlich — so ist die Kreuzung abzuwarten. Eine versehentliche Anwendung der Induktorkurbel ist ausgeschlossen.

(E. K. u. B. Heft 36, 1913.)

Wirtschaftliches.

Versuche mit Elektrokultur. H. G. Dorsey. Die Vorversuche wurden in einem Glashause (Moraine Farm, Dayton, Ohio) in Töpfen von 9 dm^2 Grundfläche ausgeführt, welchen durch zwei Kohlenelektroden Gleich- oder Wechselstrom zugeführt werden konnte. Die Stromstärke schwankte je nach dem Feuchtigkeitsgehalte zwischen 0·3 und 70 Milliampere, die Spannung zwischen 220 V bei 60 $\sim$, und 1·5 V bei Gleichstrom von einer Trockenbatterie. Spätere Versuche mit 3 bis 8 V Gleichstrom und 0·7 bis 50 Milliampere zeigten, wie die früheren, eine Behinderung der Keimfähigkeit und des Wachstums der Pflanzen. Die späteren Versuche wurden mit dem von einem Teslatransformator, gelieferten Hochfrequenzstrom von 10.000 V, 200.000 $\sim$ (130 W) durchgeführt (1) und mit jenen der mit rotem (2), violettem (3) und gewöhnlichem Tageslicht (4) bestrahlten sowie mit Gleichstrom von 110 V gespeisten Versuchsflächen (5) verglichen; bei den letzteren wurde der Strom einer Gießkanne zugeführt, die mit der positiven Kohlenelektrode, die Erde mit der negativen Klemme verbunden war (elektrische Berieselung). Die Ergebnisse dieser Versuche 1 bis 5 sind in der nachstehenden Tabelle verzeichnet:

	Versuch Nr.				
	1	2	3	4	5
Radieschen:					
Gesamtgewicht in Gramm	265·7	137·8	109·5	180	78·5
Genießbarer Teil in „	139·5	57·4	40·9	79·4	31·0
„ „ „ Proz.	51·1	41·7	37·3	44·1	39·5
Lattich (Salat):					
Gesamtgewicht in Gramm	67·0	52·6	56·5	46·1	31·3
Genießbarer Teil in „	60·7	47·3	50·2	41·8	28·2
„ „ „ Proz.	90·6	89·9	88·8	90·6	92·1

Die Tabelle zeigt den günstigen Einfluß der Hochfrequenzströme, wogegen die „elektrische Berieselung" (mit Gleichstrom, 5) die schlechteste Wirkung hatte. Mit dem Versuche 4 (normales Wachstum) verglichen, ergibt die Tesla-Methode (1) eine Vermehrung des Wachstums um 75% beim Salat.

Die Versuche wurden daher im größeren Maßstabe auf einem Felde wiederholt, wobei eine Anzahl von Berieselungsröhren mittels Kettenaufhängung in 3 m Höhe und 15 m gegenseitigem Abstand an Masten angeordnet wurden und durch quergespannte, an Hängeisolatoren befestigte, Drähte miteinander verbunden waren. Die Sekundäre eines 7·5 kW-Tesla-Transformators für 50.000 V und 30.000 $\sim$ wurde einerseits mit dem Rohrnetz verbunden, während der andere Pol an einer am Kraftbaus angeordneten, mit dem Drahtnetz verbundenen Antenne angeschlossen war. Die elektrisierten Tabakpflanzen zeigten ein um 3·5% stärkeres Wachstum (Gewicht) als die nichtelektrisierten und waren um 14 Tage früher reif. Weitere Versuche sollen den Einfluß der günstigsten Frequenz und Potentialdifferenz feststellen. (The Electr., 19. 12. 1913.)

Die Ausfuhr der Wasserkräfte aus der Schweiz ins Ausland. Ing. A. Härry. (Bericht bei der 6. Diskussionsversammlung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes.) Gemäß des Bundesbeschlusses vom Jahre 1906 wurden bis Ende Oktober 1913 bereits 26 Bewilligungen für die Ausfuhr von 103.500 PS auf die Dauer von maximal 20 Jahren erteilt, wovon zurzeit 21 Bewilligungen mit 48.150 PS tatsächlich benutzt werden; hievon entfallen auf Italien (Brusiowerk) 31.000 PS, der Rest auf Frankreich und Italien. Ein besonderer Zoll für die Ausfuhr elektrischer Energie wird nicht eingehoben. Die ausnutzbaren Wasserkräfte der Schweiz können auf Grund neuerer Schätzungen im Mittel mit 2 bis 2·5 Millionen PS bei minimaler Wasserführung angenommen werden (bei 4·5 Millionen Brutto-PS), obwohl die Berechnungen verschiedener Fachleute weit auseinander gehen. Der voraussichtliche Bedarf an elektrischer Energie für die allgemeine Licht- und Kraftversorgung kann auf Grund der Statistik der Starkstromanlagen*), nach welcher der Gesamtanschlußwert pro 100.000 Einwohner gegenwärtig 8300 kW beträgt, bei einer jährlichen Vermehrung von 10% im Jahre 1935 rund 3 Millionen kW erreichen, die Leistung der Generatoren in Primärwerken rund 2 Millionen kW betragen, wobei im Minimum 780.000 PS an der Turbinenwelle erforderlich wären. Der zukünftige Bedarf für den elektrischen Bahnbetrieb**) ab Turbinenwelle ist im Minimum mit 146.000 PS, im Maximum mit 464.000 PS berechnet, und können bei vierfacher Verkehrssteigerung im Jahre 1935 ständig 270.000 PS gemessen werden. Für die elektrochemische Großindustrie und den Export stünden dann noch 935.000 PS zur Verfügung.

Unter der Annahme, daß die Verwendung der elektrischen Energie für Licht-, Kraft- und Heizzwecke usw. im gleichen Maße zunimmt, wie bisher in den stark industriellen Gegenden der Schweiz, daß ferner der elektrische Bahnbetrieb bis zum Jahre 1935 durchgeführt werden soll, sind daher noch bedeutende Wasserkräfte für die Großindustrie und den Export verfügbar. Der Ausbau sämtlicher Wasserkräfte kann derzeit nur durch die Bewilligung der Ausfuhr ermöglicht werden, vorbehaltlich der Befristung und Rückzug der Bewilligung im Sinne des öffentlichen Wohles. Die Aufnahme der elektrischen Energie als Gegenstand der Handelsverträge wird nicht empfohlen. Bei dieser Frage ist zu beachten, daß die Schweiz auch in Hinkunft, namentlich für Koch- und Heizzwecke, auf die Einfuhr der Kohle angewiesen sein dürfte.

(Schweiz. Wasserwirtsch., Hefte 3 und 4, 1913.)

Chronik.

Andreas Mechwart. Am 16. November 1913 wurde in Budapest das Denkmal von Andreas Mechwart feierlich enthüllt.

Der berühmte Ingenieur, Generaldirektor von Ganz & Co. wurde im Jahre 1834 zu Schweinfurt, in Bayern, geboren. Nach Absolvierung einer Gewerbeschule und nach längerer Lehrzeit im Schlossergewerbe bezog er in Augsburg das Polytechnikum und trat als junger Ingenieur, nach einer kurzen Dienstzeit bei der Firma Cramer-Klett in Nürnberg, in die Dienste der Karl Ludwigbahn in Galizien.

Durch Zufall auf einer Durchreise über Budapest, im Jahre 1859, hatte er die Bekanntschaft von Abraham Ganz gemacht, welcher, die Fähigkeiten des jungen Mannes erkennend, ihn für seine Fabrik gewann. Zehn Jahre später, nach dem Tode von Abraham Ganz, wird Mechwart Generaldirektor der Ganzschen Eisengießerei, die kurz vorher in eine Aktiengesellschaft umgestaltet wurde.

Schon in den ersten zehn Jahren hatte Mechwart durch sein rastloses Schaffen die kleine Eisengießerei zu einer bedeutenden Maschinenfabrik emporgehoben. Die nachfolgenden Jahrzehnte bilden eine Epoche, wo es Mechwart verstanden hat, trotz wechselnder wirtschaftlicher Verhältnisse und mancher Krisen die Aktiengesellschaft zu einem Großwerk zu erheben. Nebst der Fabrikation von Schalengußrädern und Ausrüstungen für den Eisenbahnunterbau, ist die Fabrikation von Walzenstühlen und Wasserturbinen besonders hervorzuheben.

Die Fabrik errang sich den besten Ruf in der Monarchie; die großzügige Tätigkeit Mechwarts ermöglichte die Eröffnung von Tochterfabriken in Leobersdorf und Ratibor. In Topusko wurden Hochöfen aufgestellt und im Jahre 1880 eine große Waggonfabrik auf der Steinbrucherstraße in Budapest angekauft.

Nichts zeigt so pregnant den weiten Blick von Mechwart, als seine Stellung zu der in den siebziger Jahre noch in Kinderschuhen steckenden Elektrotechnik.

Mit einer beachtenswerten Opferwilligkeit für großangelegte Experimente trachtete er, die im Jahre 1878 geschaffene elektrotechnische Abteilung zu einem bedeutendem Industriewerk zu erheben. Trotz seiner vielseitigen Beschäftigung begleitet er mit größtem Interesse das rasche Aufblühen der neuen Industrie, suchte die besten Arbeitskräfte in ihre Dienste zu stellen und gab ihnen manchen wertvollen Wink, der sich vorzüglich verwerten ließ. So ist zum Beispiel die direkte Kuppelung der Dynamomaschine mit der Antriebsdynamomaschine Mechwarts eigenste Idee. Aus dieser Anordnung entwickelte sich die Schwungraddynamo.

Nach der Erfindung der Parallelschaltung von Transformatoren im Jahre 1885 wendete er seine Aufmerksamkeit der

*) E. u. M. 1913, Seite 1099.
**) E. u. M. 1913, Seite 395.

Digitized by Google

Ausnutzung von Wasserkräften und dem Turbinenbau zu und später ermöglichte er auch seinen Ingenieuren den Ausbau des ersten Vollbahnbetriebes im Veltlintal.

Im Jahre 1896 ließ er für die elektrische Abteilung eine vollkommen neue Fabrik bauen, und sah mit Stolz, daß ihre Erzeugnisse nicht nur in der Monarchie, sondern auch im Auslande einen guten Absatz fanden.

Nebst der Mühlenindustrie, die sich durch seine patentierten Walzstühle im Lande als Großindustrie entwickeln konnte, beschäftigte sich sein rastloser Geist mit einer Idee, die für Ungarn von erster Bedeutung ist; es ist dies die Idee des Kraftpfluges.

Seine interessanten, entwicklungsfähigen Ideen sind wohl allgemein bekannt. Mechwart war nicht nur als Ingenieur sondern auch als Mensch hervorragend. Zwischen ihm und seinen Ingenieuren und Beamten war stets ein kordiales Verhältnis, und seine Arbeiter fanden bei ihm immer den sie schützenden Arbeitgeber. Er war ein Mann von Herz und allen denen, die ihn gekannt haben, bleibt er unvergessen. Zur Feier seiner vierzigjährigen Wirksamkeit erhob ihn Seine Majestät in den erblichen Adelstand.

Nach seinem Tode errichteten ihm die ungarischen Ingenieure am Fuße des Rosenhügels zwischen dem alten Stammhaus und der elektrischen Fabrik, am Ausgangspunkte seines Lieblingsspazierganges nach dem Rosenhügel ein Denkmal, das hier oben im Bilde vorgeführt ist. Bei der Enthüllung waren die technischen und industriellen Kreise Ungarns vollzählig zugegen.

Die Festrede hielt der Präsident des ungarischen Ingenieur- und Architektenvereines; ihm folgten die Vertreter von nahezu vierzig Körperschaften, welche alle den Verdiensten Mechwarts huldigten. *Karl Weltzl.*

Die Bedeutung der Elektrizität für die Energieversorgung Deutschlands. Über dieses Thema hat kürzlich der Rektor der Königl. landwirtschaftlichen Hochschule, Professor Dr. Fischer, einen Vortrag gehalten, den wir nachstehend im Auszug wiedergeben.

In Deutschland entfällt heute pro Kopf der Bevölkerung $^1/_6$ *PS*, die aus Dampfmaschinen und festen Motoren zur Verfügung stehen. Die durch die motorischen Kräfte gelieferte Energie, auf den Kopf der Bevölkerung berechnet, ist natürlich in den verschiedenen Landteilen nicht gleich, in dem industriereichen Westfalen kommen auf den Kopf der Bevölkerung 9 *PS*, Ostpreußen und die Hohenzollernlande mit $^1/_{17}$ bezw. $^1/_{31}$ *PS* stehen am entgegengesetzten Ende. Im Jahre 1913 waren in Deutschland von der Landwirtschaft 6 Millionen *PS*, von der Industrie 8·3 Millionen *PS* installiert. Der Vortragende geht dann darauf ein, die Verhältnisse zu schildern, die durch die Fortleitung der Elektrizität eintraten. Seitdem bei der elektrotechnischen Ausstellung 1891 über eine Strecke von 175 *km*, von Laufen bis Frankfurt a. M., 100 *PS* mit einer Spannung von 21.600 *V* geleitet wurden, hat sich die Übertragung der elektrischen Energie auf große Entfernungen sehr entwickelt. Naturgemäß haben die entstandenen elektrischen Zentralen zunächst die großen Städte mit Licht und Kraft versorgt, denn die Versorgung der Städte erforderte nur geringe Leitungskosten, auch die Straßenbahnen waren hier willkommene Abnehmer. Sehr bald waren die Städte mit 100.000 Einwohnern ganz mit Elektrizität versehen, von den Städten mit bis zu 50.000 Einwohnern sind drei Viertel, von denen bis zu 25.000 Einwohnern die Hälfte mit Elektrizität versorgt. Es ist die Frage naheliegend, ob der Bedarf an Elektrizität in den kleinen Städten denn nicht groß genug ist, um eine Vermehrung der Zentralen zu gestatten; als zu Beginn des neuen Jahrhunderts der Zuwachs der elektrischen Zentralen eine Stockung zeigte, fand man, daß auch in kleinen Städten und auf dem flachen Lande ein Absatzgebiet für die elektrische Kraft vorhanden ist, und es wuchs die Zahl der elektrischen Zentralen. Während 1905 die Zahl der elektrischen Werke 1175 betrug, ist ihre Zahl heute auf 4040 angestiegen, welche 2 Millionen *kW* liefern. Die Hälfte der 66·5 Millionen betragenden Einwohnerzahl Deutschlands kann heute Elektrizität beziehen und der größte Teil der in Deutschland erzeugten elektrischen Energie dient zur Leistung produktiver Arbeit. Die Besitzer großer Betriebe haben bald die Erzeugung des elektrischen Stromes selbst in die Hand genommen, da sie oft imstande sind, Elektrizität billiger zu erzeugen, als sie ihnen von den Elektrizitätswerken geliefert wird. Theater, große Warenhäuser usw. haben in den Großstädten meist ihre eigenen Zentralen, die häufig keine unbeträchtliche Größe haben; so erwähnt der Vortragende, daß zum Beispiel die elektrischen Zentralen der großen Warenhäuser, Wertheim, Tietz in Berlin, auch die elektrische Zentrale von Aschinger für die Kraftversorgung kleinerer Städte ausreichen würden.

Mit der Verbesserung in den Krafterzeugungsmethoden verringerten sich die Kosten des elektrischen Stromes, aber es kam dies vorwiegend der Großindustrie zugute, der Kleinbetrieb blieb im Nachteil und hier wurden die Verhältnisse erst besser durch Errichtung der Überlandzentralen. Auch in der Landwirtschaft äußerte sich immer mehr das Bedürfnis nach mechanischen Kräften; die großen Landwirte und Gutsbetriebe waren ja zwar meist mit elektrischer Kraft versorgt, die kleinen landwirtschaftlichen Betriebe und Bauern hingegen standen ungefähr so da, wie das Kleingewerbe gegenüber den Großbetrieben in der Industrie. Der Vortragende erörtert nun die Frage der Preistarife der Zentralen und die Frage, warum die landwirtschaftlichen Abnehmer einen höheren Strompreis bezahlen müssen, als die industriellen Abnehmer. Es ist ja nicht der Verwendungszweck maßgebend, vielmehr liegt der Schwerpunkt in der Menge der abgenommenen Elektrizität, sowie in der Verteilung über das Jahr. Da ist nun die Landwirtschaft, die die Kraft nur zu gewissen Zeiten braucht, viel schlechter daran als das Gewerbe, bei dem sich der Elektrizitätsbedarf gleichmäßig über das ganze Jahr verteilt. Was nun die Errichtung von Überlandzentralen betrifft, so sind Gegenden ohne Industrie und mit nur wenig ländlicher Bevölkerung ungünstig für Überlandzentralen. Für Privatunternehmer, die ja nach kaufmännischen Prinzipien vorgehen, ist dieser Gesichtspunkt maßgebend, anders ist dies, wenn eine Körperschaft des öffentlichen Rechtes oder der Staat an die Errichtung von Überlandzentralen denken, denn diese fragen nicht nach der Rentabilität, sondern müssen das allgemeine Interesse der Bevölkerung im Auge haben. Wo der Energiebedarf die Kosten für die Anlage und die Stromversorgung voraussichtlich nicht decken wird, ist natürlich auch für den Staat die Möglichkeit der Errichtung von Überlandzentralen ausgeschaltet. Der Vortragende streift dann die Frage des Monopols der Elektrizitätswerke. Wäre der Staat im Besitze aller Elektrizitätswerke, dann lägen die Verhältnisse für die Errichtung von Überlandzentralen ja besser, denn den Überschuß in Gegenden mit großem Strombedarf, also großen Industriebetrieben und Großlandwirtschaft könnte dann die Mindereinnahmen in den Gegenden mit geringerem Strombedarf decken. Bei der Errichtung der ersten Zentralen konnte man allerdings noch nicht voraussehen, welche Entwicklung sie nehmen würden. Jetzt, wo die Überlandzentralen einmal in Privathänden sind, würde die Monopolisierung durch den Staat viel zu viel kosten. Der Vortragende ist aber der Ansicht, daß die Frage immerhin zu erwägen

Digitized by Google

gewesen wäre. Allerdings hätte es der Staat als Unternehmer der Elektrizitätswerke nicht so leicht wie der Privatunternehmer. Besonders schwierig ist ja vor allem die Tarifaufstellung, eine ehrliche Gleichmäßigkeit ist nicht möglich, es muß der Tarif den Verhältnissen der Abnehmer angepaßt werden. Den vielen nötigen Tarifstufen kann der Staat in der Weise aus dem Wege gehen, daß er den Strom abgibt an Körperschaften, die sogenannten Leitungsgenossenschaften, die dann wieder die Weiterabgabe des Stromes an die einzelnen Abnehmer übernehmen. Für die Leitungsgenossenschaften wären nur wenige Tarifstufen nötig. Von den bestehenden 4000 Elektrizitätswerken sind 74% Privatkraftwerke. Es hat also das Privatkapital einen ganz überwiegenden Einfluß bei der Elektrizitätsversorgung. Dieser Einfluß des Privatkapitals wäre aber auch bei staatlichen Werken nicht ausgeschaltet, da die Privatindustrie ja an der Lieferung der Maschinen und Materialien sehr beteiligt ist. Die Bundesstaaten sind bis jetzt nur selten als Unternehmer von Elektrizitätswerken aufgetreten, wo diese nicht Privatunternehmen sind, sind sie meist von Gemeinden errichtet. Der Redner verweist hier auf die kommunalen Unternehmungen in Pommern und auf das jüngere Elektrizitätsunternehmen der Provinz Brandenburg. Der Vortragende betont dann, daß das Verdienst der Privatunternehmer um die Elektrizitätsversorgung Deutschlands nicht verkannt werden darf, sie haben rechtzeitig das Bedürfnis der Bevölkerung nach Kraftversorgung erkannt. Heute liegen die Verhältnisse so, daß die Bewegung nach Elektrizitätsversorgung stetig wächst und man kann wohl sagen, daß ein Stillstand in der Errichtung von Elektrizitätswerken erst eintreten wird, wenn das ganze Gebiet unseres Landes mit elektrischer Kraft versorgt sein wird.

Der Vortragende erörtert dann die Verwendung der elektrischen Kraft zum Betrieb von Eisenbahnen, die bald den elektrischen Straßenbahnen folgten. Es sei hier verwiesen auf die elektrische Bahn Dessau-Bitterfeld und auf die schweizerischen Tunnelbahnen*). Bayern hat eine Strecke versuchsweise elektrisch betrieben, nämlich die Strecke Reichenhall—Berchtesgaden—Salzburg. Schwierig war hier die Frage, ob der Überschuß der erzeugten Energie zu einem guten Preis abgesetzt werden können wird. Von den 11 Millionen *kW*, die das Elektrizitätswerk in Saalegg erzeugt, das den Strom für diese elektrische Bahn liefert, werden nur 2·8 Millionen *kW* für die Bahn benötigt, 1·9 Millionen *kW* werden an Privatunternehmer abgegeben, es ist also noch ein sehr beträchtlicher Überschuß, für den zurzeit noch keine Abnahme vorhanden ist.

Was nun die Ausnutzung der Wasserkräfte zur Elektrizitätserzeugung betrifft, so bewegt sie sich in Deutschland noch in mäßigen Grenzen, es liegt dies daran, daß die Anlagen gewöhnlich viel teurer sind als gleich große Dampfanlagen. Im Jahre 1905 bestanden in Deutschland 572 Betriebe, die mit aus Wasserkraft erzeugter Elektrizität mit 126.000 *PS* versorgt wurden. Heute sind 1·4 Millionen *PS* Wasserkräfte ausgenutzt, das ist etwa 50% mehr als England. Es sei betont, daß schon heute Deutschland einen vier bis fünfmal so großen Energieverbrauch hat, als seine gesamten Wasserkräfte liefern könnten. Deutschland besitzt aber als Ergänzung seiner Wasserkräfte eine andere Quelle zur Elektrizitätserzeugung, nämlich seine Moorflächen**). Im Schwegermoor, wo die Ausnutzung der Moore nach dem Verfahren von Frank und Caro vorgenommen wird, wird die Elektrizität im Gasmotorenbetrieb erzeugt. Nach den Berechnungen von Fleischer verfügt Deutschland über 2·3 Millionen *ha* Trockenmoor und dieser Energievorrat kommt in Deutschland gerade jenen Ländern zugute, die keine Wasserkräfte besitzen. Nach den Berechnungen genügen die hier aufgestapelten Energiemengen noch für zirka 1000 Jahre. Kurz streift der Vortragende dann noch die Ausnutzung der Hochofengase zur Erzeugung elektrischer Energien; so können in einzelnen Hochofenwerken bis zu 19.000 *PS* erzeugt werden. Zur Erzeugung der elektrischen Energie haben die Ausnutzung der Windkräfte wie auch die oft vorgeschlagene Ausnutzung von Ebbe und Flut keine ausschlaggebende Bedeutung gewonnen. Ein anderes Brennmaterial hingegen beginnt sich immer mehr Feld zu erobern, es ist dies das Teeröl, das sich besonders gut für den Betrieb von Dieselmotoren eignet. Die so oft ausgesprochenen Befürchtungen, daß Deutschlands Kohlenvorräte in kurzer Zeit erschöpft sein werden, sind nicht stichhaltig, und man braucht sich keine großen Sorgen wegen des Ersatzes für diesen Brennstoff zu machen. Deutschlands Kohlenvorräte sind noch für 1000 Jahre ausreichend, allerdings sei betont, daß Schätzungen über die Lebensdauer unserer Brennstofflager sehr schwer sind. Der Energiebedarf zeigt eine stets steigende Tendenz, demgegenüber aber wächst auch die Ausnutzung der Brennstoffe. Bei den großen Dampfmaschinen ist wohl schon die höchste Ausnutzung erreicht und hier ist keine Steigerung mehr zu erwarten, aber durch Ersatz der kleineren ungünstiger arbeitenden Maschinen durch Elektromotoren ist eine besondere Ausnutzung unserer Brennmaterialien zu erhoffen. Nicht unerwähnt seien auch die bedeutenden Erfolge, die die Fortschritte der Feuerungstechnik in letzter Zeit erzielt haben und es sei hier besonders verwiesen auf die von Schnabel und Bone ausgearbeitete Oberflächenverbrennung, deren Prinzip darin besteht, daß die Heizgase mit einer sehr hohen Geschwindigkeit durch Düsen gegen ein poröses Material geschickt werden. Der Vorteil dieser Feuerungsart besteht vor allem in dem sehr großen Wirkungsgrad, der nach von maßgebender Seite durchgeführten einwandfreien Versuchen 93 bis 95% beträgt; außerdem wird die Heizfläche bei der Oberflächenverbrennung verringert, und ein nicht zu gering einzuschätzender Vorteil ist der, daß auch geringwertigere Heizstoffe mit gutem Erfolge ausgenutzt werden können. Es besteht die berechtigte Hoffnung, daß auf dem Gebiete der Feuerungstechnik und Ausnutzung unserer Brennstoffe noch weitere Verbesserungen erzielt werden können und der Vortragende verweist dann noch auf die anläßlich der Gründung des Kaiser Wilhelm-Instituts für Kohlenforschung von Prof. Dr. Emil Fischer in seinem Vortrag geäußerte Hoffnung, daß es gelingen möge, ohne den Umweg über Dampfmaschinen und Gasmotoren die Energie unserer Brennstoffe in Elektrizität umzuwandeln.

*) Vergl. E. u. M. 1912, Seite 382, und 1913, Seite 956, 977.

**) Siehe E. u. M. 1912, Seite 214, und 1913, Seite 81, 104, 277.

Literatur-Bericht.

Transmissionen. Von Ing. Stephan Jellinek in Wien. Berlin 1912, Julius Springer. 161 Seiten 61 Textabbildungen, 30 Tafeln. Preis in Leinwand geb. Mk. 12.

Der Inhalt umfaßt die Transmissionswellen, die Lager (Schmierung, Stehlager ohne Ringschmierung, Ringschmierlager, Kugellager, Lagerstützen und Fundamente), die Kupplungen (feste, nachgiebige, Kraftmaschinen- und Ausrückkupplungen, Ausrückvorrichtungen), die Kraftübertragung mittels indirekt wirkender Reibungsräder (Riementrieb ohne und mit Spannrollen, Hanf- und Drahtseiltrieb) ganze Transmissionsanlagen. Wie der Verfasser im Vorwort erwähnt, „soll das vorliegende Buch den Studierenden höherer Lehranstalten eine Sammlung guter Zeichnungen von Einzeltransmissionen und ganzen Anlagen zur Unterstützung bei Konstruktionsübungen über Maschinenelemente bieten"; diesem Zweck ist die Auswahl und Behandlung des Stoffes gut angepaßt.

In den Tafeln und Textfiguren ist ein reiches, zumeist modernen Ausführungen entstammendes Konstruktionsmaterial niedergelegt; der Text enthält außer kurz gefaßten Zusammenstellungen der Berechnungsgrundlagen die wichtigsten allgemeinen Konstruktionsregeln sowie kritische Besprechungen der einzelnen in den Zeichnungen wiedergegebenen Konstruktionen. Den einzelnen Abschnitten des Textes sind Literaturverzeichnisse beigefügt.

Die Konstruktionszeichnungen sind mit den wichtigsten Maßzahlen versehen, ein Vorgang, dessen allgemeine Einbürgerung in der Fachliteratur sehr wünschenswert wäre.

Das Buch kann als Behelf beim Konstruieren bestens empfohlen werden; seine Ausstattung ist vortrefflich.

B.

Berechnung von Wechselstromfernleitungen. Dr. C. Breitfeld im 17. Heft der Elektrotechnik in Einzeldarstellungen von Dr. G. Benischke. 15 Abb., 89 Seiten in 8°. Verlag von Fr. Vieweg & Sohn. Braunschweig 1912, geb. Mk. 4·60.

Die steigende Wichtigkeit langer Kabelleitungen schafft dem Büchlein von vornherein aufmerksame und ausdauernde Leser. Zufolge seiner Kürze trotz guter Bearbeitung erfordert die mathematische Entwicklung des Gegenstandes gespannteste Aufmerksamkeit. Als treuer Schüler des strengen Prof. Weber in Zürich wurde von der graphischen Hilfe abgesehen. Hierin und in der Behandlung schließt sich das Büchlein dem bekannten Buche Prof. Rößlers, dem ehemaligen Assistenten Webers, an.

Die partiellen Differentialgleichungen der elektrischen Strömung in Wechselstromleitungen werden in symbolischer Form vorerst gebracht und auf symmetrische Mehrphasenleitungen übertragen. Mit der Einführung der Widerstände des offenen

Digitized by Google

und kurzgeschlossenen Kabels wird die Strom- und Spannungsermittlung eines beliebigen Leitungspunktes geleistet. Es wird insbesondere gezeigt, daß innerhalb der kritischen Länge der Kurzschlußwiderstand direkt proportional zur Kabellänge wächst, während der Leerlaufwiderstand sich umgekehrt verhält.

Diese beiden Formeln werden an Beispielen vorgeführt und die Aufgabe gelöst, die Anfangszustände eines Kabels aus deren Endzustand hinsichtlich Spannung, Strom und Leistung zu ermitteln. Hierauf werden der größte Wirkungsgrad, die Staffelausnutzung des Kabels und ähnliche praktische Anforderungen besprochen. Die Näherungsmethoden sind nur gestreift worden. Das Büchlein hat sich gewiß schon einen festen Platz in der Literatur dieses Gegenstandes erworben. Es läßt für eine neue Auflage nur den Wunsch nach größerer Ausführlichkeit und nach bildlicherer Darstellung nicht unterdrücken.

J. Herzog.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Gasmaschinen.

(Schluß von Heft 6, Seite 132.)

Brennstoffeinspritzung, insbesondere für Dieselmotoren.

Bei Gleichdruckmaschinen muß bekanntlich die Einführung des Brennstoffes durch die Einblaseluft schon im letzten Teile des Verdichtungshubes beginnen und während des ersten Teiles des Arbeitshubes andauern. Hermann Freitag in Charlottenburg erfüllt diese Bedingung ohne Zuhilfenahme eines besonderen Einblaseluftgefäßes, indem er die durch einen von der Maschine angetriebenen Verdichter erzeugte Einblaseluft unmittelbar in den Arbeitszylinder überdrückt. Zu diesem Zwecke steht der Verdichtungszylinder mit dem vom Arbeitszylinder abgeschlossenen Brennstofflagerraum in ständiger Verbindung und der Verdichterkolben eilt dem Arbeitskolben um eine der Einblasedauer auf dem Verbrennungshub entsprechende Hubstrecke nach, etwa 20 bis 35°. Während des ersten Teiles des Verdichtungshubes treibt der Arbeitszylinder verdichtete Luft durch eine Überströmöffnung in den Verdichter, dessen Kolben noch nach unten geht. Hat dieser seine Totpunktlage erreicht, schließt der Arbeitskolben die Überströmöffnung ab und in beiden Zylindern wird die Luft weiter verdichtet. Vor Beendigung des Verdichtungshubes des Arbeitskolbens wird das Brennstoffventil geöffnet und die höher verdichtete Luft des Verdichters beginnt den Brennstoff in den Arbeitszylinder zu blasen. Diese Einblasung setzt sich während des ersten Teiles des Arbeitshubes fort, während gleichzeitig im Verdichter die Luft weiter verdichtet wird. Bei Zweizylindermaschinen kann ein einziger Verdichter für beide Zylinder zwischen diesen vorgesehen werden. (D. R. P. Nr. 264.440.)

Louis Gaston Sabathé in Paris ordnet im Zylinderdeckel zwei miteinander verbundene Kammern an, die durch je ein gesteuertes Ventil mit dem Arbeitszylinder in Verbindung stehen. Während des Verdichtungshubes ist das Ventil zu dem einen Raum geöffnet und Druckluft strömt in beide Räume über. Dieses Ventil wird am Ende des Verdichtungshubes geschlossen und nach Umkehr des Kolbens das Ventil des zweiten Raumes, in dem der Brennstoff gelagert ist, geöffnet In dem Maße, als der Druck im Verbrennungsraum sinkt, strömt die Einblaseluft in diesen über, den Brennstoff mit sich reißend. Anstatt zwei Räumen kann auch ein einziger vorgesehen sein, dessen Ventil durch zwei Nocken derart gesteuert wird, daß es während des Verdichtungshubes offen steht und an dessen Ende geschlossen wird, worauf es nach Umkehr des Kolbens abermals geöffnet wird, nachdem in der Zwischenzeit der Brennstoff vorgelagert worden ist. (S. P. Nr. 61.522.)

Um sowohl einen Einblaseluftbehälter als auch einen außerhalb des Zylinders angeordneten Verdichter zu vermeiden, aber trotzdem eine über den höchsten Verdichtungsdruck im Arbeitszylinder verdichtete Einblaseluft zu erhalten, ordnet Hermann Freitag in Charlottenburg in dem Arbeitszylinder einen ventilartigen Körper drehbar an, der mit der Brennstoffzuleitung verbunden ist. An dem in eine Aussparung des Zylinders ragendem Ende einer in rasche Umdrehung versetzten Spindel sitzt eine Düse, die an ihrem fn der Drehrichtung vorn liegenden Ende eine weite Öffnung besitzt. Bei ihrer raschen Drehung schöpft das breite Ende der Düse unmittelbar aus dem Arbeitszylinder Luft. Diese wird infolge der durch die Verengung der Düse bedingten Stauung sowie durch die Fliehkraftwirkung an der inneren Begrenzungsfläche des Düsenkanals unter Überdruck gesetzt und durch die hintere Düsenöffnung wieder in den Verbrennungsraum getrieben. Hiebei wird der während eines bestimmten Teiles der Kurbeldrehung in die Düse zugeführte Brennstoff mitgerissen und fein zerstäubt. Infolge der kreisenden Bewegung der Düse wird der Brennstoff gleichmäßig verteilt und durch die unmittelbar aus dem Zylinder entnommene hocherhitzte Zerstäubungsluft seine Entzündung erleichtert. (D. R. P. Nr. 265.242.)

Durch die in Fig. 13 dargestellte Maschine erhält Leo Frauenglas in Wien durch Abschnürung eines Teiles der Luft im Arbeitszylinder und Überführung des dann höher verdichteten Teiles zum nieder verdichteten Teile die Einspritzung des Brennstoffes. Hiebei kommt aber kein Hilfskolben oder Verdränger (wie bei Haselwander) zur Anwendung, der Arbeitskolben besitzt durchaus gleichen Durchmesser. Im Zylinderkopf sind drei Kammern 20, 21, 22 vorgesehen. 20 dient als Vorlagerraum für den Brennstoff, 21 als Speicherkammer für die durch Abschnürung vom Arbeitszylinder getrennte Luft, 22 als Verdichtungskammer, in der die restliche Luft möglichst hoch weiter verdichtet wird, ohne mit dem Brennstoff in Berührung zu kommen, da 22 von 20 durch das gesteuerte Ventil *y* getrennt ist. Am Ende des

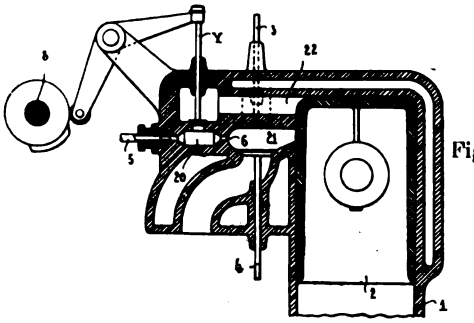


Fig. 13.

Verdichtungshubes, wenn also die Luft in 22 die höchste Spannung erreicht hat, wird dieses Ventil *y* geöffnet. Die hoch verdichtete Luft stürzt in den Brennstoffraum 20, vermischt sich innig mit dem Brennstoff und treibt ihn durch die Düse 6 in den Raum 21.

(Ö. P. Nr. 61.849.)

Um den Brennstoff durchgreifend zu zerstäuben und unter allen Umständen zu vermeiden, daß bei Füllungsbeginn zu viel kalte Einblaseluft in den Verbrennungsraum tritt, wird nach einer Erfindung von Johann Uchanoff in Grjasowez (Rußland) der Brennstoff dem Zerstäuber an mehreren, von der Einspritzdüse verschieden weit entfernten Stellen zugeführt und jeder Teil durch eine besondere Leitung mit Einblaseluft beschickt. Bei Verwendung verschiedener Brennstoffe wird der Zündbrennstoff in die dem Verbrennungsraum zunächst gelegenen Stelle gelagert. (D. R. P. Nr. 265.348.)

Zur innigen Mischung der Einblaseluft mit Brennstoff werden vor dem Einblaseventil die sogenannten Plattenzerstäuber verwendet, Scheiben mit gegeneinander versetzten Durchlochungen. Statt dieser wendet die Firma Schneider & Cie. in Le Creusot eine Büchse mit durchlochtem Boden an, in der Kugeln neben- und übereinander aufgeschichtet sind. Dadurch verteilt sich der Brennstoff auf eine größere Oberfläche, die Einblaseluft wird wirksamer gesättigt. Da keine scharfen Kanten vorhanden sind und das Gemisch keine plötzlichen Stöße durch einzelne Platten erleidet, werden Brennstoffniederschläge vermieden. Der Druck der Einblaseluft kann vermindert werden. Ein solcher Zerstäuber ist einfach in seiner Herstellung, auch kann der Widerstand durch bloße Änderung der Kugelanzahl geregelt werden.

(F. P. Nr. 455.180.)

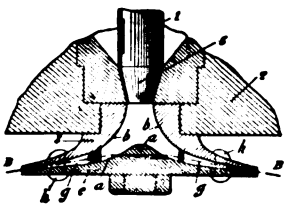


Fig. 14.

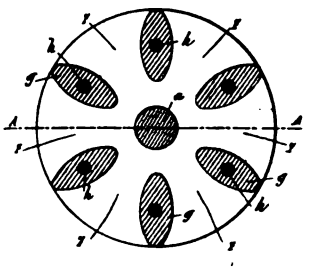


Fig. 15.

Gleichfalls von der Firma Schneider & Cie. in Le Creusot rührt die in Fig. 14 und 15 dargestellte Einspritzdüse her. Der Düsenkörper besteht aus zwei Teilen *e* und *f*. Ein nach innen gerichteter Vollzapfen *a* des Teiles *e* dient als Ablenkfläche für den bei geöffnetem Ventil 1 aus der Öffnung 5 kommenden Brennstoffstrahl. Die beiden Teile *e* und *f* sind durch Nieten *h* miteinander verbunden und durch Stehbolzen *g* werden mehrere Öffnungen 7 am Umfange der Düse geschaffen. Der Brennstoffstrahl erleidet keine plötzlichen, Niederschläge hervorrufenden Richtungsänderungen, sondern wird allmählich nach den seitlichen Öffnungen 7 abgelenkt. Er kommt hiebei mit sehr heißen Flächen in Berührung und wird möglichst gleichmäßig nach allen Seiten des Verbrennungsraumes verteilt. (F. P. Nr. 456.230.)

Die Verwendung von schwer entzündlichen Treibölen, zum Beispiel Vertikalofenteerölen, wird in der Dieselmaschine dadurch ermöglicht, daß dem schweren Betriebsbrennstoff ein leicht entzündlicher Brennstoff vorgeschaltet wird, der bei heißer, vollbelasteter Maschine wieder abgeschaltet wird. Bei nachfolgender geringer Belastung treten aber infolge zu großer Mengen kalter Einblaseluft bei geringer Brennstoffmenge wieder Fehlzündungen ein. Dr. Otto Ehrig in Duisburg-Meiderich vermeidet einen besonderen Zündbrennstoff auf folgende Weise. Es werden zwei gesondert gesteuerte Ventile mit je einem Zerstäuber hintereinandergeschaltet, zwischen denen ein Vorraum verbleibt. Bei Beginn der Verdichtung wird die Einblasenadel angehoben, so daß heiße Verdichtungsluft in den Vorraum übertritt. Gegen Ende der Verdichtung schließt die Nadel den Vorraum vom Zylinder ab, worauf das in den Vorraum mündende Brennstoffventil geöffnet wird, durch das etwas Brennstoff und Einblaseluft fein zerstäubt in den Vorraum tritt, sich mit der heißen Luft mischt und dadurch ein leichter zündfähiges Gemisch bildet, das den Zündbrennstoff ersetzt. Im Totpunkt werden beide Ventile geöffnet und der Betriebsbrennstoff strömt mit Einblaseluft in den Vorraum, den heißen Zündbrennstoff vor sich her in den Zylinder treibend. Da während der Einführung des ersten, als Zündbrennstoff dienenden

Digitized by Google

Teiles des schweren Treiböles in den Vorraum dieser vom Zylinder durch das geschlossene Nadelventil getrennt ist, sind Vorzündungen vermieden. (D. R. P. Nr. 266.230.)

Der oberhalb der Zerstäuberplatten zugeführte Brennstoff gelangt bei geringer Belastung der Maschine vor dem Öffnen der Nadel nicht bis zur Düsenmündung, so daß bei Eröffnung des Ventils zuerst kalte Einblaseluft allein in den Zylinder strömt und zu Fehlzündungen Anlaß gibt. Otto Schantzel in Saarbrücken führt zur Vermeidung dieses Übelstandes die Brennstoffzuleitung unmittelbar zur Düsenmündung und von hier erst hinter den Zerstäuber. Es wird daher auch bei der kleinsten Belastung stets Brennstoff an der Düsenmündung lagern, der bei Eröffnung der Nadel zuerst als Zündstoff in den Zylinder gelangt, worauf der übrige Brennstoff mit der Einblaseluft vom Zerstäuber durch die Düse tritt. (D. R. P. Nr. 266.426.)

Fig. 16.

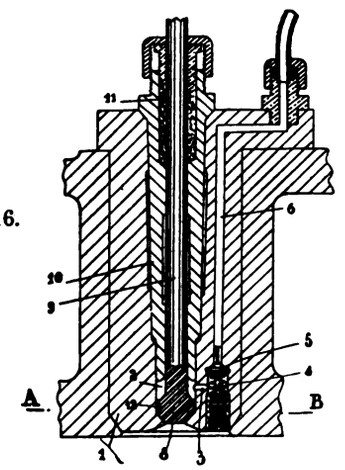
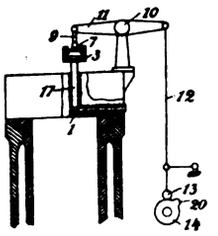


Fig. 18.



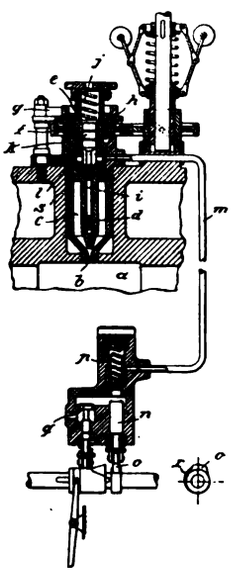


Fig. 17.

Dem vorher genannten Übelstande sucht die Fried. Krupp Akt.-Ges. Germaniawerft in Kiel-Gaarden auf anderem Wege zu begegnen. Die Brennstoffzuführung mündet in der üblichen Weise oberhalb des Zerstäubers. Der Ringraum an dem Nadelsitze ist aber durch eine Leitung mit einem Raume, der unter geringem Druck steht, verbunden. In dieser Leitung ist ein Steuerorgan angeordnet, das unmittelbar vor Eröffnung der Nadel geöffnet wird, so daß die am Nadelsitz befindliche Einblaseluft in den Raum von niederem Drucke entweichen kann und somit der Brennstoff vor Eröffnung der Nadel bis an den Nadelsitz gelangt. Als Raum von niederem Drucke kann die Außenluft verwendet werden. Da es aber nur bei geringer Maschinenbelastung vorkommt, daß die Düse von Brennstoff vollständig leergeblasen wird, bei hoher Belastung hingegen stets Brennstoff an der Düse bei ihrer Eröffnung lagert, ist in diesem Falle eine Entlüftung der Düse überflüssig. Die Steuerung des Entlüftungsschiebers ist daher so eingerichtet, daß sie nur von einer bestimmten Belastung an in Tätigkeit tritt. Auch kann die Entlüftung durch die Steuerung um so stärker bewerkstelligt werden, je geringer die Belastung ist. (Ö. P. Nr. 60.452.)

In Fig. 16 ist eine Einspritzvorrichtung für Dieselmaschinen von Jean Moussiaux in Huy (Belgien) dargestellt, die ohne Einblaseluft wirkt. Der von der Brennstoffpumpe durch die Kanäle 6, 4, 3 zugeführte Brennstoff wird in der Aussparung 2 des Zylinderkopfes gelagert. In dieser Aussparung ist ein gesteuerter Kolben 8 verschiebbar angeordnet, an dessen Umfang mehrere Kanäle 12 vorgesehen sind. Dieser Kolben wird durch eine Feder mit seinem Konus gegen die zum Zylinder führende Öffnung gepreßt, so daß jede Verbindung zwischen Verbrennungsraum und Aussparung 2 unterbrochen ist. Im Zeitpunkte des Einspritzens wird der Kolben 8 durch eine Steuerung angehoben und der Brennstoff in der Kammer 2 über den Verdichtungsdruck im Verbrennungsraum verdichtet und durch die Öffnungen 12 in diesen eingeführt. (D. R. P. Nr. 265.997.)

Zum Schlusse sei noch auf zwei Einspritzvorrichtungen der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin verwiesen, bei denen die Einblaseluft in bekannter Weise dadurch vermieden wird, daß mit dem Verbrennungsraum eine Vorkammer in stets offener Verbindung steht, in die der Brennstoff eingeführt wird. Hier vergast ein Teil des Brennstoffes, mischt sich mit der durch das Brennstoffventil oder ein gesondertes Luftventil beim Saughub in die Kammer eingesaugten Luft und entzündet sich infolge der hohen Verdichtungswärme. Dadurch steigt plötzlich der Druck in der Kammer über jenen im Zylinder und treibt den restlichen, noch unvergasten Brennstoff in den Zylinder, wo er in dem Maße seiner Einführung verbrennt (Bronsmotoren). Zum Unterschiede von diesen bekannten Maschinen saugt die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft den Brennstoff nicht in die Vorkammer ein, sondern spritzt ihn in diese, und zwar möglichst entgegen der aus dem Zylinder in die Vorkammer beim Verdichtungshub strömenden Luft. Dadurch kann der Zeitpunkt der Explosion in der Vorkammer genau geregelt werden; auch kann der hiedurch erzeugte Einblasedruck und somit die Menge des zur Vorexplosion gelangenden Brennstoffes kleiner gehalten werden, da hiezu die Kraft kommt, mit der der Brennstoff von der Pumpe in den Zylinder gespritzt wird. (D. R. P. Nr. 257.719.)

Um die eben erwähnte Regelung durchzuführen, verwendet die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin die in Fig. 17 dargestellte Regelungsvorrichtung. Das in der Vorkammer *c* angeordnete Brennstoffrohr *d*, dessen Austrittsende der düsenartigen Einblaseöffnung *b* gegenüber liegt, kann von Hand durch drehen in der Büchse *h* in seiner Höhenlage eingestellt werden. Ebenso durch den Regler, indem durch Verdrehen des Zahnrades *f* die nicht drehbare Büchse *h* verschoben wird. Die Menge des Brennstoffes, der beim Verdichtungshub durch die durch Öffnung *b* überströmende Luft in die Vorkammer *c* zurückgeschlagen wird und die Höhe des Einblasedruckes bestimmt, ändert sich bei der durch die Verstellung des Brennstoffrohres erfolgenden Drosselung der Öffnung *b*. Hiebei erfolgt die Steuerung der Brennstoffzuführung durch den Brennstoff selbst, indem er auf den mit der Nadel *i* verbundenen Kolben *k* wirkt. Die Öffnung *l* für den Zutritt des Brennstoffes unter den Kolben *k* muß mit Rücksicht auf die Verstellbarkeit des Rohres entsprechend breit sein. Damit die Steuerung im gewünschten Zeitpunkt augenblicklich wirkt, Verzögerungen durch die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeit vermieden werden, ist der Nocken *o* der Brennstoffpumpe mit einer allmählich ansteigenden Anlauffläche *r* versehen, um die Flüssigkeit vor dem Beginn der eigentlichen Steuerung auf den notwendigen Druck zu bringen. (Ö. P. Nr. 61.195.)

Anlasser.

Es kann bei Verbrennungskraftmaschinen, die durch Preßluft angetrieben werden, vorkommen, daß eines der die Anlaßluft steuernden Ventile hängen bleibt. Ist dies der Fall, so ist der betreffende Zylinder im Anfange des Verdichtungshubes schon mit vorverdichteter Luft gefüllt, die weiter verdichtet wird, so daß eine Zerstörungsgefahr für den Kolben und Zylinder vorhanden ist. Um dieser Gefahr vorzubeugen, schaltet die Daimler Motoren-Gesellschaft in Stuttgart-Untertürkheim in die Anlaßluftleitung einen Kolbenschieber ein, dessen zwangläufige Einstellung in die Schließlage durch einseitig auf einen Winkelhebel einwirkende Nocken erfolgt, welche mit den zur Verschiebung der Steuerwelle in Stoppstellung, Vorwärtsgang und Rückwärtsgang gedrehten Teile verbunden sind. (D. R. P. Nr. 262.204.)

Die Druckluftanlaßvorrichtung (Fig. 18) von Olav Eskil Jörgensen in Kopenhagen besteht im wesentlichen darin, daß, wenn die Druckluft in die Druckluftleitung eingelassen oder aus dieser ausgelassen wird, das zur Steuerung des Anlaßventils 1 dienende Gestänge durch die Druckluft selbsttätig verlängert oder verkürzt wird. Zu diesem Zwecke ist auf der Ventilspindel 17 ein Widerlager 3 befestigt und zwischen diesem und dem Zylinder eine Feder angeordnet, welche für gewöhnlich das Ventil 1 auf seinen Sitz drückt. Das Widerlager 3 ist als Zylinder ausgebildet, in welchem sich der Kolben 7 auf und ab bewegt, für gewöhnlich aber durch eine Feder nach unten gedrückt wird. Der Kolben 7 steht durch das Gelenk 9 mit einem bei 10 drehbaren Hebel in Verbindung, an dessen anderem Ende die Exzenterstange 12 befestigt ist, welche ihrerseits vermittels der Rolle 13 mit der Nockenscheibe 14 in Eingriff gebracht werden kann. Die Ventilspindel 17 ist mit einer Bohrung versehen, welche die Druckluftleitung und den Zylinderraum 3 miteinander verbindet. Das Einschalten der Nockenrolle 13 geschieht selbsttätig beim Öffnen der Druckluftleitung 2 dadurch, daß ein Teil der Druckluft durch die Bohrung in den Zylinderraum 3 tritt, den Kolben 7 nach oben drückt und unter Vermittlung des Gestänges 9, 11 und 12 die Rolle 13 an die Nockenscheibe 14 preßt. (D. R. P. Nr. 262.959.)

Die Firma Weckerlein & Stöcker in Nürnberg erzeugt Anlaßvorrichtungen für mehrzylindrige Verbrennungskraftmaschinen, die von Hand mittels Zahnradübersetzung angetrieben werden und deren Antriebsachse beim Drehbeginn durch eine zwangläufige Bewegung in ihrer Längsrichtung den hochgespannten Strom der Hilfszündmaschine auf den Verteiler der Hauptzündmaschine und beim Aufhören der Drehung den hochgespannten Strom der Hauptzündmaschine selbsttätig wieder auf den Verteiler schaltet. Der Strom der Hilfszündmaschine wird dabei durch eine besondere Stromschlußvorrichtung an der Hauptzündmaschine solange kurzgeschlossen, bis der Kolben des in den Hilfszündstromkreis eingeschalteten Zylinders den Totpunkt überschritten hat. (Ö. P. Nr. 61.517.)

Kühlung.

Bei Verbrennungskraftmaschinen, bei denen die Kolbenstange, wie zum Beispiel bei doppelt wirkenden Maschinen im Verbrennungs-

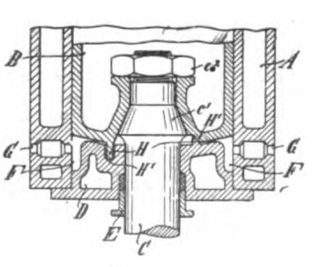


Fig. 19.

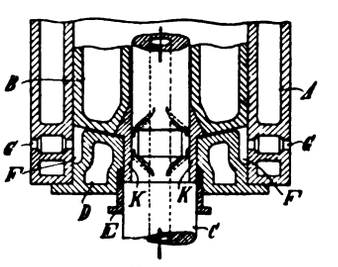


Fig. 20

Digitized by Google

raum liegt, tritt durch die Einwirkung der heißen Gase allmählich ein Verbrennen der Kolbenstange ein. Um diese schädliche Wirkung zu verhindern, hat die Fried. Kruppsche Akt.-Ges. Germaniawerft in Kiel-Gaarden am Kolben (linke Hälfte der Fig. 19) oder am Zylinderdeckel (rechte Hälfte dieser Figur) eine Schutzwand in Gestalt einer Ringwulst H vorgesehen, die mit einer entsprechend gestalteten Ausdrehung H_1 des Zylinderdeckels oder des Kolbens in Eingriff tritt, wenn sich der Kolben seiner Totpunktlage nähert. Die in den Verbrennungsräumen F verbrennenden Gase können sonach die Kolbenstange selbst nicht mehr unmittelbar treffen, da im Augenblicke der Entflammung diese von den Schutzwänden abgedeckt wird. Bei der in Fig. 20 dargestellten Ausführungsform der Erfindung ist der Schutz der Kolbenstange dadurch erreicht, daß an der gefährdeten Stelle der Kolbenstange eine Büchse K aus schwer verbrennbarem Metalle angeordnet ist, die außerdem in der durch die Pfeile angedeuteten Weise gekühlt wird. (D. R. P. Nr. 263.153.)

Die Erfindung des Knut Jonas Elias Hesselman in Saltsjö-Storängen b. Stockholm bezieht sich auf einen Zylinderdeckel mit Wasserkühlung für Verbrennungskraftmaschinen, die mit einer durch den Deckel hindurch ragende Öffnung zur Aufnahme einer Brennstoffeinspritzdüse versehen sind. Um diese Öffnung herum ist eine besondere, von dem übrigen Wasserraum des Deckels getrennte Wasserkammer vorgesehen, die an ihrem dem Zylinder zugekehrten Ende mit einem Einlauf für das Kühlwasser und am anderen Ende mit einem Ablauf für dieses versehen ist. Dadurch soll eine bessere Abkühlung der Brennstoffdüse erreicht werden, da das Kühlwasser gezwungen wird, an den Wandungen der genannten Öffnung in axialer Richtung entlang zuströmen, bevor es den Deckel verläßt.
(D. R. P. Nr. 263.215.)

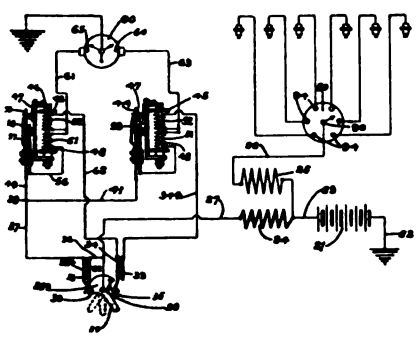


Fig. 21.

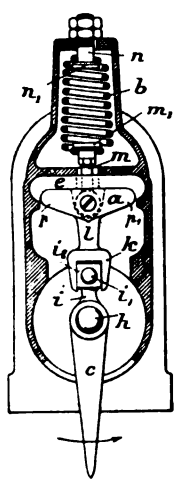


Fig. 22.

Zündung.

Bei der Zündvorrichtung von Charles Franklin Kettering in Dayton werden zwei voneinander unabhängige Unterbrecher abwechselnd benutzt, um die notwendige Funkenfolge zu erzeugen. Ein Unterbrecher bleibt in Ruhe, während der andere in Gebrauch steht, wodurch die Ruhepausen eines jeden verlängert werden, so daß eine bessere Entmagnetisierung des Unterbrechers erreicht wird. Von der Batterie 21 geht der Strom durch die Primärwicklung 24 der Induktionsspule zu einem Dreiwegschalter 28a, der einen Isolierknopf 30 und einen leitenden Knopf 35 besitzt (Fig. 21). In Betriebstellung fließt der Strom von 36 durch die Kontakte 32, 31, die Leitung 37, teils durch die Leitung 40 zur Kontaktplatte 39 des Unterbrechers 42, während der andere Zweig 41 zu einer ähnlichen Kontaktplatte 44 des Unterbrechers 45 führt. Der Unterbrecher 42 besitzt einen drehbaren Anker 46, den Ankerkern 48, der eine Wicklung 51 aus dicken und eine Wicklung 52 aus dünnem Draht besitzt. Ein Ende der Wicklung 52 führt zu dem Umschalter 60, während das andere Ende zur Kontaktplatte 34 des Schalters 28a führt. Die Wicklungen und Verbindungen des Unterbrechers 45 sind dieselben wie beim Unterbrecher 42. Die Wirkung dieser Zündvorrichtung ist folgende: Wenn die Maschine angelassen werden soll, ist es sehr vorteilhaft, eine Reihe von Funken zu erzeugen. Es wird der Schalter 28a so eingestellt, daß die Kontakte 31 und 32 einander berühren, während die Kontakte 33 und 34 offen sind. Wenn nun der sich drehende Umschalter 60 bei 65 den Stromkreis schließt, dann wird der Kern des Unterbrechers 42 erregt, der Anker 46 beginnt zu schwingen, wodurch eine Reihe von Funken in der Sekundärwicklung 25 der Induktionsspule induziert wird. Von da werden sie durch den Verteiler 80 auf den richtigen Zylinder verteilt. Wenn nun der Unterbrecher 60 bei 64 Verbindung hat, dann wird der Strom durch 41 zum Unterbrecher 45 fließen und dort den Anker in Schwingung versetzen. Beim normalen Betriebe, wo es vorteilhafter ist, die Zündung durch Einzelfunken zu bewirken, wird der Schalter 28a so gestellt, daß die Kontakte 33, 34 sich berühren, so daß ein Teil des Stromes so wie beschrieben wurde, fließen wird, der andere Teil aber durch die Leitung 62 zur Spule 52 fließen wird. Wegen des größeren Widerstandes als die Spule 51, wird nur gerade genug Strom durchfließen, daß der drehbare Anker in angezogener Stellung erhalten bleibt und daher nicht schwingen kann. Da der Umschalter 60 einmal bei 65 und einmal bei 64 Kontakt herstellt, ist zu ersehen, daß die Kerne der Unterbrecher hintereinander abwechselnd erregt werden.
(D. R. P. Nr. 265.346.)

Die Erfindung der Firma Robert Bosch in Stuttgart betrifft eine Vorrichtung zum Antrieb der Kraftlinienleitstücke (Fig. 22) solcher Magnetzündmaschinen, in denen dem Anker eine schwingende Bewegung erteilt wird. Die Feder b, die den Ablenkhebel c in seiner Stellung hält, greift am Ablenkhebel nur mittelbar an. Als Zwischenglied wird ein Nocken a derart gelenkig zwischen der Feder b und dem Ablenkhebel c angeordnet, daß die Federspannung durch eine reine Wälzbewegung auf den Ablenkhebel übertragen wird. Der Nocken a ist einerseits mit einer Wälzbahn, mit der er durch die Feder gegen ein festes Widerlager e gepreßt wird, andererseits ist er durch einen Gleitzapfen i_2 gelenkig mit dem Ablenkhebel verbunden.
(Ö. P. Nr. 62.125.)

Der von August Schubert in Berlin-Friedenau gebaute Feldmagnet für Magnetzünder (Fig. 23) ist vierpolig und weist eine geringe Achsenhöhe auf. Er besteht im wesentlichen aus einem dreipoligen Magnet 1, 2, dessen Pole in 90° liegen und einem vierpoligen Anker 8, der sich in diesem Felde dreht und die Wicklung 9 beliebiger Art trägt. Das Magnetfeld kann auch aus zwei einzelnen Magneten 1, 2 oder aus einem ganzen Stück bestehen. Der Anker 8 kann auf jedem Polstück eine Wicklung oder auch nur auf zwei gegenüberliegenden Polstücken je eine Wicklung haben. Dieses Feld hat bei 3 eine offene Seite und es würde kein Verlust eintreten, wenn der Pol 4 weggelassen würde. Diese Seite kann jedoch auch durch eine Brücke und eine magnetische Einlage 3 geschlossen werden. (D. R. P. Nr. 265.190.)

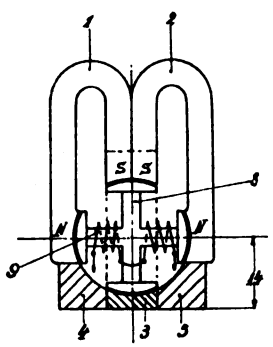


Fig. 23.

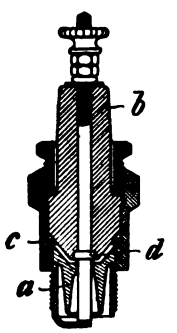


Fig. 24.

Bei den modernen Hochspannungsdynamos wird der zeitliche Eintritt des Zündfunkens durch die Stellung der meistens im Niederspannungskreis liegenden Unterbrechervorrichtung festgelegt, während die Stellung der irgendwie gekuppelten Verteilereinrichtung den Zylinder festlegt, in welchem der erzeugte Funken zünden soll. Werden derartige Zündmaschinen zum Anlassen benutzt, so kann dieses Anlassen unmöglich werden, wenn zum Beispiel der Verteilerarm nicht auf einem Verteilungssegment, sondern auf der dazwischen liegenden Isolationsschicht stehen geblieben ist. Die „Mafam" Motor-Apparate G. m. b. H. in Frankfurt a. M.-Bockenheim baut eine Einrichtung, durch die der Verteilerarm, wenn er auf der Isolationsschicht steht, auf das bereits überschrittene Verteilersegment nochmals zurückgeführt wird, um durch diese die Ankerstellung nicht beeinflussende Maßnahme den Funken in denjenigen Zylinder zu bringen, in welchem hierauf eine Spätzündung des Gasgemisches erfolgt.
(D. R. P. Nr. 268.081.)

Bei der Zündkerze von Hans Auerbach in Dresden-Trachau wird eine geteilte, aus verschiedenem Materiale bestehende, Isolierung der beiden Elektroden verwendet. Der obere, der Hitze weniger ausgesetzte Teil der Isolierung wird aus nicht durchsichtigem Material hergestellt und der untere Teil derart mit Ausnehmungen versehen, daß man durch den durchsichtigen Teil hindurch den Zündvorgang beobachten kann. Gegenüber denjenigen Kerzen, bei denen die gesamte Isolierung aus Glas hergestellt ist, hat diese Einrichtung den Vorteil, daß man in der Wahl des Materials für den unteren, der Hitze am meisten ausgesetzten Teil in keiner Weise beschränkt ist und doch die Möglichkeit einer Beobachtung des Zylindervorganges hat.
(D. R. P. Nr. 265.347.)

Bei Zündkerzen für Verbrennungskraftmaschinen ist der Isolationskörper stark beansprucht und zerspringt häufig, wodurch die Kerze unbrauchbar wird. Man hat daher die Isolation aus zwei Teilen hergestellt und die Erfindung der Siemens & Halske Akt.-Ges. in Berlin (Fig. 24) bildet eine derartige Kerze, bei der die Isolation ebenfalls aus zwei Teilen a, b hergestellt ist, wobei der eine Teil b durch den anderen a vor den heißen Verbrennungsgasen geschützt wird. Zur Aufnahme eines Abdichtungsdruckes dient aber ausschließlich der geschützt liegende Teil b, während der andere ohne Pressung in der Kerze liegt und in diesem Zustande gehalten wird. Es ist dabei vermieden, daß der einer starken Erhitzung ausgesetzte Isolierkörper eingespannt wird. Dieser Isolierkörper kann aus Quarzglas bestehen, das wegen seiner Unempfindlichkeit gegen hohe Temperaturen sich besonders eignet.
(D. R. P. Nr. 267.606.)

Digitized by Google

Briefe an die Redaktion.

Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Über die Vorausberechnung der Eisenverluste bei Transformatoren und Maschinen.

In den unter obigem Titel auf Seite 10 des Jahrganges 1914 dieser Zeitschrift veröffentlichten Ausführungen schreibt Herr J. Fischer-Hinnen die in der Praxis häufig beobachteten Unterschiede zwischen den aus der Verlustziffer berechneten und den am fertigen Transformator gemessenen Verlusten hauptsächlich dem Umstande zu, daß bei der Bearbeitung der Bleche deren Isolation an den Trennungsflächen metallisch überbrückt wird und dadurch zusätzliche Wirbelstromverluste entstehen.

Da ich ebenfalls häufig die Beobachtung gemacht habe, daß die an fertigen Transformatoren gemessenen Verluste um zirka 20 bis 30% größer waren als die berechneten, so habe ich die Sache genauer untersucht und dabei konstatiert, daß außer dem Einflusse der Bearbeitung auch der Umstand eine Rolle spielt, daß der effektive Eisenquerschnitt des fertigen Blechpaketes meistens kleiner ist, als man gewöhnlich annimmt. Dieser Unterschied zeigt sich hauptsächlich bei legierten Blechen, die eine dickere Zunderschicht und größere Unebenheiten aufweisen als normale Dynamobleche. Gewöhnlich nimmt man an, daß durch die Isolation und die Unebenheiten durchschnittlich 10% des vom Blechpaket eingenommenen Raumes verloren gehen und demzufolge der effektive Eisenquerschnitt 0·9 des Gesamtquerschnittes sei. Bei 0·5 *mm* dicken normalen Dynamoblechen trifft diese Annahme praktisch genügend genau zu, während bei 0·3 *mm* dicken legierten Blechen in Wirklichkeit höchstens 85% des Gesamtquerschnittes magnetisch wirksam sind, so daß die Kraftliniendichte im Verhältnis von 0·9 : 0·85 = = 1·06 und dementsprechend auch die Verluste schon aus dieser rein rechnerischen Ursache größer ausfallen müssen, als man erwartet hat.

Um daher bei derartigen vergleichenden Untersuchungen den Einfluß der einzelnen Fehlerquellen möglichst scharf zu trennen, ist es wichtig, den effektiven Eisenquerschnitt direkt, das heißt durch Abzählen der in dem untersuchten Blechpakete tatsächlich vorhandenen Bleche und Messen der Dicke der von Zunderschicht und Isolation befreiten blanken Bleche zu bestimmen. Noch genauer wäre es natürlich, den effektiven, in Rechnung zu setzenden Eisenquerschnitt aus dem Gewichte der Bleche zu bestimmen, wodurch zugleich der Einfluß der Bolzenlöcher ziemlich genau berücksichtigt wird. Es wäre von Interesse, wenn Herr Fischer-Hinnen angeben würde, in welcher Weise er bei seinen Versuchen den tatsächlichen effektiven Eisenquerschnitt bestimmt hat.

Bezüglich der von Herrn Fischer-Hinnen erwähnten Abhängigkeit des Exponenten der Steinmetzschen Formel von der Kraftliniendichte erlaube ich mir zu bemerken, daß bereits Herr Rudolf Richter auf Seite 1241 der E. T. Z. vom Jahre 1910 eine Formel zur Berechnung der Hysteresisverluste angegeben hat, worin ebenfalls der Exponent 1·6 durch 2 ersetzt wurde, weil sich dadurch innerhalb des in Betracht kommenden Sättigungsbereiches eine genauere und zugleich einfachere Berechnung der Hysteresisverluste erzielen läßt. Während jedoch Herr Richter die Hysteresisverluste durch einen zweigliederigen Ausdruck darstellt, in welchem die Kraftliniendichte in der ersten und zweiten Potenz erscheint, setzt Herr Fischer-Hinnen die Hysteresisverluste nur der zweiten Potenz der Kraftliniendichte proportional, wodurch zwar die Rechnung sehr vereinfacht aber weniger genau wird, als bei Anwendung der Richterschen Hysteresisformel.

Erweitert man diese Formel durch Hinzufügung der Formel für die Wirbelstromverluste, so erhält man für die gesamten Eisenverluste den Ausdruck

$$P_{h+w} = V\left\{\sim\left[a\frac{B}{1000}+b\left(\frac{B}{1000}\right)^2\right]+c\,\varepsilon\left(\sim\delta\frac{B}{1000}\right)^2\right\},$$

worin V das Eisenvolumen, $\sim$ die Frequenz, B den Maximalwert der Kraftliniendichte, δ die Blechdicke, a, b, c und ε Koeffizienten bedeuten, die von den Materialeigenschaften und den gewählten Maßeinheiten abhängen. Durch Zusammenfassung der genannten Koeffizienten erhält man für eine bestimmte Blechdicke und Frequenz

$$P_{h+w} = V(\alpha B + \beta B^2).$$

Diese beiden Ausdrücke sind für die analytische Behandlung technischer Aufgaben, zum Beispiel Bestimmung der günstigsten Blechdicke, viel geeigneter als jene, die den Steinmetzschen Exponenten 1·6 enthalten, weil letztere wegen ihres transzendenten Charakters meist zu komplizierten, für praktische Zwecke nicht gut verwendbaren Resultaten führen.

Ich möchte nun mit Hilfe obiger Ausdrücke die von Herrn Fischer-Hinnen nur kurz behandelte Frage nach der günstigsten Blechdicke eines Transformators auf analytischem Wege untersuchen und zwar in qualitativer Hinsicht, da es mir im vorliegenden Fall darauf ankommt, festzustellen, welche Faktoren dabei hauptsächlich in Betracht kommen.

Die drei Dimensionen des vom Kraftfluß Φ durchsetzten Eisenkernes seien der Einfachheit halber gleich 1 angenommen; das Volumen und der effektive Querschnitt des Eisenkernes sind dann $\frac{\delta}{\delta+i}$, wenn δ die Dicke des blanken Bleches und i die Dicke der Isolationsschicht inklusive der Unebenheiten des Bleches bedeuten. Die Kraftliniendichte $B = \Phi\frac{\delta+i}{\delta}$ und daher der gesamte Eisenverlust

$$P_{h+w} = k_1\Phi + k_2\Phi^2\frac{\delta+i}{\delta} + k_3\Phi^2(\delta+i)\delta,$$

wobei k_1 k_2 und k_3 Koeffizienten bedeuten, die sich nach einigen Zwischenrechnungen aus der Vereinigung der bereits besprochenen Koeffizienten und der Frequenz ergeben.

Wenn wir nun den ersten Differentialquotienten bilden und gleich Null setzen, so erhalten wir

$$\frac{d\,P_{h+w}}{d\,\delta} = -k_2\Phi^2\frac{i}{\delta^2} + k_3\Phi^2(2\delta+i) = 0$$

und

$$\delta^2(2\delta+i) = \frac{k_2}{k_3}i$$

oder, wenn man i gegen 2δ vernachlässigen kann,

$$\delta \doteq 0{\cdot}79\sqrt[3]{\frac{k_2}{k_3}i}$$

Wir ersehen hieraus, daß bei gegebener Isolationsdicke, Kraftlinienzahl und Frequenz die günstigste Blechdicke unabhängig von der Kraftliniendichte ist und nur von der Frequenz und den Eigenschaften des verwendeten Materials abhängt. Der gefundene Ausdruck ist viel einfacher und insbesondere für legierte Bleche innerhalb des in Betracht kommenden Verwendungsbereiches genauer als die auf Grund der Steinmetzschen Formel abgeleiteten Beziehungen. Zu bemerken wäre noch, daß man in qualitativer Hinsicht zu dem gleichen Resultate gelangt, wenn man nach dem Vorgange des Herrn Fischer-Hinnen in der Formel für die Eisenverluste das Glied mit der ersten Potenz der Kraftliniendichte vernachlässigt, weil es bei der Differentiation herausfällt.

Preßburg, 12. Jänner 1914. *Arthur Müller.*

Erwiderung.

Zu den von Herrn Artur Müller gestellten Fragen ist folgendes zu bemerken: Für die Bestimmung des effektiven Eisenquerschnittes der Probebleche war, wie üblich, das Eisengewicht maßgebend. Anders verhält sich die Sache bei fertigen Transformatoren und Maschinen, wo eine nachträgliche Feststellung des genauen Gewichtes aus naheliegenden Gründen ausgeschlossen war.

Nun haben zahlreiche Versuche gezeigt, daß der Füllfaktor bei 0·3 bis 0·35 *mm*-Blechen im Mittel gleich 0·8, bei 0·5 *mm*-Blechen gleich 0·87 gesetzt werden kann, was ich auch an anderer Stelle angegeben habe. Selbstverständlich sind diese Zahlen, je nach der Art der Behandlung, kleinen Schwankungen unterworfen. Im Grunde genommen kommt es aber auch weniger auf mathematisch genaue Zahlen als auf gute Durchschnittswerte an, weil der Praktiker nun einmal mit derartigen Ungenauigkeiten in der Fabrikation rechnen muß.

Was die von Herrn Müller versuchte Bestimmung der günstigsten Blechdicke anbelangt, so übersieht er vollständig, daß die von ihm eingeführte „Konstante" k_3 in Wirklichkeit eine Funktion der Blechdicke ist, da sie neben anderem auch den spezifischen Widerstand enthält. Wie sehr aber dieser mit der Blechdicke variiert, zeigt beispielsweise die Kurve Fig. 9, wo der spezifische Widerstand zweier 1·8-wattigen Bleche, je nach der Blechdicke 0·35 bezw. 0·5 *mm* zu 0·2 bezw. 0·6 gemessen wurde.

Selbstverständlich ist diese Abhängigkeit des spezifischen Widerstandes von der Blechdicke nur eine indirekte und erklärt sich daraus, daß man mit dickeren Blechen die gleiche Verlustziffer nur erreichen kann, indem man den Blechen einen bedeutend höheren spezifischen Widerstand gibt.

Somit führt das von Herrn Müller vorgeschlagene Verfahren zu einem vollständig unrichtigen Resultate.

Oerlikon, 27. Jänner 1914. *J. Fischer-Hinnen.*

Digitized by Google

Vereins-Nachrichten.

Chronik des Vereines.

7. Jänner: Vereinsversammlung. Vorsitzender: Präsident Direktor Gebhard. Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Friedrich Wellner: „Über elektrische Puffermaschinen". (Der Vortrag wird demnächst veröffentlicht werden.)

9. Jänner: Ausschußsitzung. Vorsitzender: Präsident Direktor Gebhard. Tagesordnung: 1. Verifizierung des Protokolls der Ausschußsitzung vom 18. Dezember 1913. 2. Einlauf. 3. Anträge, betreffend Schaffung einer Beratungsstelle für elektrische Anlagen im k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten. 4. Satzungen für Zweigvereine. 5. Verschiedenes. 6. Aufnahme neuer Mitglieder.

10. Jänner: Komiteesitzung. Vorsitzender: Ober-Ing. Rudolph. Tagesordnung: Beratung folgender Entwürfe des Verbandes Deutscher Elektrotechniker: 1. Konstruktions- und Prüfungsvorschriften für Installationsmaterial. 2. Leitsätze für Starkstromhandapparate.

13. Jänner: Komiteesitzung. Vorsitzender: Ober-Ing. Rudolph. Tagesordnung wie in der Sitzung vom 10. Jänner.

21. Jänner: Vereinsversammlung. Vorsitzender: Vizepräsident Prof. Dr. Pichelmayer. Vortrag des Herrn Dr.-Ing. Walter Conrad über „Bau und Betrieb von Seilschwebebahnen für Personenverkehr". (Über den Vortrag wird später eingehender berichtet werden.)

27. Jänner: Komiteesitzung. Vorsitzender: Dr. Miesler. Tagesordnung: Beratung nachfolgender Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker 1. Leitsätze für elektrische Fernmeldeanlagen. 2. Leitsätze der Gebäude gegen Blitz. 3. Entwurf von Normalien für isolierte Leitungen bei Fernmeldeanlagen.

4. Februar: Vereinsversammlung. Vorsitzender: Präsident Direktor Gebhard. Der Vorsitzende hält folgende Ansprache an die Versammlung, welche diese stehend anhört:

„Am 23. Jänner wurde uns unser Vizepräsident Prof. Dr. Pichelmayer durch den Tod entrissen; am 25. Jänner haben wir ihn zur letzten Ruhestätte geleitet. Der Vereinsausschuß und viele Mitglieder haben dem Verewigten die letzte Ehre erwiesen. Der Rektor der Technischen Hochschule, Se. Magn. Prof. Dr. Sahulka, hat am Grabe auch im Namen des Vereines einige Abschiedsworte gesprochen. (Der Präsident verliest die Grabrede, die bereits in unserer Traueranzeige in der Zeitschrift abgedruckt war.)

Prof. Dr. Pichelmayer wurde 1910 zum Ausschußmitglied gewählt und 1912 übertrug ihm der Verein das Amt eines Vizepräsidenten. Der Verstorbene hat sich aufs eifrigste der Vereinstätigkeit in den verschiedensten fachlichen Komitees gewidmet. Er war Obmann des Redaktionskomitees und Referent im Österreichischen elektrotechnischen Komitee der I. E. C.

Pichelmayer war eine Zierde der Menschheit, der Technik und insbesondere der Elektrotechniker. Der Verstorbene war das, was wir beim Menschen am höchsten stellen — er war ein Charakter. Es ist daher nicht zu verwundern, daß uns so viele von Herzen kommende Trauerkundgebungen eingelangt sind."

Der Präsident verliest die nachfolgenden dem Präsidium zugekommenen Trauerkundgebungen:

Das Österreichische Elektrotechnische Komitee der Internationalen Elektrotechnischen Kommission beklagt in dem frühen Hingange Prof. Pichelmayers den Verlust eines seiner Gründer und eines seiner eifrigsten Mitglieder.

Als vor bald zehn Jahren von London aus der Ruf jener Männer durch die Welt ging, welche den Elektrotechnikern aller Länder empfahlen, gewisse Fragen in der Elektrotechnik international zu regeln, da war Pichelmayer einer der ersten, der die Bedeutung dieses Unternehmens für die elektrotechnische Industrie und den elektrotechnischen Unterricht erkannte. Er stand der Leitung des Elektrotechnischen Vereines in Wien, als sie daran ging, ein elektrotechnisches Komitee zu gründen, zur Seite und vertrat den Verein im Sommer 1906 bei den Beratungen der Internationalen Elektrotechnischen Kommission in London. Aber erst drei Jahre später konnte das unterdessen neugegründete elektrotechnische Komitee seine eigentliche Tätigkeit aufnehmen. Und da war es wieder Prof. Pichelmayer, der mit vollem Eifer sich der Beratung der aufgeworfenen Fragen widmete. Als Referent für die Vorschläge, betreffend die einheitliche Bemessung und Bewertung von Maschinen und Apparaten hat er, gestützt auf seine reiche Erfahrung auf dem Gebiete des Dynamobaues, die von der Zentrale in London ausgehenden Entwürfe kritisch beleuchtet und dann seine Ansichten auf dem beratenden Kongreß in Zürich vertreten, die vor knapp Jahresfrist stattfand. Welche Hochachtung und Verehrung Professor Pichelmayer sich unter den ausländischen Mitgliedern der Internationalen Elektrotechnischen Kommission erworben hat, beleuchtet am besten ein Brief, der dem Präsidenten des Österreichischen Komitees von seiten des Generalsekretärs der Internationalen Elektrotechnischen Kommission, Herrn Le Maistre, zugekommen ist. Herr Le Maistre schreibt:

„Mit dem Gefühle tiefsten Bedauerns erhielt ich heute die Nachricht von Dr. Pichelmayers Hinscheiden.

Wollen Sie so freundlich sein und der Mutter Professor Pichelmayers mein innigstes Beileid zu diesem großen Verluste übermitteln, den mit ihr so viele wahre Freunde ihres Sohnes, auch außerhalb seines Vaterlandes, erlitten haben.

Was mich selbst anlangt, so kann ich nur sagen, daß man einen genialeren und liebenswerteren Menschen nicht leicht wiederfindet und daß die Internationale Elektrotechnische Kommission für diesen Verlust schwer Ersatz finden wird. Ich werde mich immer mit aufrichtigem Vergnügen an die letzte Gelegenheit, bei welcher ich Prof. Pichelmayer traf, erinnern; es war dies gerade vor einem Jahre in Zürich. Ich bin überzeugt, die Delegierten des „Rating Committee" diese Nachricht mit dem Gefühl eines absolut persönlichen Verlustes empfangen werden."

Diesen beredten Worten schließt sich das Österreichische Elektrotechnische Komitee in tiefer Trauer an. Das Hinscheiden Prof. Pichelmayers reißt eine klaffende Lücke in die Reihe der Mitglieder des österreichischen Komitees, das dem teueren Toten in alle Zukunft ein ehrendes Angedenken bewahren wird.

Prof. Schlenk,
Präsident des Österreichischen Komitees der Internationalen Elektrotechnischen Kommission.

Noch unter dem erschütternden Eindrucke stehend, den das unerwartete Hinscheiden des Prof. Dr. Karl Pichelmayer auf alle gemacht hat, richte ich diese Zeilen an das Vereinspräsidium und gebe der wärmsten Teilnahme Ausdruck, welche das Professorenkollegium der Grazer Technischen Hochschule an dem schweren Verluste nimmt, den der Elektrotechnische Verein durch den Tod seines Vizepräsidenten erlitten hat.

Der Verblichene war ein Sohn der Steiermark und hat an unserer Schule seine wissenschaftliche Ausbildung begonnen. Das Professorenkollegium betrauert nicht nur den Tod des ausgezeichneten Technikers und hervorragenden Lehrers, sondern auch den frühen Heimgang des Ehrendoktors der Grazer Hochschule, an den sich dieselbe mit Freude erinnerte und den sie mit berechtigtem Stolze zu den Ihrigen zählte.

Ich selbst beklage in dem Verluste des teuren Verewigten noch viel mehr: Pichelmayer war mir immer ein lieber trauter Freund. Vor etwa einem Vierteljahrhundert schon lernte ich ihn kennen, als er noch an der hiesigen technischen Hochschule seinen Studien oblag, darauf stand er mir ein Jahr lang als Assistent zur Seite und dann führte ihn sein Weg hinaus in die technische Praxis, wo es ihm beschieden war, sich rasch Wertschätzung und Anerkennung seiner Leistungen zu erringen. Wenn sich unsere Wege später auch seltener kreuzten, stets bestand zwischen uns ein Band herzlichster Zuneigung und aufrichtiger Freundschaft – und oftmals denke ich mit wehmütigen Gefühlen der lange hinter uns liegenden schönen Zeit unseres Zusammenwirkens. Ich habe Gelegenheit gehabt, in seine jugendliche Seele zu schauen, seine edlen Herzens- und Charaktereigenschaften zu schätzen und mich an seiner Entwicklung und an den vielen schönen Erfolgen zu freuen, von denen seine wissenschaftliche wie auch praktische Tätigkeit begleitet waren.

In tiefem Schmerze lege ich diese Palme treuer Erinnerung auf das Grab des jüngeren Freundes, den ich mitten aus der Vollkraft seines Schaffens, wie eine vom Blitz gefällte Eiche, jählings hinabsinken sehen mußte.

Möge das geehrte Vereinspräsidium auch den Ausdruck meines persönlichen innigsten Beileides an seiner Trauer entgegennehmen!

Dr. Albert Ettingshausen,
dz. Prorektor.

Tieferschüttert durch die Trauernachricht von dem Ableben unseres hochgeschätzten Vizepräsidenten, des Herrn Professors Dr. Ing. Karl Pichlmayer, bitte ich das hochgeehrte Präsidium, den Ausdruck meines innigsten Beileids entgegenzunehmen. Wir betrauern in dem Verblichenen den Verlust eines hervorragenden Fachgenossen, der uns in besten Jahren seiner erfolgreichen wissenschaftlichen Tätigkeit entrissen wurde. Er war edel und gut, voll Liebe für die Wissenschaft und auch für die studierende Jugend, deren geistiges Wohl ihm sehr am Herzen lag.

Digitized by Google

Ich persönlich betrauere in ihm den Verlust eines sehr lieb gewonnenen Fachkollegen, der mit anderen seine näheren Kollegen in der Ausgestaltung des elektrotechnischen Unterrichtes in Österreich gleiche Ziele wie ich verfolgte.

Ehre seinem Andenken! Er bleibt unvergeßlich allen, die ihn näher kannten.

Prag, den 2. Februar 1914. *Puluj.*

Tief erschüttert von der Nachricht über das jähe Hinscheiden Ihres allverehrten Herrn Vizepräsidenten, Prof. Dr. Karl Pichelmayer, fühlen wir das Bedürfnis, Ihnen unsere aufrichtigste Teilnahme an dem so überaus schweren Verluste auszudrücken.

Wir vereinigen uns mit Ihnen in der schmerzlichen Trauer über den so viel zu frühen Heimgang dieses edlen Menschen und gelehrten Fachmannes, den auch wir viele Jahre als einen unserer besten Mitarbeiter schätzen durften und dessen Andenken in unserem Hause stets in hohen Ehren bleiben wird.

In ausgezeichneter Hochachtung

Österreichische Siemens-Schuckert-Werke.

Wien, den 26. Jänner 1914.

Das Charakterbild Pichelmayers und die Verehrung, die der Verstorbene bei seinen Schülern genossen hat, gehen am besten aus einer Zuschrift eines ehemaligen Hörers hervor:

Am 23. Jänner 1914 starb Prof. Dr. Karl Pichelmayer nach kurzem Leiden. Unmöglich ist es, heute, unter dem ersten Eindrucke dieser erschütternden Nachricht, die Bedeutung seiner Persönlichkeit auch nur einigermaßen zu würdigen. Mit Pichelmayer verliert die elektrotechnische Wissenschaft einen ihrer glänzendsten Vertreter, die Technische Hochschule in Wien einen ihrer Besten, die akademische Jugend ihren väterlichen Freund.

Wie viele der Älteren kam Pichelmayer vom Maschinenbau zur Elektrotechnik und der Maschinenbauer war es, der dem Elektrotechniker die Wege wies. Das kennzeichnet schon die Richtung, die er in der Theorie einschlug. Die Erscheinungen so allgemein wie möglich, dabei aber physikalisch absolut durchsichtig zu erklären und zu formulieren, war sein Hauptzweck. Pichelmayer begründete damit für die Vorgänge in elektrischen Maschinen eine ganz eigene, wenn auch keineswegs leichte Behandlungs- und Betrachtungsweise, ganz in Anlehnung an die berühmte österreichische Physikerschule, vor allem an Boltzmann, dessen Schüler sich Pichelmayer oft mit Stolz nannte. Dabei war Pichelmayer ein durchaus universeller Geist, dem die Analyse niemals Endzweck war, der das kleinliche Theoretisieren ohne Ziel mit Recht als unwissenschaftlich verwarf. Vom Maschinenbau konstruktiv hervorragend geschult war, er mit seiner reichen praktischen Erfahrung zum akademischen Lehrer wie kein zweiter berufen, der seinen Hörern Verständnis für Theorie und Praxis vermitteln, wie begeistern und hinreißen konnte.

Wer aber zu dem Kreis jener gehört hat, die unter seiner Führung zu Anfang des Jahrhunderts bei Siemens & Halske in Leopoldau arbeiteten und ihm menschlich näher treten durften, sie sprechen in Verehrung von ihrem Meister, von seinem gründlichen Wissen, seinem trefflichen Charakter, von seinem göttlichen Humor und seinem oft rührend kindlichen Gemüt.

Wir aber, die wir als junge Brauseköpfe an einem denkwürdigen 11. Jänner 1906 im stolzen Hörsaal III im neuen Elektrotechnischen Institut in Pichelmayers erster Vorlesung andächtig seinen Worten lauschten, wir wollen Techniker werden in seinem Sinne, wie er es damals wollte wahrhaft und gerade, gereinigt von aller Kleinlichkeit, um des großen Toten wert zu sein, in dem wir den Vater verloren haben.

Er war ein Mann, nehmt alles nur in allem,
Ich werde niemals seinesgleichen sehen.

Das Patentblatt widmet dem Verstorbenen, der Mitglied des k. k. Patentgerichtshofes war, einen tiefempfundenen Nachruf, welcher nach einer Schilderung des Lebenslaufes des Verblichenen mit folgenden Worten schließt:

Dem Patentgerichtshofe gehörte Pichelmayer als fachtechnisches Mitglied seit dem Jahre 1908 an. In dieser Eigenschaft hat er an zahlreichen Verhandlungen des Gerichtshofes mitgewirkt und reichlich Gelegenheit gefunden, sein vielseitiges Wissen und sein klares Urteil auch außerhalb seines engeren Arbeitsgebietes erfolgreich zu betätigen. Machten diese Eigenschaften Pichelmayer zu einem höchst wertvollen Mitarbeiter, so erwarben ihm seine persönliche Bescheidenheit und sein biederes Wesen rasch die Sympathie der Mitglieder des Gerichtshofes. In der langen Reihe jener, die Pichelmayer dauernd ein ehrendes Gedenken bewahren werden wird auch der Patentgerichtshof nicht fehlen.

Vereinsversammlungen.

Die Vereinsversammlungen werden, wenn nicht anders angegeben, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 11, I. Stock, abgehalten und wurden hiefür für die Vortragsaison 1913/14 folgende Tage festgesetzt: 18. Februar, 4. und 18. März und 1. und 8. April 1914.

Vortrag.

Mittwoch den 18. Februar, 7 Uhr abends, Vortrag des Herrn Ober-Ing. Karl Weltzl über: „Richtlinien für den Bau großer Wasserkraftgeneratoren“ (mit Lichtbildern).

Die Vereinsleitung.

Elektrotechnischer Verein in Brünn.

Vereinsversammlungen im großen Hörsaale Nr. 82/83, im Erweiterungsbau der Deutschen Technischen Hochschule, Jodokstraße Nr. 10.

Dienstag den 17. Februar 1914, 7 Uhr abends: Vortrag des Herrn Landes-Ober-Ing. Karl Suwald über: „Die Elektrifizierung Mährens“. (Mit Vorführung von Lichtbildern.)

Dienstag den 3. März, 7 Uhr abends: III. Teil des Vortrages des Herrn k. k. Baurates Ing. Stephan Riedel über: „Drahtlose Telegraphie in leichtfaßlicher Darstellung“. (Mit Lichtbildern und Experimenten.)

Der Vorstand.

Personalnachricht.

Professor Dr. Adalbert von Waltenhofen †.

Abermals hat die Elektrotechnik, besonders die Wiener Schule und mit ihr der Elektrotechnische Verein in Wien, einen schweren Verlust erlitten. Hofrat Prof. Dr. Adalbert v. Waltenhofen ist, 86jährig, am 5. Februar nach langem Leiden verschieden. Mit ihm ist der älteste Elektrotechniker Österreichs dahingegangen.

Auch Waltenhofen war ein Sohn der Steiermark, wie der jüngere, im Tode ihm vorangehende Pichelmayer. In Graz hat er seinen Studien oblegen und schon mit 25 Jahren die Stelle eines Professors der Physik an der Innsbrucker Universität bekleidet. Von Tirol ging er nach Prag und hierauf, 1883, nach Wien, wo er durch die Gründung des Elektrotechnischen Institutes an der Wiener Technischen Hochschule, den Grundstein zum elektrotechnischen Unterricht in Österreich gelegt hat.

Waltenhofen gehörte zu den Gründern des Elektrotechnischen Vereines, dem er seit April 1883 angehörte; von 1889 bis 1891 war er Präsident des Vereines, der ihn vor Jahresfrist zum Ehrenmitglied ernannte.

Der Verein hat an der Bahre des Verblichenen ein Blumengewinde niedergelegt und war beim Leichenbegängnis durch die Vereinsfunktionäre und zahlreiche Mitglieder vertreten.

Eine Würdigung der Bedeutung Waltenhofens für die Elektrotechnik soll einem späteren Aufsatz vorbehalten bleiben.

Schluß der Redaktion am 10. Februar 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 12. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Die Dimensionierung von glockenförmigen Lasthebemagneten mit Rücksicht auf Erwärmung und geringste Materialkosten. Von Karl Metzler, Ilmenau, Th. 157
Die magnetische Prüfung von Stahlguß und Gußeisen mit Einrichtungen für den praktischen Gebrauch. Von H. Schübbe 163
Rundschau:
Elektrizitätswerke, Anlagen 168
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 168
Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 170
Dynamomaschinen, Transformatoren 170
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 171
Leitungen 171
Elektrische Beleuchtung 171
Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen 171
Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 172
Elektrische Apparate 172
Funkentelegraphie und -Telephonie 173
Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen 173
Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 173
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 173
Strahlungslehre 174
Wirtschaftliches 174
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Gasturbinen 174
Elektrotechnischer Verein in Brünn 176
Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein 176
Österreichischer Verband des Vereines Deutscher Ingenieure . 176
Vereinsnachrichten 176
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *101—116*

Die Dimensionierung von glockenförmigen Lasthebemagneten mit Rücksicht auf Erwärmung und geringste Materialkosten.

Von **Karl Metzler**, Ilmenau, Th.

Die Spule Fig. 1 habe w Windungen und einen Widerstand von $r\,\Omega$.

Nach dem Induktionsgesetz ist die Gegenspannung:

$$E_s = -\,w\,\frac{d\Phi}{dt}\,.\,10^{-8}\ \text{Volt.}$$

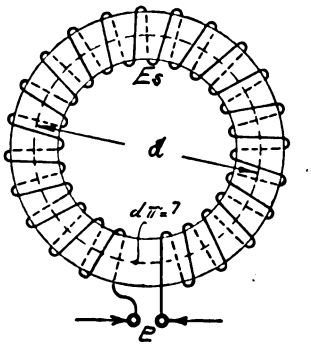


Fig. 1.

Sie wird überwunden durch die Komponente der Klemmenspannung:

$$E_s' = -\,E_s = +\,w\,\frac{d\Phi}{dt}\,.\,10^{-8}\ \text{Volt.}$$

Fließt durch die Spule der Strom i Ampere, so ist daher:

$$e = i\,.\,r + E_s'$$

oder

$$e = i\,.\,r + w\,.\,\frac{d\Phi}{dt}\,.\,10^{-8}\ \text{Volt.}$$

Auf beiden Seiten mit i multipliziert ergibt:

$$i\,.\,e = i^2\,.\,r + w\,.\,i\,.\,\frac{d\Phi}{dt}\,.\,10^{-8}\ \text{Watt.}$$

$$i\,.\,e\,.\,dt = i^2\,.\,r\,.\,dt + w\,.\,i\,.\,d\Phi\,.\,10^{-8}\ .\ .\ .\ 1).$$

Auf der linken Seite steht die zugeführte Arbeit während der Zeit dt. Sie zerlegt sich in zwei Teile. Der erste, $dA_1 = i^2\,.\,r\,.\,dt$, wird in der Wicklung in Wärme umgesetzt, die Spule erhitzt sich. Der zweite Teil, $dA_2 = w\,.\,i\,.\,d\Phi\,.\,10^{-8}$, die innere Stromenergie, ist in Form von potentieller Energie aufgespeichert. Verschwindet der Strom i, so wird dA_2 wieder an den Stromkreis zurückgegeben. Enthält die Spule kein Eisen, so wird die innere Stromenergie vollständig zurückgegeben; ist Eisen vorhanden, so wird infolge der Hysterese ein Teil im Eisen in Wärme umgesetzt.

Für die eisenlose Spule ist der Selbstinduktionskoeffizient

$$L = 0{\cdot}4\,\pi\,w^2\,\frac{Q_L}{l}\,.\,10^{-8}\ \text{Henry.}$$

Q_L ist der Querschnitt der Spule, und l die Länge der Kraftlinien.

Die durch Q_L hindurchtretende Gesamtkraftlinienmenge ist

$$\Phi = Q_L\,.\,B_L,$$

wenn

$$B_L = 0{\cdot}4\,\pi\,\frac{w\,.\,i}{l},$$

die Kraftliniendichte in der Luft bedeutet.

$$\Phi = 0{\cdot}4\,\pi\,\frac{w\,.\,i}{l}\,.\,Q_L = \frac{L\,.\,i}{w}\,10^8$$

$$d\Phi = \frac{L}{w}\,.\,di\,.\,10^8.$$

Setzt man diesen Wert in die Gleichung für die innere Stromenergie ein, so wird:

$$dA_2 = L\,.\,i\,.\,di.$$

Digitized by Google

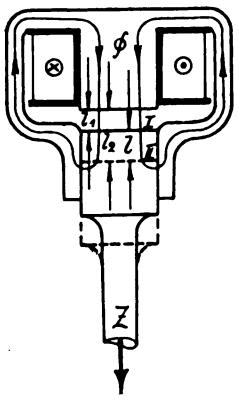


Fig. 2.

Läßt man den Strom von 0 bis i anwachsen, so wird

$$A_2 = \int_0^i L \,.\, i \,.\, d\,i = \frac{L \,.\, i^2}{2} \quad .2).$$

In Fig. 2 sei der magnetische Widerstand im Eisen gegen den des Luftspaltes vernachlässigbar klein. In Stellung *I* ist die Kraftlinienlänge in Luft l_1 *cm*, also der Selbstinduktionskoeffizient

$$L_1 = 0{\cdot}4\,\pi\,\frac{w^2 \,.\, Q_L}{l_1} \,.\, 10^{-8},$$

die innere Stromenergie

$$A_{2\,I} = \frac{L_1 \,.\, i^2}{2}.$$

Durch die Zugkraft Z *kg* werde die Länge der Kraftlinien auf l_2 *cm* gebracht.

Die von Z geleistete mechanische Arbeit ist dann

$$\frac{Z\,(l_2 - l_1)}{100} = \frac{Z \,.\, l}{100}\ mkg.$$

Der Selbstinduktionskoeffizient ist jetzt:

$$L_2 = 0{\cdot}4\,\pi\,\frac{w^2 \,.\, Q_L}{l_2} \,.\, 10^{-8},$$

die innere Stromenergie

$$A_{2\,II} = \frac{L_2 \,.\, i^2}{2}.$$

Die Differenz $A_{2\,II} - A_{2\,I}$ ist die mechanische Arbeit, also:

$$\frac{i^2}{2}\,(L_2 - L_1) = 9{\cdot}81\,\frac{Z \,.\, l}{100}\ \text{Watt/Sek.}$$

Setzt man die Werte von L_1 und L_2 noch ein, so wird:

$$\frac{i^2}{2} \,.\, 0{\cdot}4\,\pi\,w^2 \,.\, Q_L \,.\, 10^{-8}\left(\frac{1}{l_2} - \frac{1}{l_1}\right) = 9{\cdot}81\,\frac{Z \,.\, l}{100}$$

$$Z = \left(\frac{100 \,.\, 0{\cdot}4\,\pi}{2 \,.\, 9{\cdot}81} \,.\, 10^{-8}\right)\frac{w^2 \,.\, i^2 \,.\, Q_L}{l^2}.$$

Nun ist

$$\frac{w \,.\, i}{l} = \frac{B_L}{0{\cdot}4\,\pi},$$

also

$$\frac{w^2 \,.\, i^2}{l^2} = \frac{B_L^2}{(0{\cdot}4\,\pi)^2}$$

und damit

$$Z = \left(\frac{100 \,.\, 0{\cdot}4\,\pi}{2 \,.\, 9{\cdot}81 \,.\, (0{\cdot}4\,\pi)^2}\ 10^{-8}\right) . B_L^2 \,.\, Q_L$$

oder

$$Z = \frac{B_L^2 \,.\, Q_L}{24{\cdot}6 \,.\, 10^6}\ kg \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3).$$

Für unsere Zwecke genügend genau ist:

$$Z = \frac{B_L^2 \,.\, Q_L}{25 \,.\, 10^6} = \left(\frac{B_L}{5000}\right)^2 . Q_L\ kg.$$

Setzt man noch $B_L = 1000\,B_0$, so wird:

$$Z = B_0^2 \,.\, \frac{Q_L}{25}\ kg \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3a).$$

Es bezeichne für den in Fig. 3 gezeichneten Glockenmagneten:

AW_L = Amperewindungen für den Luftspalt.
AW_g = Gesamtamperewindungszahl des Magneten.
Q_L = Luftquerschnitt in cm^2.
Q_e = Eisenquerschnitt in cm^2.
l_e = Mittlere Kraftlinienlänge im Eisen in *cm*.
δ = Mittlere Kraftlinienlänge in Luft in *cm*.
σ = Streuungskoeffizient.
l_K = Mittlere Länge einer Windung in *cm*.
γ_e = Spezifisches Gewicht des Eisens.
γ_K = Spezifisches Gewicht der Wicklung.
M_e = Kosten pro *kg* Eisen in Mark.
M_K = Kosten pro *kg* Wicklung in Mark.
w = Windungszahl der Wicklung.
k = Spezifische Leitfähigkeit der Wicklung.
r = Widerstand der Wicklung im Ohm.
L_e = Erregerleistung in Watt.
q = Querschnitt der Wicklung in mm^2.
G_e = Eisengewicht in *kg*.
G_K = Wicklungsgewicht in *kg*.
T = Temperaturerhöhung der Wicklung in °C.

Aus Gleichung 3*a*) folgt:

$$Q_L = \frac{25\,Z}{B_0^2}.$$

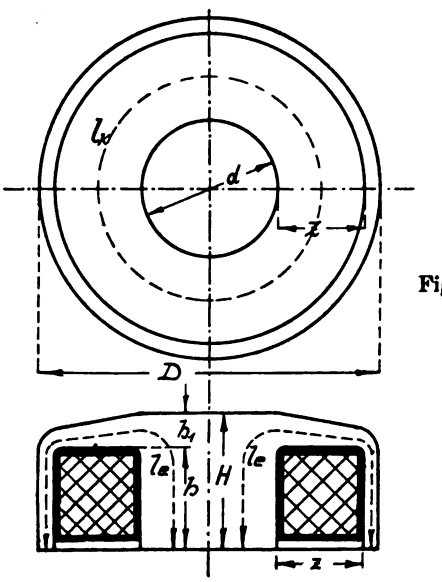


Fig. 3.

Da

$$B_0 = 1{\cdot}25\,\frac{AW_L}{1000\,\delta},$$

so wird auch

$$Q_L = \frac{25\,Z \,.\, 10^6\,\delta^2}{1{\cdot}25^2 \,.\, AW_L^2} = \frac{16\,Z \,.\, \delta^2}{\left(\frac{AW_L}{1000}\right)^2}.$$

Das Eisengewicht ist:

$$G_e = \frac{Q_e}{2} \,.\, l_e \,.\, \gamma_e \,.\, 10^{-8} = \frac{Q_L}{2000}\left(\frac{Q_e}{Q_L}\right) l_e \,.\, \gamma_e\ kg$$

$$G_e = \frac{16\,Z \,.\, \delta^2}{\left(\frac{AW_L}{1000}\right)^2 \,.\, 2000} \cdot \left(\frac{Q_e}{Q_L}\right) l_e \,.\, \gamma_e$$

$$G_e = \frac{Z \,.\, \delta^2 \,.\, l_e \,.\, \gamma_e \left(\frac{Q_e}{Q_L}\right)}{125\left(\frac{AW_L}{1000}\right)^2}\ kg \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4).$$

Die Materialkosten des Eisens betragen:

$$P_e = \frac{Z \,.\, \delta^2 \,.\, l_e \,.\, \gamma_e \left(\frac{Q_e}{Q_L}\right) . M_e}{125\left(\frac{AW_L}{1000}\right)^2}\ \text{Mark} \quad . \quad . \quad 5).$$

Digitized by Google

Das Spulengewicht ist:

$$G_K = w \,.\, l_K \,.\, \frac{q}{100} \,.\, \gamma_K \,.\, 10^{-3}\ kg$$

$$r = \frac{w \,.\, l_K}{100\, k \,.\, q},$$

also

$$q = \frac{w \,.\, l_K}{100\, k \,.\, r}$$

$$G_K = \frac{(w \,.\, l_K)^2 \,.\, \gamma_K}{10^7 \,.\, k \,.\, r}.$$

Setzt man noch $r = \frac{L_e}{i^2}$ ein, so wird

$$G_K = \frac{(i \,.\, w)^2 \,.\, l_K^2 \,.\, \gamma_K}{10^7 \,.\, k \,.\, L_e}\ kg.$$

Da $i \,.\, w = AW_g$, so wird:

$$G_K = \frac{AW_g^2 \,.\, l_K^2 \,.\, \gamma_K}{10^7 \,.\, k \,.\, L_e}\ kg \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6).$$

Die Materialkosten der Wicklung betragen also:

$$P_K = \frac{AW_g^2 \,.\, l_K^2 \,.\, \gamma_K \,.\, M_K}{10^7 \,.\, k \,.\, L_e}\ \text{Mark} \quad . \quad . \quad 7).$$

Bezeichnet noch

y_K den Wicklungspreis als Teil des Gesamtpreises P,
y_e den Eisenpreis als Teil des Gesamtpreises P,
so ist

$$P_K = y_K \,.\, P = G_K \,.\, M_K$$
$$P_e = y_e \,.\, P = G_e \,.\, M_e$$
$$P = \sqrt{\frac{G_K \,.\, G_e \,.\, M_K \,.\, M_e}{y_K \,.\, y_e}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8).$$

Setzt man hier die Gleichungen 4) und 6) ein, so wird

$$P = \delta \,.\, l_K \sqrt{\frac{Z \,.\, \gamma_e \,.\, \gamma_K \,.\, M_K \,.\, M_e}{1250\, k \,.\, L_e}} \sqrt{\frac{l_e\left(\frac{Q_e}{Q_L}\right)}{y_K \,.\, y_e}} \,.\, \left(\frac{AW_g}{AW_L}\right).$$

Setzt man zur Abkürzung:

$$\delta \sqrt{\frac{Z \,.\, \gamma_e \,.\, \gamma_K \,.\, M_K \,.\, M_e}{1250\, k \,.\, L_e}} = k_1 \quad . \quad 9).$$

so wird

$$P = k_1 \,.\, l_K \left(\frac{AW_g}{AW_L}\right) \sqrt{\frac{l_e\left(\frac{Q_e}{Q_L}\right)}{y_K \,.\, y_e}}\ \text{Mark} \quad . \quad 10).$$

Damit für gegebene Zugkraft Z der Preis P ein Minimum wird, muß

$$y_K = y_e$$

sein, das heißt der Preis der Wicklung gleich dem Eisenpreis *).

$$G_e \,.\, M_e = G_K \,.\, M_K$$

oder

$$\frac{G_e}{G_K} = \frac{M_K}{M_e} = k_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 11).$$

Die Temperaturerhöhung der Wicklung berechnet sich aus:

$$T = \frac{c \,.\, L_e}{O},$$

wenn O die gesamte Oberfläche der Spule in cm^2 bedeutet. Aus einer Arbeit: „Über die Berechnung der Temperaturen im Innern von Magnetspulen" von Doktor L. Binder in Heft 4 des Arch. f. Elektrotech. 1913 ergibt sich für ruhende Spulen $c = 630$, also

$$T = \frac{630 \,.\, L_e}{O} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 12).$$

*) E. Pfiffner kommt in E. T. Z. 1912, Heft 2, zu demselben Ergebnis.

Da während des Arbeitens die Magnete bewegt werden, so ergibt sich aus der Gleichung 12) wohl eine etwas größere Temperaturzunahme als sie wirklich eintritt. Bei der Vorausberechnung kann man daher T nahe der oberen Grenze annehmen. Mit den Abmessungen der Fig. 3 ist die abkühende Oberfläche

$$O = [2\,h + d(\alpha - 1)]\,\frac{\pi}{2}\,d\,(\alpha + 1),$$

wenn

$$\alpha = \sqrt{\left(\frac{D}{d}\right)^2 - 1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 13).$$

Mit Gleichung 12) wird

$$\frac{630\, L_e}{T} = [2\,h + d\,(\alpha - 1)]\,\frac{\pi}{2}\,d\,(\alpha + 1).$$

Hieraus:

$$h = \frac{200\, L_e}{T \,.\, d\,(\alpha + 1)} - \frac{d}{2}\,(\alpha - 1) \quad . \quad . \quad . \quad 14)$$

Das Eisengewicht ist mit den Abmessungen der Fig. 3:

$$G_e = 0{\cdot}00625\, d^2 \left[2\,h + \frac{d}{4}\,(1 + 2\,\alpha)\right] kg \quad . \quad 15),$$

das Spulengewicht

$$G_K = 0{\cdot}0071\, f_K \,.\, h \,.\, d^2\,(\alpha^2 - 1)\ kg \quad . \quad . \quad 16)$$

Dividiert man Gleichung 15) durch 16) so erhält man:

$$k_2 = \frac{0{\cdot}88\left[2\,h + \frac{d}{4}\,(2\,\alpha + 1)\right]}{f_K \,.\, h\,(\alpha^2 - 1)};$$

f_K = Füllfaktor des Spulenquerschnittes.

Löst man die Gleichung nach h auf, so wird

$$h = \frac{0{\cdot}22\, d\,(2\,\alpha + 1)}{k_2 \,.\, f_K\,(\alpha^2 - 1) - 1{\cdot}76} \quad . \quad . \quad . \quad 17).$$

Aus 14) und 17) folgt

$$\frac{200\, L_e}{T \,.\, d\,(\alpha + 1)} - \frac{d}{2}\,(\alpha - 1) = \frac{0{\cdot}22\, d\,(2\,\alpha + 1)}{k_2 \,.\, f_K\,(\alpha^2 - 1) - 1{\cdot}76}.$$

Löst man nach dem Durchmesser d auf, so wird

$$d = \sqrt{\frac{\frac{200\, L_e}{T}}{(\alpha + 1)\left[\frac{\alpha - 1}{2} + \frac{0{\cdot}22\,(2\,\alpha + 1)}{k_2 \,.\, f_K\,(\alpha^2 - 1) - 1{\cdot}76}\right]}} \quad 18).$$

Für α werden nun verschiedene Werte angenommen und mit den zugrunde gelegten Werten von L_e, T, k_2 und f_K $d = f(\alpha)$ berechnet. Aus Gleichung 14) oder 17) ergeben sich die zugehörigen h und aus 16) die entsprechenden Spulengewichte. Aus $G_K = f(\alpha)$ entnimmt man diejenigen Abmessungen, für die G_K ein Maximum wird. Das Material ist dann am besten ausgenutzt und mit der angenommenen Erregerleistung wird die maximale Zugkraft erzeugt. Aus Gleichung 6) ergeben sich dann die gesamten Amperewindungen. Unter Annahme verschiedener Kraftliniendichten im Eisen sind die AW_g in die beiden Teile AW_e und AW_L zu zerlegen. Aus $AW_L = 0{\cdot}8\,\delta \,.\, B_L$ folgt die Kraftliniendichte in der Luft und aus $\left(\frac{Q_e}{Q_L}\right) = \frac{\sigma \,.\, B_L}{B_e}$ das Verhältnis des Eisenquerschnittes zum Luftquerschnitt.

Damit ist auch Q_L bekannt und die Zugkraft

$$Z = \frac{B_0^2 \,.\, Q_L}{25}\ kg.$$

Auf eine möglichst genaue Annahme von f_K und k_2 ist Gewicht zu legen, eventuell ist die Rechnung mit besseren Annahmen zu wiederholen. Nimmt man den

Digitized by Google

Kupferfüllfaktor f_K zu hoch an, so bringt man die Windungen in dem Raum $z \times h$ nicht unter, ist f_K zu klein angenommen, so wird der verfügbare Platz nicht ausgenutzt und auch das Eisengewicht wird zu groß. Den im folgenden durchgeführten Zahlenbeispielen ist die Magnetisierungslinie Fig. 4 für Stahl zugrunde

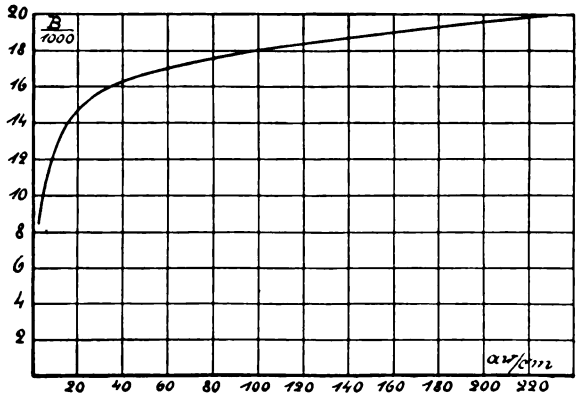


Fig. 4. Magnetisierungskurve für Stahl.

gelegt. Es soll zunächst eine Serie von drei kleineren Magneten für einen Luftspalt $\delta = 5\,mm$ berechnet werden. Mit wachsender Größe des Magneten muß auch δ größer angenommen werden. Für größeren Luftspalt wird die Tragfähigkeit Z natürlich kleiner werden. Beim Übergang von einer Type mit kleinerem Luftspalt zu einer Type mit größerem δ kann es daher vorkommen, daß der kleinere Magnet eine größere Tragkraft hat als der nächst größere.

Die Weite des Wickelraumes in Fig. 3 ist

$$z = d\left(\frac{\alpha - 1}{2}\right) cm.$$

Ist e die Erregerspannung, so ist der Drahtquerschnitt:

$$q = \frac{l_K \,.\, AW_g}{k \,.\, e}\ mm^2.$$

Die mittlere Länge einer Windung ist

$$l_K = \frac{\pi}{2}\, d\,(\alpha + 1)\ cm,$$

die mittlere Kraftlinienlänge

$$l_e = 2\,h + d\left(\frac{2\,\alpha + 1}{4}\right) cm.$$

Die Gesamtamperewindungszahl ist aus Gleichung 6)

$$AW_g = \frac{1000}{l_K}\sqrt{\frac{10 \,.\, k \,.\, L_e \,.\, G_K}{\gamma_K}}$$

und mit $k = 50, \gamma_K = 8{\cdot}9$ für Kupfer

$$AW_g = \frac{7500}{l_K}\sqrt{L_e \,.\, G_K}.$$

Die Erregerspannung sei $e = 220\ V$. Der Kupferdraht sei zweifach mit Seide umsponnen, die Zunahme des Durchmessers betrage für den umsponnenen Draht $0{\cdot}15\ mm$. Die weiteren Annahmen enthält folgende Zusammenstellung:

$L_e =$	100	150	200	Watt
$k_2 =$	8	6	5	„
$M_e =$	1	1	1	Mark
$M_K =$	8	6	5	„
$f_K =$	0·25	0·33	0·4	
$k_2 \,.\, f_K =$	2	2	2	
$\sqrt{\frac{200\,L_e}{50}} =$	20	24·5	28·3	

Die Temperaturzunahme ist mit $T = 50^0$ eingesetzt. Für α sind in folgender Tabelle verschiedene Werte von 1·6 bis 2 angenommen und das Kupfergewicht G_K berechnet. Das Maximum von G_K ergibt sich bei $\alpha = 1{\cdot}7$ in allen drei Fällen.

$\alpha =$	1·6	1·7	1·8	1·9	2
$\alpha + 1 =$	2·6	2·7	2·8	2·9	3
$\frac{1}{2}(\alpha - 1) =$	0·3	0·35	0·4	0·45	0·5
$2\,\alpha + 1 =$	4·2	4·4	4·6	4·8	5
$0{\cdot}22\,(2\,\alpha + 1) =$	0·924	0·968	1·012	1·056	1·10
$\alpha^2 - 1 =$	1·56	1·89	2·24	2·61	3
$k_2 \,.\, f_K\,(\alpha^2 - 1) =$	3·12	3·78	4·48	5·22	6
$k_2 \,.\, f_K\,(\alpha^2 - 1) - 1{\cdot}76 =$	1·36	2·02	2·72	3·46	4·24
$0{\cdot}22(2\,\alpha + 1) : [k_2 \,.\, f_K(\alpha^2 - 1) - 1{\cdot}76] =$	0·68	0·478	0·372	0·305	0·26
$0{\cdot}22(2\,\alpha + 1) : [k_2 f_K(\alpha^2 - 1) - 1{\cdot}76] + \frac{1}{2}(\alpha - 1) =$	0·98	0·828	0·772	0·755	0·76
$\sqrt{\text{Nenner in Gleichung 18)}} =$	1·6	1·5	1·47	1·48	1·51
Für $L_e = 100$ $d =$	12·5	13·35	13·6	13·5	13·25
Für $L_e = 100$ $h =$	8·5	6·38	5·06	4·12	3·45
Für $L_e = 100$ $G_K =$	3·66	3·81	3·72	3·45	—
Für $L_e = 150$ $d =$	15·3	16·3	16·7	16·55	—
Für $L_e = 150$ $h =$	10·4	7·8	6·2	5·05	—
Für $L_e = 150$ $G_K =$	9	9·15	9·13	8·54	—
Für $L_e = 200$ $d =$	17·7	18·85	19·25	19·1	—
Für $L_e = 200$ $h =$	12	9	7·16	5·84	—
Für $L_e = 200$ $G_K =$	16·65	17·2	16·9	15·8	—

Mit den günstigsten Werten von G_K ist nun für die drei Magnete folgende Tabelle aufzustellen:

$L_e =$	100	150	200
$d =$	13·35	16·3	18·85
$h =$	6·38	7·8	9
$d\sqrt{\alpha^2 + 1} = D =$	26·3	32·2	37·2
$G_K =$	3·81	9·15	17·2
$k_2 \,.\, G_K = G_e =$	30·48	54·90	86·0
$G_K + G_e = G =$	34·29	64·05	103·2
Preis $P =$	61	110	172
$l_K =$	56·5	69	80
$l_e =$	27·5	33·5	38·8
$Q_e =$	280	417	557
$AW_g =$	2600	4030	5500
$w =$	5700	5900	6050
$q =$	0·133	0·253	0·44
Stromdichte $\Delta =$	3·41	2·69	2·06
Durchmesser des blanken Drahtes $d =$	0·412	0·57	0·75
„ „ besp. „ $d' =$	0·6	0·75	0·90
$z =$	4·67	5·7	6·6

Die Windungszahlen w sind in den verfügbaren Querschnitten $z \times h$ unterzubringen. Die Stromdichte nimmt mit der Größe der Apparate ab, wie es bei den übrigen elektromagnetischen Maschinen und Apparaten auch der Fall ist. Für die errechneten Drahtstärken ergeben sich die am Anfang angenommenen Preise pro kg Kupfer, so daß die Werte $f_K \,.\, k_2 = 2$ beibehalten werden können. Die weitere Rechnung ist in folgender Tabelle zusammengestellt. Der Streukoeffizient ist zu $\sigma = 1{\cdot}15$ angenommen.

Digitized by Google

$\frac{B_e}{1000}$	aw_e	AW_e	AW_L	B_L	$\frac{Q_e}{Q_L}$	Q_L	Z	$\frac{Z}{G}$	$\frac{Z}{P}$	$\frac{Z}{L_e}$	L_e
13	11	300	2300	5750	0·51	550	725				
14	15·6	430	2170	5430	0·447	626	740	21·5	12·1	7·4	100
15	22	600	2000	5000	0·384	730	730				
16	34·4	950	1670	4130	0·297	944	645				
13	11	370	3660	9160	0·81	515	1730				
14	15·6	520	3510	8770	0·72	578	1780				
15	22	740	3290	8220	0·63	662	1790	28	16·25	11·9	150
16	34·4	1150	2880	7200	0·517	806	1670				
13	11	430	5070	12660	1·12	497	3185				
14	15·6	600	4900	12200	1	557	3320				
15	22	850	4650	11620	0·893	624	3380	32·7	19·65	16·9	200
16	34·4	1350	4150	10380	0·75	742	3200				

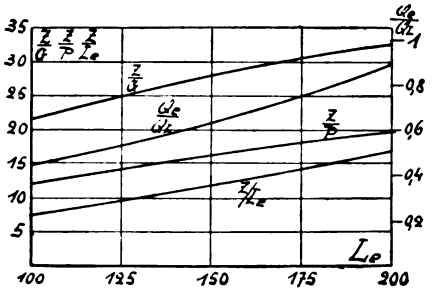


Fig. 5. $\frac{Q_e}{Q_L}$, $\frac{Z}{G}$, $\frac{Z}{P}$ und $\frac{Z}{L_e}$ als Funktion von L_e.

Für den kleinsten Magneten ist also die günstigste Eiseninduktion $B_e = 14.000$, für die beiden anderen $B_e = 15.000$. Das Verhältnis $\frac{Q_e}{Q_L}$ wächst mit der Größe

Setzt man hier $Z = \left(\frac{B_L}{5000}\right)^2 . Q_L$ ein, so wird mit

$$\frac{k}{1+\alpha T} = 50 \text{ und } \frac{\gamma_e}{\gamma_K} = \frac{7{\cdot}8}{8{\cdot}9} = 0{\cdot}875$$

$$B_L = 25{\cdot}4 \sqrt{B_L} \sqrt[4]{\frac{l_e . L_e . Q_e}{k_2 . l_K^2 . \delta^2}} - \frac{AW_e}{3{\cdot}2\,\delta}.$$

Löst man diese quadratische Gleichung für B_L auf, so wird

$$B_L = 323 \sqrt{\frac{l_e . L_e . Q_e}{k_2 . l_K^2 . \delta^2}} - \frac{AW_e}{3{\cdot}2\,\delta} +$$

$$+ 100 \sqrt{\frac{10{\cdot}4\, l_e . L_e . Q_e}{k_2 . l_K^2 . \delta^2}} - \frac{AW_e}{50\,\delta} \sqrt{\frac{l_e . L_e . Q_e}{k_2 . l_K^2 . \delta^2}}.$$

Für unser Beispiel ist:

$$\sqrt{\frac{l_e . L_e . Q_e}{k_2 . l_K^2 . \delta^2}} = \sqrt{\frac{38{\cdot}8 . 200 . 557}{5 . 80^2 . 0{\cdot}5^2}} = \sqrt{540} = 23{\cdot}2.$$

Damit

$$B_L = 7500 - \frac{AW_e}{1{\cdot}6} + 100 \sqrt{5620 - 0{\cdot}928 . AW_e}$$

Nimmt man die Eiseninduktion wieder an, so ergibt sich aus obiger Gleichung die zugehörige Luftinduktion und damit alle weiteren Größen. In folgender Tabelle sind die Werte zusammengestellt.

$D = 37{\cdot}2$, $L_e = 200$, $l_e = 38{\cdot}8$, $l_K = 80$, $\delta = 0{\cdot}5$.

$\frac{B_e}{1000}$	$a\,we$	AW_e	B_L	AW_L	AW_g	$\frac{Q_e}{Q_L}$	Q_L	Z	G_K	G_e	G	P	$\frac{Z}{G}$	$\frac{Z}{P}$	$\frac{Z}{L_e}$
13	11	430	14570	5830	6260	1·29	432	3660	22·3	86	108·3	197·5	33·8	18·5	18·3
14	15·7	600	14380	5750	6355	1·18	472	3900	23	86	109	201	35·8	19·4	19·5
15	22	850	14130	5650	6500	1·084	514	4100	24	86	110	206	37·2	19·85	20·5
16	34·4	1350	13640	5460	6790	0·98	568	4230	26·25	86	112·25	217·2	37·6	19·45	21·15
17	57	2200	12720	5100	7300	0·86	647	4200	30·4	86	116·4	238	36	17·6	21

des Magneten, ebenso die Verhältnisse $\frac{Z}{G}$, $\frac{Z}{P}$ und $\frac{Z}{L_e}$. Je größer bei gleichbleibendem Luftspalt der Magnet, desto mehr *kg* Zugkraft kommen auf das Watt Erregerleistung. In Fig. 5 sind die verschiedenen Größen, abhängig von der Erregerleistung, aufgetragen, in Fig. 6 abhängig vom äußeren Durchmesser D.

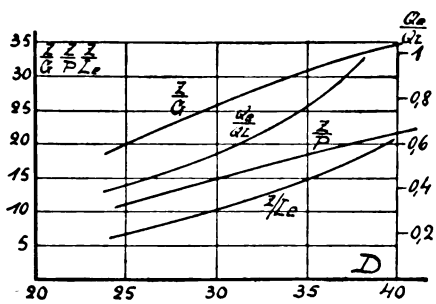


Fig. 6. $\frac{Q_e}{Q_L}$, $\frac{Z}{G}$, $\frac{Z}{P}$ und $\frac{Z}{L_e}$ als Funktion von D.

Der Magnet mit $L_e = 200\ W$ soll zum Vergleich nach der Methode von Pfiffner*) durchgerechnet werden. Pfiffner nimmt L_e, D, l_K, l_e an und findet für minimale Materialkosten:

$$B_L = 670 \sqrt[4]{\frac{k}{1+\alpha T} \frac{\gamma_e . M_e . l_e Q_e . Z . L_e}{\gamma_K . M_K l_K^2 . Q_L . \delta^2}} - \frac{AW_e}{3{\cdot}2\,\delta}.$$

*) E. T. Z. 1912, Heft 2.

Das Verhältnis $\frac{Z}{P}$ ist also in beiden Fällen gleich, dagegen ist nach der letzten Berechnung $\frac{Z}{G}$ und $\frac{Z}{L_e}$ größer als nach der ersten. Verursacht wird dies durch das größere Kupfergewicht. Dieses Gewicht ist in dem verfügbaren Raum auch nicht unterzubringen. Zur Verfügung steht eine Fläche

$$z \times h = 6{\cdot}6 \times 9 = 59{\cdot}4\ cm^2,$$

$$\text{Kupfervolumen} = \frac{24 \times 1000}{8{\cdot}9} = 2700\ cm^2,$$

$$\text{Kupferfläche} = \frac{2700}{80} = 33{\cdot}7\ cm^2,$$

$$\text{Kupferfüllfaktor} = \frac{33{\cdot}7}{59{\cdot}4} = 0{\cdot}568!$$

Durch Vergrößerung des Luftspaltes δ oder durch Verkleinerung des Eisenquerschnittes Q_e läßt sich ein passendes Kupfergewicht berechnen. In beiden Fällen wird aber die Zugkraft beträchtlich kleiner.

In den folgenden Tabellen (Seite 162) sind die Angaben für zwei weitere Magnettypen von je drei Magneten mit gleichem Luftspalt δ zusammengestellt.

Um einen Anhalt zu gewinnen, ob die mit den berechneten Abmessungen erhaltene Abkühlfläche groß genug ist, wurden die berechneten Magnete mit den von verschiedenen Firmen ausgeführten verglichen. Da

Digitized by Google

Type mit $\delta = 1$ *cm* und $L_e = 250$, 500 und 750 *W*.
Kupferwicklung mit Baumwollisolierung. $e = 110$ *V*.

L_e	250	500	750
k_2	2·6	2·3	2·22
f_K	0·3	0·38	0·45
d	14·1	21·6	26·8
h	13·5	16	23·8
D	34	52·2	60
G_K	22·2	77·5	164
$G_{..}$	57·8	178·5	364
G	80	256	528
P	115·5	357	728
AW_g	7920	13.500	20.800
w	3500	2970	3050
q	1	2·68	4·77
Δ	2·27	1·69	1·43
B_e	15.000	16.000	16.000
B_L	8640	14.300	22.500
$Q_e : Q_L$	0·663	1·028	1·62
Z	1400	5860	14.140
$Z : G$	17·5	22·9	26·8
$Z : P$	12·1	16·4	19·4
$Z : L_e$	5·6	11·7	18·85

Type mit $\delta = 2$ *cm* und $L_e = 1000$, 1500 und 2000 *W*.
Kupferwicklung mit Baumwollisolierung. $e = 110$ *V*.

L_e	1000	1500	2000
k_2	2·1	2	2
f_K	0·475	0·5	0·5
d	31	38	43·8
h	27·6	33·7	39
D	69·3	85	98
G_K	270	520	800
G_e	570	1040	1600
G	840	1560	2400
P	1140	2080	3200
AW_g	26.700	37.000	46.000
w	2940	2710	2530
q	7·1	12	17·2
Δ	1·28	1·14	1·05
B_e	16.000	16.000	17.000
B_L	14.670	20.600	24.000
$Q_e : Q_{..}$	1·054	1·48	1·62
Z	12.320	25.850	42.600
$Z : G$	14·7	16·55	17·9
$Z : P$	10·8	12·4	13·4
$Z : L_e$	12·32	17·2	21·4

mir keine anderen Daten als äußerer Durchmesser und gesamte Bauhöhe zur Verfügung stehen, vergleiche ich die cm^2-Mantelfläche pro 1 *W* miteinander. In der folgenden Tabelle sind diese Werte abhängig von L_e eingetragen. Die gesamte Bauhöhe ist mit den Bezeichnungen der Fig. 3

$$H = h + h_1$$

$$h_1 = \frac{d}{4} \; cm,$$

also

$$H = h + \frac{d}{4}.$$

Berechnete Magnete.

L_e	100	150	200	250	500	750	1000	1500	2000
Mantelfläche $D.\pi.H = M$	800	1200	1600	1820	3500	5670	7700	11.500	15.400
$M : L_e$	8	8	8	7·27	7	7·55	7·7	7·67	7·7

Magnete von Brown, Boveri & Co. aus der Arbeit von Pfiffner.

$L_e =$	160	250	350	600	900	1200	1800	2500	3500
$M =$	1300	1880	2820	5300	6600	8200	10.500	14.300	18.000
$M : L_e =$	8·1	7·5	8·1	8·83	7·32	6·83	5·83	5·72	5·15

Magnete des Magnetwerkes G. m. b. H., Eisenach.

$L_e =$	200	300	600	800	1500	2000	3000
$M =$	2500	3600	5100	5900	8500	12.200	16.500
$M : L_e =$	12·5	12	8·5	7·4	5·66	6·1	5·5

Bis zum Werte $L_e = 1000$ *W* wäre hienach die Abkühlfläche der berechneten Magnete genügend; für die beiden größten mit $L_e = 1500$ bezw. 2000 *W* könnte statt $T = 50^0$ $T = 55^0 \div 60^0$ in der Vorausberechnung eingesetzt werden. Die Kontrolle zeigt, daß man tatsächlich in Gleichung 12) mit T an die obere Grenze herangehen kann.

Mit dem angegebenen Verfahren kann man leicht Vergleichsrechnungen anstellen für verschiedene Ausführung der Wicklung, zum Beispiel für quadratische oder rechteckige Kupferleiter oder für Emaildraht oder für Aluminiumbewicklung.

Zusammenfassung.

Für Lasthebemagnete ergeben sich auch die geringsten Materialkosten, wenn der Preis für den Eisenmantel gleich dem Preis der Bewicklung ist. Unter Zuhilfenahme der Beziehung

$$T = \frac{630\, L_e}{O}$$

läßt sich der Eisenquerschnitt so bestimmen, daß das Gewicht der Bewicklung ein Maximum wird. Die mit dem maximalen Bewicklungsgewicht erhaltenen Gesamtamperewindungen werden durch Annahme verschiedener Eiseninduktionen in die Eisen- und Luftamperewindungen zerlegt. Zur Ausführung entnimmt man der Tabelle diejenigen Werte, für die die Zugkraft am größten ist. Zu vergleichenden Berechnungen für verschiedene Wicklungsausführung ist die angegebene Berechnungsart besonders geeignet. Für Kupferbewicklung und verschiedene Luftspalte sind eine Anzahl Magnete durchgerechnet.

Bei Abgabe von Offerten wird man etwa die Hälfte der berechneten Zugkräfte angeben, denn in den reichlich groß angenommenen Luftspalten liegt auch schon eine gewisse Sicherheit.

Digitized by Google

Die magnetische Prüfung von Stahlguß und Gußeisen mit Einrichtungen für den praktischen Gebrauch.

Von H. Schübbe.

Für den Berechner und Konstrukteur elektrischer Maschinen ist es von größter Wichtigkeit, laufend über das zu verwendende Eisen, sowohl in mechanischer wie in elektrischer Beziehung genau unterrichtet zu sein; dasselbe gilt auch für den Lieferanten dieser Materialien: die Hütten und Gießereien. Bei der regelmäßigen Untersuchung in der Fabrik, wo es weniger auf die absolute Genauigkeit, als auf die Beurteilung der Qualität des angelieferten Materials und auf die Einhaltung der von den Hütten und Gießereien eingegangenen Garantien ankommt, ist es unbedingt erforderlich, daß die Untersuchung schnell, ohne Unkosten und mit einfachen, immer bereiten Mitteln geschieht. Für die Bestimmung der magnetischen Werte eignet sich am besten bei Stahlguß und Gußeisen, welche Materialien unserer Betrachtung zugrunde gelegt werden sollen, die Jochmethode, deren Genauigkeit für eine Werkstättenmessung vollauf genügt.

Die Untersuchung bezieht sich auf die laut Verbandsvorschriften festgelegte Bestimmung der Induktion bei 25, 50, 100 und 300 AW/*cm*, wofür von den Lieferanten Werte garantiert werden. Bei kritischen Fällen, wo es sich darum handeln sollte, ob das gelieferte Material den Werken zur Verfügung gestellt werden soll oder nicht, kann nur die Ringmethode ausschlaggebend sein, da diese die allein einwandfreie ist. Die Ringmethode ist aber für die laufende Untersuchung deshalb nicht geeignet, weil sie zu umständlich, zeitraubend und kostspielig ist. Von einem angelieferten Gußstück ist es nicht immer möglich einen Ring von genügender Größe abzutrennen, und gleichfalls findet man am Modell des betreffenden Gußstückes nicht immer Platz, um einen genügenden Ansatz für einen Ring vorzusehen. Der Ring muß auch jedesmal neu bewickelt werden.

Hier bietet die Jochmethode besondere Vorteile. An sich sind die erwähnten Methoden längst bekannt. Jedoch ist bis zur Ausübung dieser Methoden als laufende Werkstättenmessung noch ein weiter Schritt. Es sollen daher in gedrängter, der Praxis zugeschnittenen Form beide Methoden klargelegt werden, unter besonderer Berücksichtigung des einfachen, praktischen Gebrauches. Insbesondere soll die Jochmethode, unter Verwendung von Zerreißstäben, gegenüber der umständlichen Ringmethode in einer für die Praxis äußerst einfachen Form entwickelt werden. Da die Ringmethode aber als Eichnormal zum Vergleich mit der Jochmethode und auch bei kritischen Fällen unter Opferung eines Gußstückes benutzt werden muß, so soll sie zunächst behandelt werden.

I. Ringmethode.

In Fig. 1 ist das Schaltungsschema dargestellt. Der Ring aus dem zu untersuchenden Eisen hat zwei Wicklungen. An die Primärwicklung des Ringes ist über einen Umschalter, Regulierwiderstand und Amperemeter die konstante Spannung einer Batterie angelegt, an die Sekundärwicklung über einen regelbaren Widerstand W das Spiegelgalvanometer G. Letzteres ist erschütterungsfrei aufzustellen. Mit Hilfe des primären Reglerwiderstandes wird diejenige Stromstärke eingestellt, welche den Punkten 25, 50, 100 und 300 AW/*cm* des Ringes entspricht.

Mittels des Galvanometers wird dann die Induktion, welche bei der Kommutierung des Primärstromes durch den Umschalter entsteht, gemessen. Ein in folgendem vollständig durchgeführtes Beispiel wird die Messung klar vor Augen führen.

a) Eichung des Spiegelgalvanometers.

Das zu verwendende Spiegelgalvanometer muß nun zunächst geeicht werden, das heißt sein Coulomb-Koeffizient bestimmt werden. Dies geschieht mit Hilfe der sogenannten „langen Spule", wie Schaltungsschema Fig. 2 veranschaulicht. Anstatt des Ringes (Fig. 1) mit

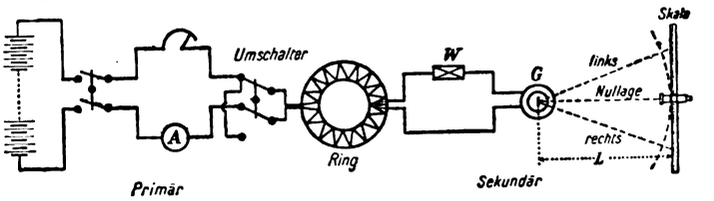


Fig. 1. Schema der Ringmethode.

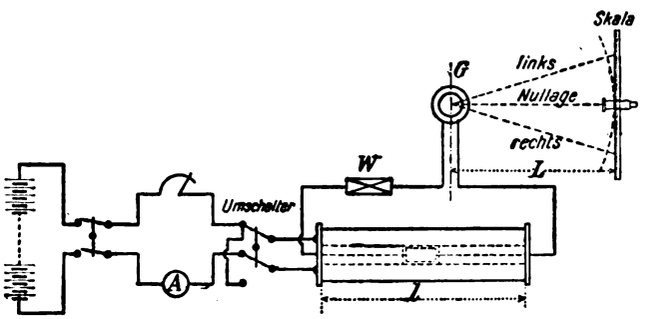


Fig. 2. Schema zur Eichung des Spiegelgalvanometers.

der Primärwicklung wird zunächst die „lange Spule" angeschlossen. Dieselbe ist möglichst weit vom Instrument und von eventuell umgebenden Eisenmassen (Säulen, Träger usw.) zu entfernen. Ebenfalls das Instrument. Innerhalb der „langen Spule" befindet sich in der Mitte eine kleine Prüfspule, woran über einen regulierbaren Widerstand W das Galvanometer G angeschlossen ist. Durch die große Länge der Spule erreicht man, daß die kleine Prüfspule sich in einem vollständig homogenen Felde befindet.

Die „lange Spule" habe eine Länge $l = 150{\cdot}5$ *cm*.

Ihre Windungszahl sei $z_1 = 2927$.

Das Galvanometer habe einen Widerstand von 10000 Ω.

Der Abstand der Skala vom Spiegel des Instrumentes sei $L = 2430$ *mm*.

Die kleine Prüfspule habe eine Windungszahl von $z_2 = 328$.

Der Windungsquerschnitt der Prüfspule sei $q = 11{\cdot}26$ *cm*² (Fig. 3).

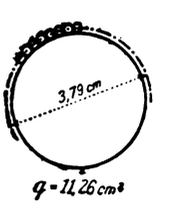


Fig. 3. Windungsquerschnitt der Prüfspule.

Der Ausschlag des Galvanometers sei $= e$.

Der Gesamtwiderstand des sekundären Kreises sei $= w$.

Die primäre Stromstärke $= J$.

Nun läßt sich der Coulomb-Koeffizient berechnen:

Die Feldstärke der „langen Spule" ist

$$H = \frac{4\pi}{10} \cdot \frac{z_1 \cdot J}{l} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 2927}{10 \cdot 150{\cdot}5} \cdot J = 24{\cdot}41 \cdot J \quad . \quad 1).$$

Der Coulomb-Koeffizient ist

$$P = \frac{H \cdot q \cdot z_2}{w \cdot e} \cdot 10^{-8} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2).$$

Digitized by Google

Dieser Ausdruck ist noch mit 2 zu multiplizieren, da durch den Umschalter im Primärkreis (Fig. 2) der Strom kommutiert werden soll, + bis —, also doppelte Kraftlinienänderung vorhanden ist. Also

$$P = \frac{2 . H . q . z_2}{w . e} . 10^{-8}$$
$$= \frac{2 . 24{\cdot}41 . 11{\cdot}26 . 328}{w . e} . J . 10^{-8}$$
$$= \frac{18{\cdot}03 . J}{w . e} . 10^{-4} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3).$$

Nun wird unter Vorschaltung verschiedener Widerstände W im Sekundärkreis der eingestellte Primärstrom schnell kommutiert und dabei die Ausschläge am Galvanometer abgelesen.

In Tabelle I ist die Messung durchgeführt und der Coulomb-Koeffizient nach Formel 3) berechnet.

Tabelle I.

Widerstand des sek. Kreises w	Primäre Stromstärke J	Korrigierter Galvanometerausschlag e links	rechts	Mittel	Coulomb-Koeffizient $\times 10^{-9}$	Coulomb-Koeffizient P i. Mittel $\times 10^{-9}$
10000	3·01	222·1	222·38	222·24	2·4352	2·433
	3·0	221·7	221·88	221·79	2·432	
	3·01	222·42	222·64	222·53	2·4318	
20000	5·86	263·0	263·5	263·25	2·0035	2·0033
	5·85	262·5	263·5	263·0	2·0	
	5·86	262·5	263·0	262·75	2·0065	
40000	11·53	290·5	290·0	290 25	1·7865	1·7905
	11·48	287·5	288·7	288·1	1·7915	
	11·45	287·0	287·5	287·25	1·7935	
60000	11·71	202·2	202·5	202·35	1·733	1·7368
	11·67	201·5	202·0	201·75	1·735	
	11·61	200·0	200·4	200·2	1·7425	

Zur Tabelle ist folgendes zu bemerken:

Für jedes w wurden drei Ablesungen gemacht und daraus das Mittel genommen. Der Widerstand des sekundären Kreises w setzt sich zusammen aus dem Widerstand des Galvanometers = 10000 Ω und dem eingestellten Vorschaltwiderstand W (Fig. 2).

Die kleinen Widerstände der Prüfspule und der Leitungen können gegenüber den großen Widerständen des Instrumentes und Vorschaltwiderstandes vernachlässigt werden.

Da die Skala eine Gerade ist, der Abstand des Galvanometerspiegels sich aber auf einem Kreisbogen bewegt, so ist an dem Galvanometerausschlag noch eine Korrektur anzubringen, und zwar einen Abzug nach der Formel

$$x = \frac{1 . e^3}{3 . L^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4).$$

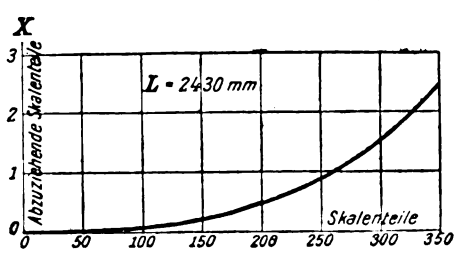


Fig. 4. Reduktion des Ausschlages eines Spiegelgalvanometers von der Geradenablesung auf Bogenablesung.

Hierin bedeutet wie vorher:

e = Galvanometerausschlag

L = Abstand der Skala vom Galvanometerspiegel.

In Fig. 4 ist die Korrekturkurve für den Abstand $L = 2430$ *mm* dargestellt. In der Tabelle I sind die korrigierten Werte eingesetzt. Wird der Abstand von genügender Größe gewählt, so ist diese Korrektur meistens zu vernachlässigen.

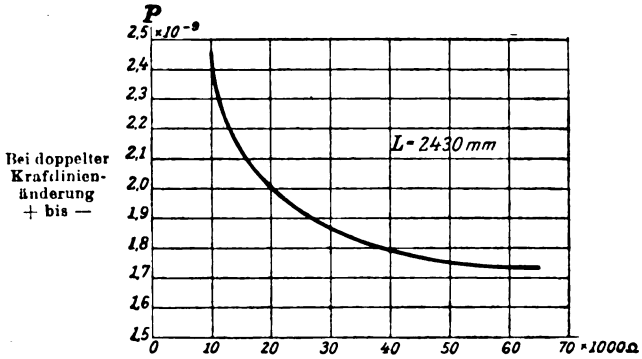


Fig. 5. Coulomb-Koeffizient eines Spiegelgalvanometers.

In Fig. 5 ist der gefundene Coulomb-Koeffizient in Abhängigkeit des Gesamtwiderstandes im sekundären Kreise aufgetragen. Die Eichung gilt nur für einen Abstand der Skala vom Spiegel des verwandten Instrumentes von $L = 2430$ *mm*. Ist dieser Abstand fixiert, so ist die Eichung bei gleichem Instrument ein- für allemal gültig. Für jeden anderen Abstand muß die Eichung neu vorgenommen werden. Für einen zum Beispiel kleineren Abstand fällt der Coulomb-Koeffizient fast im Verhältnis der beiden Abstände größer aus. Bleibt aber sowohl der Widerstand des sekundären Kreises, wie der Abstand der Skala vom Spiegel immer derselbe, so ist es nur nötig, den Coulomb-Koeffizient einmal, also nur einen Punkt, aufzunehmen.

b) Bestimmung der mittleren Magnetisierungskurve.

Nunmehr kann zur Messung der Induktion des Materials nach Schaltungsschema Fig. 1 geschritten werden. Bei der folgenden Messung ist die ganze Magnetisierungskurve punktweise aufgenommen, nicht nur die Punkte nach Verbandsvorschriften.

Der Vorschaltwiderstand sei $W = 5000$ Ω.

Der Gesamtwiderstand des sekundären Kreises unter Vernachlässigung des Zuleitungswiderstandes ist daher $w = 15000$ Ω.

Hiebei ist der Coulomb-Koeffizient nach Fig. 5 bei gleichem Skalenabstand $P = 2{\cdot}121 . 10^{-9}$.

Der Galvanometerausschlag sei wieder = e.

Die Korrektur dieses Ausschlages ist wie vorher nach Fig. 4 anzubringen.

Der Ring aus Gußeisen, Fig. 6, habe mit Berücksichtigung der abgerundeten Ecken einen Querschnitt $Q = 20{\cdot}5$ *cm*².

Die mittlere Weglänge des Eisens ist $l' = 50{\cdot}3$ *cm*.

Die unmittelbar auf das Eisen gewickelte Sekundärwicklung habe $z_1' = 2$ Windungen.

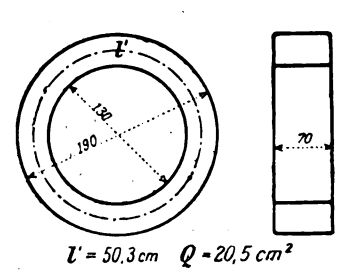


Fig. 6. Ring.

Die darüber gewickelte Primärwicklung $z_1' = 186$ Windungen.

Die primäre Stromstärke sei wieder = J.

Digitized by Google

Die AW/*cm* des Ringes sind nun

$$AW/cm = \frac{J \cdot z_1'}{l'} \quad \ldots \ldots \quad 5)$$

$$= \frac{186}{50{\cdot}3} \cdot J = 3{\cdot}7 \cdot J \quad \ldots \quad 6).$$

Die Induktion B berechnet sich folgendermaßen. Die Feldstärke ist:

$$K = \frac{P \cdot w \cdot e}{z_2'} \cdot 10^8 \quad \ldots \ldots \quad 7).$$

Die Induktion ist dann:

$$B = \frac{K}{Q} = \frac{P \cdot w \cdot e}{Q \cdot z_2'} \cdot 10^8 \quad \ldots \ldots \quad 8).$$

Dieser Ausdruck ist jetzt wegen der doppelten Kraftlinienänderung bei der Kommutierung mit 2 zu dividieren. Also:

$$B = \frac{P \cdot w \cdot e}{2 \cdot Q \cdot z_2'} \cdot 10^8$$

$$= \frac{2{\cdot}121 \cdot 10^{-9} \cdot 15000}{2 \cdot 20{\cdot}5 \cdot 2} \cdot e \cdot 10^8$$

$$= 38{\cdot}79 \cdot e \quad \ldots \ldots \quad 9).$$

Jetzt wird bei verschiedenen Primärströmen schnell kommutiert und dabei die Ausschläge am Galvanometer abgelesen. Vor jedem aufzunehmenden Punkt ist das Eisen mehreremal mittels des Umschalters im Primärstromkreis durchzumagnetisieren.

In Tabelle II sind die aufgenommenen Werte zusammengestellt, die AW/*cm* nach Formel 6) und die Induktion B nach Formel 9) berechnet.

Tabelle II.

Amp. J	AW/*cm*	Korrigierter Galvanometerausschlag e			B
		links	rechts	Mittel	
45	166·5	282·6	283·4	283	10970
35	129·5	261·5	264·5	263	10190
30	111	250	250	250	9700
25	92·4	237	237·2	237·1	9180
20	74	220·6	221	220·8	8560
15	55·5	201·7	201·9	201·8	7820
12·5	46·2	189·4	189·8	189·6	7350
10	37	174·9	175·1	175	6780
7·52	27·8	157·8	157·8	157·8	6115
4·99	18·45	131·3	131·7	131·5	5100
3·0	11·1	97·5	98·1	97·8	3795
2·0	7·4	68·2	68·6	68·4	2650
0·97	3·59	22.9	22·9	22·9	887

In Fig. 7 ist die Induktion B in Funktion der AW/*cm* aufgetragen. Außerdem noch eine Magnetisierungskurve eines Stahlgußringes nach gleichem Meßverfahren.

Nachdem nun die Ringmethode und damit auch das Wesen der magnetischen Messung bekannt ist, so soll jetzt in folgendem die Jochmethode, welche im Prinzip das gleiche Meßverfahren, nur mit einfacheren Hilfsmitteln, darstellt, eingehend behandelt werden.

II. Jochmethode.

Wie in vorstehendem gezeigt und auch eingangs schon erwähnt wurde, ist die Messung mit der Ringmethode für die dauernde Materialuntersuchung sehr umständlich.

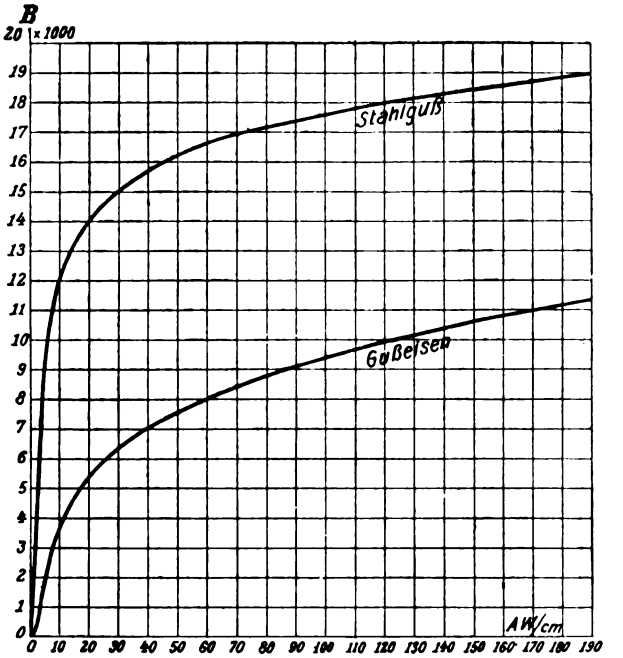


Fig. 7. Magnetisierungskurven.

Ring und Wicklung müssen bei jeder Gußlieferung neu hergestellt werden und in manchen Fällen wird ein Ring gar nicht zu erhalten sein.

Für einen Stab dagegen, wie solche bei der Jochmethode zur Verwendung kommen, liegen die Verhältnisse wesentlich günstiger. Für einen Stab kann leicht am Modell eines Gußstückes ein Platz zum Angießen gefunden werden. Wird dieser Stab dann noch als Zerreißstab ausgebildet, so hat man den großen Vorteil, daß das Material zuerst magnetisch im Joch und dann noch mechanisch in der Zerreißmaschine untersucht werden kann. Fig. 8 zeigt die Einrichtung eines Joches, und zwar für einen als Zerreißstab ausgebildeten Stab von 20 *mm*. Es kann jedoch auch ein Joch für jeden anders dimensionierten Stab eingerichtet werden. Das Joch aus Stahlguß, Fig. 8, besteht aus zwei Hälften, zwischen denen der Stab eingespannt wird. Die Wicklungen liegen in Form von Spulen fest und umfassen den Stab. Die sekundäre Wicklung liegt innen, die primäre Wicklung außen. Wie schon gesagt,

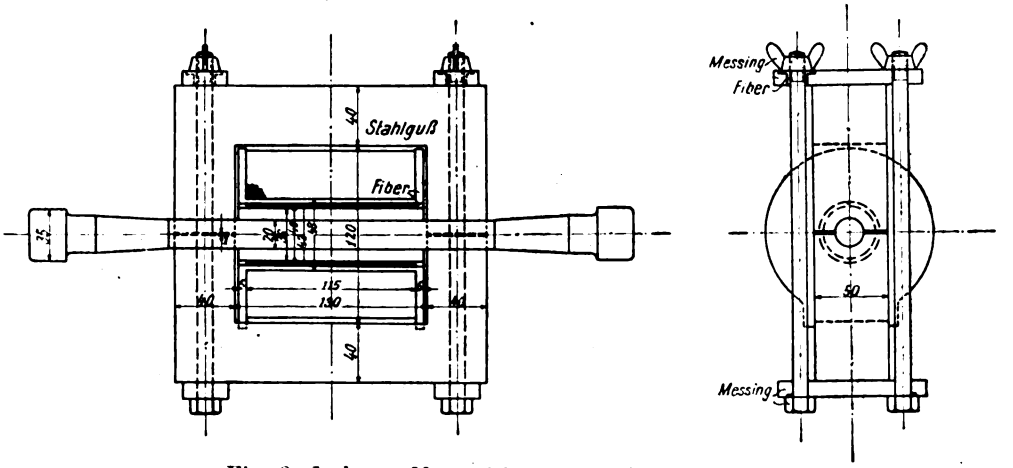


Fig. 8. Joch zur Magnetisierung von Zerreißstäben.

Digitized by Google

ist das Meßverfahren hier genau dasselbe, wie bei der Ringmethode. Anstatt des Ringes, Fig. 1, tritt jetzt das mit dem Stab und den Spulen versehene Joch. Wenn nun aber die Messung vorgenommen wird, so würde das Resultat sehr ungenau sein. Man mißt nämlich die Magnetisierung der eingeschlossenen Luft zwischen Stab und der sekundären Wicklung mit. Außerdem aber auch die Magnetisierung des Joches. Ferner mißt man noch an der Übergangsstelle zwischen Joch und Stab (Preßfläche), wo man mit einem gewissen Luftspalt rechnen muß, die Magnetisierung dieser eingeschlossenen Luft mit. Für diese Fehler sind am Meßresultat mit der Jochmethode Korrekturen anzubringen.

An Hand der Fig. 8 sollen nun diese Korrekturen bestimmt werden.

a) Korrektur für die eingeschlossene Luft zwischen Stab und der sekundären Wicklung.

Die eingeschlossene Luftinduktion sei $= B_l$.
Der Querschnitt des Stabes ist $Q_{St} = 3{\cdot}14\ cm^2$.
Der Windungsquerschnitt der sekundären Spule ist $Q_{sek} = 13{\cdot}196\ cm^2$.
Die primäre Windungszahl ist $z_1'' = 240$.
Die Stablänge ist $l_1 = 13\ cm$.
Die primäre Stromstärke sei wieder $= J$.
Es ist nun:

Die Feldstärke $H = \dfrac{4\pi \cdot z_1'' \cdot J}{10 \cdot l_1}$

$$B_l = \frac{Q_{sek} - Q_{St}}{Q_{St}} \cdot H \quad \ldots\ldots\ldots \quad 10)$$

$$= \frac{(13{\cdot}196 - 3{\cdot}14) \cdot 4 \cdot \pi \cdot 240}{3{\cdot}14 \cdot 10 \cdot 13} \cdot J$$

$$= 74{\cdot}25 \cdot J \quad \ldots\ldots\ldots \quad 11).$$

Die AW/*cm* sind nun:

$$\frac{J \cdot z_1''}{l_1} = \frac{J \cdot 240}{13} = 18{\cdot}46 \cdot J \quad . \quad 12).$$

Da die Magnetisierung der Luft eine Gerade darstellt so ist nur ein Punkt zu bestimmen.

Für zum Beispiel 10 Amp. ist dann:

$$B_l = 742{\cdot}5$$
$$AW/cm = 184{\cdot}6.$$

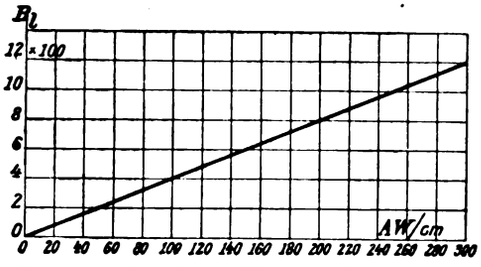


Fig. 9. Korrektur für eingeschlossene Luft zwischen Stab und sekundärer Wicklung.

Fig. 9 zeigt diese Gerade.

Dies ist also diejenige Korrektur, welche an der gemessenen Induktion anzubringen ist, um die wirkliche Stabsättigung zu bekommen.

b) Korrektur für die Magnetisierung des Joches.

Hiezu ist es erforderlich, die Magnetisierungskurve des Jochmaterials zu kennen. Bevor also das Joch gebohrt und in die zwei Hälften getrennt wird, ist nach der Ringmethode die Magnetisierung zu bestimmen, und zwar bei ganz niedrigen Sättigungen, da der Querschnitt des Joches im Verhältnis zum Stabquerschnitt sehr groß ist und die Sättigung im Joch daher sehr klein ausfällt, was wieder mit Vorteilen verbunden ist, denn je größer die Dimensionen des Joches gewählt werden, je kleiner fallen die Korrekturen aus. In Fig. 10 ist eine Magnetisierungskurve für ein Joch nach Fig. 8 dargestellt. Nunmehr kann die Korrekturkurve für die Magnetisierung des Joches bei verschiedenen Induktionen im Stab berechnet werden.

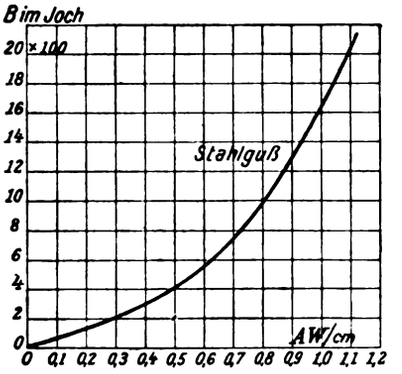


Fig. 10. Magnetisierung des Joches.

Der Querschnitt des Joches ist

$$Q_j = 4 \times 5 \times 2 = 40\ cm^2.$$

Die mittlere Weglänge des Joches $l_2 = 33\ cm$.
Die Induktion des Joches sei $= B_j$.
Die Induktion im Stab $= B_{St}$.
Der Querschnitt des Stabes ist wieder $Q_{St} = 3{\cdot}14\ cm^2$.
Die Stablänge wieder $l_1 = 13\ cm$.
Es ist dann:

$$B_j = \frac{B_{St} \cdot Q_{St}}{Q_j} = 0{\cdot}0785 \cdot B_{St} \quad \ldots \quad 13).$$

$$\text{Die Korrektur-}AW/cm = \frac{l_2}{l_1} \cdot AW/cm \quad \ldots \quad 14).$$

Aus der Magnetisierungskurve des Joches Fig. 10 sind die AW/cm bei B_j zu entnehmen.

In der Tabelle III ist die Berechnung von B_j unter Annahme von B_{St} nach Formel 13) und die Korrektur AW/cm nach Formel 14) durchgeführt.

Tabelle III.

Stab B_{St}	Joch B_j	Aus Kurve AW/cm	Korrektur- AW/cm
2000	157	0·25	0·635
4000	314	0·41	1·04
6000	471	0·54	1·37
8000	628	0·64	1·625
10000	785	0·72	1·83
12000	942	0·78	1·98
14000	1099	0·84	2 134
16000	1256	0·88	2·235
18000	1413	0·93	2·36
20000	1570	0·98	2·49
22000	1727	1·02	2·59

In Fig. 11 ist die Korrekturkurve für die Magnetisierung des Joches dargestellt, und zwar in Funktion der Stabsättigung. Sie ist mit 1 bezeichnet.

c) Korrektur für die eingeschlossene Luft in der Preßfläche.

Die Größe der Preßfläche ist:

$$Q_p = (\pi \cdot 2 \cdot 4) - (2 \cdot 0{\cdot}1 \cdot 4) = 24{\cdot}32\ cm^2.$$

Die Größe des Luftspaltes in der Preßfläche soll nach den Unterusuchungen von E. wing und Du Bois zu $l'' = 0{\cdot}003\ cm$ genommen werden.

Bei der Herstellung der Bohrung des Joches und der Stäbe ist natürlich darauf zu achten, daß genau gearbeitet wird und beides vorzüglich paßt.

Digitized by Google

Die übrigen Bezeichnungen seien dieselben wie unter II *a* und II *b*.

Es ist nun:

$$B_1 = \frac{B_{St} \cdot Q_{St}}{Q_p} \quad \ldots \ldots \quad 15).$$

$$\text{Die Korrektur-}AW/cm = \frac{2 \cdot l''}{l_1} \cdot \frac{B_1}{0{\cdot}4 \cdot \pi} \quad \ldots \quad 16).$$

Auch hier braucht wie unter II *a* nur ein Punkt berechnet zu werden, zum Beispiel für $B_{St} = 15000$ ist:

$$B_1 = \frac{15000 \cdot 3{\cdot}14}{24{\cdot}32} = 1937$$

$$\text{Korrektur-}AW/cm = \frac{2 \cdot 0{\cdot}003}{13} \cdot \frac{1937}{0{\cdot}4 \cdot \pi} = 0{\cdot}712.$$

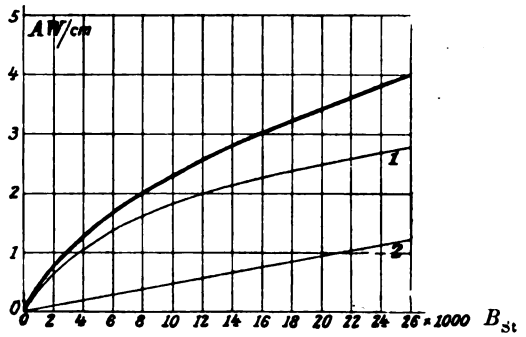


Fig. 11. Scherung.

In Fig. 11 ist die Gerade mit der Bezeichnung 2 eingetragen.

Addiert man nun in Fig. 11 zu den AW/*cm* der Kurve 1 die bei gleicher Stabsättigung entsprechenden AW/*cm* der Geraden 2, so erhält man die stark ausgezogene Korrekturkurve, die Scherung.

Die Scherung stellt also diejenige Korrektur dar, welche bei der Messung an den AW/*cm* angebracht werden muß, nachdem die Stabinduktion bereits korrigiert wurde.

Eine weitere Fehlerquelle ist die Streuung. Hierauf soll jedoch nicht weiter eingegangen werden, da dies bei der vorliegenden Anordnung des Joches und den praktisch vorkommenden Sättigungen des zu prüfenden Materials von untergeordneter Rolle ist. Für die hohen Sättigungen (300 AW/*cm*), bei welcher nach Verbandsvorschriften die Sättigung noch bestimmt werden soll, würde durch die Streuung ein kleiner Fehler entstehen, der aber nicht ganz beseitigt werden kann. Bei absolut genauer Messung in diesen Bereichen müßte auf die Ringmethode zurückgegriffen werden.

Bisher ist stillschweigend vorausgesetzt worden, daß auch bei der Jochmethode das Spiegelgalvanometer verwendet wurde. Für die praktische Messung ist die Verwendung des Spiegelgalvanometers aber noch recht umständlich und zeitraubend.

In folgendem soll nun eine Einrichtung beschrieben werden, welche den Anspruch erheben darf, für die laufende Untersuchung der Materialien von größter Einfachheit zu sein. Anstatt des Spiegelgalvanometers soll ein Zeigergalvanometer (1000 Ω) verwendet werden, welches so abgeglichen werden soll, daß es in seiner Skala direkt die Induktion *B* anzeigt. Eine Rechnung erübrigt sich dabei also vollständig. In Fig. 12 ist die Schaltung des sekundären Kreises für einen Widerstand von 10000 Ω dargestellt, und zwar ist die Einrichtung so gewählt, daß auf der ganzen Skala, bestehend aus 120 Skalenteilen, bei einer Konstante $C = 100$ 1 Skalenteil = 100 Linien, bei $C = 200$ 1 Skalenteil = 200 Linien bedeutet. Bei beiden Konstanten muß der Widerstand des sekundären Kreises natürlich derselbe bleiben, die Empfindlichkeit des Zeigergalvanometers muß sich aber wie 1:2 verhalten. Die Schemata in Fig. 12 zeigen die Anordnung der

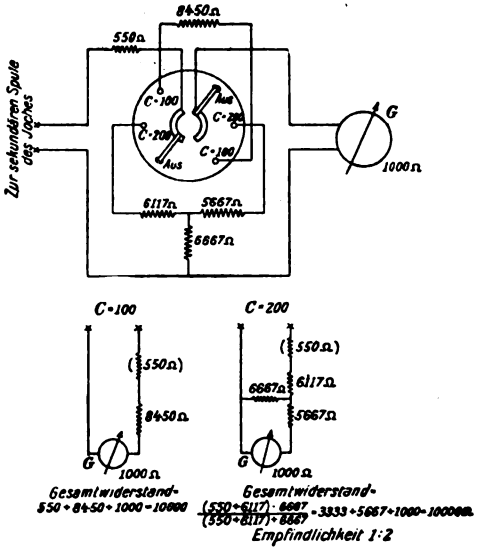


Fig. 12. Widerstände zum Zeigergalvanometer.

Widerstände, worin obige Bedingungen erfüllt sind. Bis zu $B = 12000$ ist bei der Messung also der Umschalter auf $C = 100$ zu stellen, bei Hebelstellung $C = 200$ kann dann bis $B = 24000$ durch direkte Ablesung gemessen werden. Diese letzte Stellung kommt bei Stahlguß für die aufzunehmenden Punkte nach Verbandsvorschriften in Frage.

Die Abgleichung geschieht nun so, daß bei dem gegebenen Gesamtwiderstand des sekundären Kreises von 10000 Ω durch Eichung mit der „langen Spule" die Windungszahl der sekundären Wicklung des Joches bestimmt wird, damit auf der Skala direkt *B* abzulesen ist. Zur Eichung soll dieselbe Einrichtung benutzt werden, wie vorher zur Bestimmung des Coulomb-Koeffizienten des Spiegelgalvanometers. Es wurde nur die Windungszahl z_2 der kleinen Prüfspule auf 9600 Windungen erhöht, um günstigere Ausschläge für das benutzte Zeigergalvanometer zu erhalten.

Nach Formel 2) ist:

$$P = \frac{H \cdot q \cdot z_2'}{w \cdot e} \cdot 10^{-8}$$

Nach Formel 8) ist:

$$B = \frac{P \cdot w \cdot e}{Q \cdot z_2'} \cdot 10^8 = \frac{H \cdot q \cdot z_2 \cdot w \cdot e \cdot 10^8}{w \cdot e \cdot 10^8 \cdot Q \cdot z_2'} = \frac{H \cdot q \cdot z_2}{Q \cdot z_2'} \quad \ldots \ldots \quad 17).$$

Bei konstantem Widerstande des sekundären Kreises ist bei der Eichung, wo Luftsättigung gemessen wird, das Verhältnis des Galvanometerausschlages *e* zum primären Strom *J* konstant. Für $J = 1$ und bei der Konstante $C = 200$ stellt dann

$$\frac{e}{J} = \frac{H \cdot q \cdot z_2}{Q \cdot z_2' \cdot C}$$

dieses konstante Verhältnis dar. Die Eichung des sekundären Kreises ergab für obige Einrichtung und $C = 200$

$$\frac{e}{J} = 9{\cdot}571.$$

Digitized by Google

Aus obigem berechnet sich dann die sekundäre Windungszahl für das Joch mit dem Stabquerschnitt $Q = 3{\cdot}14\ cm^2$ zu

$$z_2' = \frac{H \,.\, q \,.\, z_2}{Q \,.\, C \,.\, \frac{e}{J}}$$

$$= \frac{24{\cdot}41 \,.\, 11{\cdot}26 \,.\, 9600}{3{\cdot}14 \,.\, 200 \,.\, 9{\cdot}571}$$

$$= 439 \text{ Windungen.}$$

Der Widerstand der Eichspule, welcher 550 Ω betrug, muß bei der Eisenmessung durch einen zusätzlichen Widerstand (Fig. 12) ersetzt werden, damit der Gesamtwiderstand des sekundären Kreises 10000 Ω bleibt. Der Widerstand der 439 Windungen und der Zuleitungen ist gegenüber den übrigen hohen Widerständen auch hier vernachlässigbar klein.

Mit dieser sekundären Windungszahl ist die ganze Einrichtung also so abgeglichen, daß das Instrument unmittelbar zur direkten Ablesung von *B* geeignet ist. Die Aufnahme einer mittleren Magnetisierungskurve beschränkt sich also nunmehr auf wenige Manipulationen. Für 25, 50, 100, 200 und eventuell 300 AW/*cm* sind die erforderlichen Primärströme nach Formel 12 einzustellen, mittels Umschalter im Primärstromkreis schnell zu kommentieren und dabei *B* am Zeigergalvanometer direkt abzulesen. Vor jeder Ablesung ist das Eisen mehreremal durchzumagnetisieren. Nach Fig. 9 sind dann an der gefundenen Induktion *B* und nach Fig. 11 an den eingestellten AW/*cm* die Korrekturen anzubringen.

Die ganze magnetische Kontrolle der Materialien ist damit in wenigen Minuten unter günstigen Verhältnissen mit praktisch genügender Genauigkeit auch von ungeübteren Händen geschehen.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Die Großwasserkraftanlage an den Tullulahfällen. Die Georgia Railway & Power Co. hat kürzlich eine der größten Turbinenanlagen der Vereinigten Staaten in Betrieb gesetzt. Dieses Werk enthält sechs vertikale Reaktionsturbinen von 18.000 *PS* Leistung für ein Gefälle von 180 *m* mit gekuppelten Erregermaschinen; die Energie wird mit 110.000 *V* nach Atlanta und vier anderen, im Freien aufgestellten, Unterstationen übertragen. Die Wasserbauten umfassen die Errichtung eines 33 *m* hohen, gemauerten Dammes, eines Betonschachtes von 2 *km* Länge, eines Staubeckens und eines in Betoneisen erbauten Wasserschlosses und von fünf (später sechs) Rohrleitungen von je 1·5 *m* Durchmesser bei 360 *m* Länge. Zur Herstellung dieser Bauten, namentlich der Bohrungen, wurde komprimierte Luft verwendet, welche von einer provisorischen 1000 *PS*-Turbinen- und Kompressoranlage geliefert wurde; letztere lieferten 85 m^3 Luft pro Minute bei 8 Atm. Druck; als Aushilfe diente ein Dampfkompressor für 50 m^3/Min. Der Hauptdamm ist in Bogenform mit 270 *m* Radius erbaut und in zehn Rollschützenöffnungen von 8·5 *m* Weite unterteilt. Das untere Staubecken faßt 45 Millionen m^3 Wasser und ist durch einen Betoneisendamm von 27 *m* Höhe, 210 *m* Länge oberhalb des Schachteinlaufes abgesperrt; das Wasserschloß ist in fünf durch Stahlschützen absperrbare Kammern unterteilt. Das 60 *m* lange, 15 *m* breite Kraftwerk enthält sechs Generatoreinheiten, während die Hochspannungsanlage in einem dreistöckigen Schalthause (75 × 15 *m*) untergebracht ist. Eine dort angeordnete 250 *kW*-Peltoneinheit liefert den Strom für die Hilfsmaschinen (Erreger, Reinigungsanlage usw.).

Die Hauptturbinen sind als vertikale Francis-Turbinen bei 514 U. p. M. mit Öldruckregulierung und oberem Drucklager ausgeführt. Die Generatoren erzeugen bei 10.000 *kVA* Drehstrom von 6600 *V*, 60 ∼ und haben oben angebaute 100 *kW*, 250 *V*-Erregermaschinen. Die Generatorschalttafeln sind zum Teil oberhalb des Maschinenraumes und in der Verbindungsgalerie zwischen Schalt- und Maschinenhaus angeordnet. Die Spannung wird durch Einphasentransformatoren von je 3333 *kVA* Leistung auf 63.500, bezw. 110.000 *V* erhöht. Die Übertragungsleitung ist mit zwei geerdeten Blitzschutzseilen geschützt und mittels vierteiliger Hängeisolatoren an Stahlmasten befestigt; letztere sind 20 bis 24 *m* hoch und für eine normale Spannweite von 185 *m* bemessen.

Die Unterstationen sind derart angeordnet, daß die Hochspannungstransformatoren und -apparate im Freien aufgestellt werden konnten, während die Niederspannungsseite in den Gebäuden untergebracht ist. (El. World, 20. u. 27. 12. 1913.)

Wirtschaftliche Stromerzeugung in elektrochemischen Anlagen. F. D. Newbury. Bei elektrochemischen Anlagen kommt in der Regel Gleichstrom von 250 *V* bei hohen Stromstärken (bis 10.000 *A*) in Verwendung. Bei Wahl der Gleichstrommaschinen wird die Leistung begrenzt durch die zulässige Kommutierungsgeschwindigkeit und die Zahl der parallelen Stromzweige (Polzahl); die maximale Stromstärke liegt bei etwa 800 *A* pro Bürstenzweig. Gleichstromgeneratoren und synchrone Umformer für 50 ∼ müssen bei 150 U. p. M. und 16.000 *A* (4000 *kW* bei 250 *V*) bereits 40 Pole erhalten, wogegen bei 1500 bis 1800 U. p. M. und vier Polen sich 1600 *A* und 400 *kW* als Grenzwert ergeben. Die gebräuchliche V-Ring-Bauart des Kollektors erfordert entweder die Anordnung eines Hilfsrings am Ende des Kollektors oder (infolge der großen Kollektorlänge) eines oder mehrerer Schrumpfringe am Kollektor; es können dann Umfangsgeschwindigkeiten von 25 bis 30 *m* Sek. vorkommen. Für Entfernungen bis zu 300 *m* kann die Übertragung noch direkt mit Gleichstrom erfolgen, darüber hinaus ist jedoch das Drehstrom-Gleichstromsystem vorteilhafter. Bei Synchronumformern ist eine Spannungsregulierung von 5% durch die Änderung der Feldstromstärke erzielbar, darüber hinaus muß eine Zusatzmaschine vorgesehen werden. Gleichstrom-Turbogeneratoren für direkte Kupplung können nur für kleine Leistungen betriebssicher hergestellt werden; bei Unipolarmaschinen (bereits für 2000 *kW* bei 250 *V*, 1200 U. p. M. hergestellt) bietet die Stromabnahme große Schwierigkeiten.

Am geeignetsten erscheint die direkte Gleichstromerzeugung unter Verwendung eines geeigneten Antriebsvorgeleges (bis zu 3750 *kW* bei 180 U. p. M. ausgeführt) zwischen Turbine und Generator. Die unter Umständen günstigste Lösung bietet der Wechselstromturbogenerator mit synchronen Umformern; die Anordnung ist betriebssicherer und überlastungsfähiger als die direkte Gleichstromerzeugung und bei größerer Übertragungsweite auch wirtschaftlicher (geringere Verluste und Kosten). Der kombinierte Wirkungsgrad ergibt sich ohne Leitung für die Gleichstromanlage mit Vorgelege zu 91·6% (bei 2000 *kW* 3600/360 U. p. M.), für die Drehstromumformeranlage zu 90·2%.

Beim Antrieb mittels Wasserturbinen ist in der Regel wegen der erforderlichen größeren Übertragungsweite die Drehstromumformung bei 60 ∼ vorzuziehen; bei einer Gesamtleistung von 120.000 *PS* oder 100.000 *kW* würde sich bei Verwendung von 20 Gleichstromdynamos zu 5000 *kW* mit 170 U. p. M. der kombinierte Wirkungsgrad der Turbineneinheit bei Übertragung (92%) auf 600 *m* Distanz mit etwa 70%, bei Drehstromsystem (acht Einheiten mit 280 U. p. M.) mit Umformung mit 80% (Übertragung 99·5%) berechnen. Die Gesamtkosten stellen sich bei der Drehstromanlage um rund 20% geringer. Bei 50.000 *kW* und 300 *m* Distanz stellt sich die Gleichstromanlage zwar um 10% billiger in den Gesamtkosten, doch sind die Gesamtverluste um 8% größer als beim Drehstromumformersystem.

(Proceed. A. I. E. E., Jänner 1914.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Die konstruktive Entwicklung der Wasserrohrkessel. Kasten. Da die Steilrohrkessel neben der Ausnutzung des Raumes hauptsächlich aus den Bestrebungen entstanden sind, den Wasserumlauf so weit als möglich zu fördern, so wird die Beurteilung der verschiedenen Sonderbauarten in erster Linie dadurch beeinflußt, wie der Umlauf zustande kommt und welche Einrichtungen getroffen sind, um den durch die wechselnde Dampfentnahme und Speisung bedingten Schwankungen im Wasserumlauf zu begegnen. Der Verfasser beschreibt die gebräuchlichsten und bekanntesten Bauarten der Wasserrohr- bezw. Steilrohrkessel. Das Vorhandensein besonderer Rücklaufrohre ist für diese Kessel so wichtig, daß die Trennung in zwei Gruppen (mit und ohne Rücklaufrohre gerechtfertigt erscheint. Weiters werden Unterschiede zwischen Kesseln mit geraden und gekrümmten Rohren gemacht. Da der Weg, den das Kesselspeisewasser, das Dampfwassergemisch und schließlich der dem Kessel entnommene Dampf zu vollführen hat, für die Kesselkonstruktion von Wichtigkeit ist, so sind die Konstrukteure bemüht, einmal den Wasserumlauf möglichst unabhängig vom Zutritt kalten

Digitized by Google

Speisewassers und von der Entnahme des gebildeten Dampfes zu machen und die heißeste Stelle des Kesselinnern, die der Dampfentnahme, von der kältesten Stelle, der Einführungsstelle des Speisewassers, möglichst zu trennen. Je größer der Kessel ist, um so mehr Trommeln und Rohrbündeln enthält er und um so leichter sind die obigen Aufgaben zu lösen. Bei kleinen Kesseln mit nur zwei Trommeln und einem Rohrbündel ist es nicht zu umgehen, daß die Eintrittsstelle für das Kesselspeisewasser dicht neben der Dampfentnahmestelle im Oberkessel liegt, da ein Speisen in den Unterkessel nicht möglich ist. Bei den Stirling-Kesseln mit vier Trommeln findet beispielsweise eine vollständige Trennung beider Stellen statt. Überdies sind bei diesem Kesselsystem die oberen Trommeln durch je zwei horizontale Reihen von gebogenen Rohren verbunden. Eine ähnliche Scheidung des Dampfes vom Wasser findet bei den Kesseln der Firma H. Ketzer in Duisburg-Wannheimerort statt. Der Verfasser beschreibt weiters eine Reihe von neueren Steilrohrkesselsystemen in ihrem konstruktiven Aufbau von den oben angeführten Gesichtspunkten ausgehend.

Die Firma Oschatz in Meerane in Sa. baut Steilrohrkessel ohne Fallrohr, die aus zwei großen Siedern von 1·6 *m* Durchmesser und zwei kleineren Siedern von 0·9 *m* Durchmesser bestehen, die durch vier Rohrbündel miteinander verbunden sind. Der Wasserumlauf beschränkt sich auf die drei vorderen Trommeln, während in die hintere untere Trommel gespeist wird. Die Dampfentnahme erfolgt im hinteren unteren Sieder, der keinen besonderen Dampfsammler besitzt. Das hintere Rohrbündel dient als Vorwärmer und kühlt die Heizgase bis auf 160 bis 190° ab. Der Kessel ist in allen Teilen sehr gut zugänglich und sein Platzbedarf gering. Verdampfungsversuche mit diesem Kessel sollen mit minderwertiger Braunkohle einen Wirkungsgrad von 81% ergeben haben.

Kessel mit gekrümmten Rohren (Stirling-Kessel) sind durch die Konstruktionen der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G. in Hannover und der Firma H. Ketzer in Duisburg-Wannheimerort repräsentiert. Durch Vermehrung der Trommeln und Rohrbündel kann in den Stirling-Kesseln eine sehr große Heizfläche untergebracht werden. (Stirling-Kessel mit 2120 m^2 Heizfläche im Delray-Kraftwerk der Detroit Edison Company.)

Unter die Steilrohrkessel mit geraden Siederohren gehört das Kesselsystem Kestner, welches von der Maschinenbauanstalt Humboldt in Köln-Kalk ausgeführt wird. Die Rohrbündel haben eine absolut senkrechte Stellung und die Siederohre einen zickzackförmigen Grundriß. Das Rohrbündel besteht aus zehn Rohrelementen, deren jedes sich aus zwei parallelen Rohrreihen zusammensetzt. Die zur Erzielung des Wasserumlaufes getroffene Einrichtung ist den Fieldrohren sehr ähnlich. In dieselbe Gruppe der Kessel gehört der Werner-Hartmann-Kessel, der von der Sächsischen Maschinenfabrik vorm. Richard Hartmann A.-G. in Chemnitz gebaut wird.

Von den zahlreichen Vertretern der Steilrohrkessel mit gekrümmten Rohren und mit Fallrohren werden der Walther-Steilrohrkessel der Wasserröhrenkesselfabrik von Walther & Cie. in Delbrück b. Köln sowie der Burckhardt-Hochleistungskessel der Firma Jacques Piedboeuf in Düsseldorf-Oberbilk angeführt und beschrieben. Das auffallendste Merkmal dieser Kessel ist die Kreuzung der Siederohre bei ersterem Kessel und stark gekrümmten Fallrohren mit größerem Querschnitt beim Burckhardt-Kessel. Der Wasserumlauf beginnt mit dem Einführen des Kesselspeisewassers in den Vorwärmer und gelangt letzteres von da in den Unterkessel, in den kältesten Teil des Systems, so daß der Wasserumlauf im Kessel selbst, vom Speisen unbeeinflußt ist.

Zum Schlusse werden vom Verfasser die Werte von Verdampfungsversuchen angegeben, die vom Dampfkesselunternehmungsverein in Aachen mit einem Burckhardt-Hochleistungskessel durchgeführt wurden.

(Z. f. Dampfk. u. Mschinenbetr., Nr. 44, 45, 46, 1913.)

Technische und wirtschaftliche Erfahrungen im Dampfturbinenbetriebe. Dr. Ing. K. Hoefer bespricht das Ergebnis einer Umfrage, welche Geheimrat Prof. Josse Ende des Jahres 1912 bei einer Anzahl (zirka 60) von elektrischen Kraftwerken mit Dampfturbinen veranstaltete, mit der Absicht, einen Überblick über die in den letzten Jahren im Dampfturbinenbetriebe gesammelten technischen und wirtschaftlichen Erfahrungen zu gewinnen.

Die Verbreitung der verschiedenen Turbinensysteme ist in einer Zahlentafel zusammengestellt. Bei mittleren Leistungen überwiegt das reine Curtissystem, bei Großturbinen das Überdrucksystem. Es ist das Bestreben vorhanden, die Leistung einer Turbineneinheit immer weiter zu steigern. Größte Einheitsleistung nach der Umfrage 12.500 *kW*. (Größte seither überhaupt erzielte Einheitsleistung 30.000 *kW* im Nordwestkraftwerk in Chicago.) Seit dem Jahre 1910 neuerlicher gewaltiger Aufschwung in der Verbreitung der Dampfturbine. (Im Jahre 1912 allein Aufstellung von Turbinen mit einer Gesamtleistung von rund 115.000 *kW*.) Die minutlichen Umlaufszahlen liegen bei Trommelturbinen und Drehstromgeneratoren bei Leistungen bis zu 1000 *kW* bei 3000, bei höheren Leistungen bis zu 4000 *kW* bei 1500 und bei noch höheren Leistungen bei 880. Die Turbinen arbeiten ausnahmslos mit überhitztem Dampf von rund 300° C von etwa 12 Atm. Überdruck mit Kondensation. Die Stufenzahl wurde im allgemeinen verringert, was nicht nur eine Verringerung der Baukosten, sondern auch eine höhere Ökonomie der Turbinen zur Folge hat. Die Regelung ist meist mit Servomotor mit Druckölsteuerung ausgerüstet. Die Sperrung der Stopfbüchsen erfolgt ausschließlich durch Dampf. Die Betriebssicherheit der Dampfturbinen wird im allgemeinen als sehr günstig bezeichnet. Neben der Beschaufelung verlangt das Kammlager die meiste Aufmerksamkeit.

Bei weitem vorherrschend ist Einzelnoberflächenkondensation. Die Anforderungen an ein gutes Vakuum sind im Laufe der Jahre immer weiter gestiegen. In modernen Kraftwerken findet man meist ein Vakuum von 93 bis 97%. Zur Dichtung der Kondensatorrohre werden meist Stopfbüchsen verwendet. Naßluftpumpe und Kühlwasserkreiselpumpe herrschen zurzeit noch bei weitem vor. Entöler sind nicht vorhanden, da eine Verunreinigung des Kondensates durch Öl nicht zu befürchten ist. Störungen an der Kondensation sind äußerst selten.

Die auf die Wirtschaftlichkeit der Kraftanlagen bezw. auf den Dampfverbrauch der Turbinen Bezug habenden Verhältnisse sind vom Verfasser in mehreren Diagrammen und Zahlentafeln sowohl für Vollast als auch für Teillast zusammengestellt. Es hat sich gezeigt, daß in bezug auf Wärmeausnutzung bei den in Frage kommenden Leistungen sämtliche Turbinensysteme als praktisch gleichwertig anzusehen sind. Bei 7500 *kW* Normalleistung wird ein höchster Gütegrad von zirka 0·70 erreicht. Bei Teilbelastungen verhalten sich im allgemeinen Großturbinen günstiger als Kleinturbinen. Turbinen mit Curtisrad im Hochdruckteil weisen eine geringere Zunahme des spezifischen Dampfverbrauches bei Teillast auf, als Turbinen ohne dasselbe. Aus den Zahlentafeln ist zu erkennen, daß die Turbinen im Laufe der Jahre in bezug auf Dampfverbrauch und Wirtschaftlichkeit erheblich vervollkommnet wurden. Bei Leistungen von mehr als 3000 *kW* bleibt das Verhältnis des Dampfverbrauches bei Dreiviertellast zum Dampfverbrauch bei Vollast konstant. In mehreren Diagrammen und Zahlentafeln sind für eine Reihe von Kraftwerken die Zahlen des Wärmeverbrauches und des thermischen Wirkungsgrades zusammengestellt. Es geht aus diesen hervor, daß im Durchschnitt mit zunehmender Gesamtleistung des Kraftwerkes eine Verringerung des Wärmeverbrauches und eine Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades Hand in Hand geht. Der Wärmeverbrauch nimmt von etwa 10.000 WE pro *kWh* bei kleinen Leistungen, bis auf etwa 7200 WE/*kWh* bei großen Leistungen ab. Der thermische Wirkungsgrad steigt entsprechend von rund 8·5% bis zu rund 12%. Der kleinste vorkommende thermische Wirkungsgrad ist 5·73%, der Höchstwert rund 13% bei einer verhältnismäßig kleinen Anlage.

In einem Diagramm sind die Anlagekosten von Turbogeneratoren (einschließlich der Kondensation) in Abhängigkeit von der Normalleistung der Turbine aufgetragen. Es ist deutlich zu erkennen, daß die Kosten pro *kW* mit steigender Leistung bedeutend sinken, und zwar von Mk. 180 pro *kW* bei kleiner Leistung bis auf etwa Mk. 70 pro *kW* bei 6000 *kW* Leistung, das heißt um zirka 60%. Eine Verschiedenheit der Anlagekosten bei den verschiedenen Turbinensystemen konnte nicht festgestellt werden. An einem Beispiel wird gezeigt, daß auch der Übergang von der Kolbenmaschine zur Dampfturbine eine Verringerung der Anlagekosten mit sich gebracht hat. Die Verzinsung des Anlagekapitals erfolgt in der Regel mit 4%, die Abschreibung im Mittel mit 7%, was einer mittleren Lebensdauer der Turbinen von zirka 14 bis 15 Jahren entspricht.

Die Betriebskosten stellen sich im Durchschnitt für 100 *kW* installierter Leistung für Reparaturen mit Mk. 70, für Öl und Putzwolle mit Mk. 60 pro Jahr. In einer Zahlentafel ist die Ausnutzung der Kraftwerke und Reserve zusammengestellt. Die Werte für die mittlere zur Verfügung stehende Reserve liegen zwischen rund 40 und rund 90%. Es scheint, als ob die Reserven bei den Kraftwerken sehr großer Leistung geringer sind, als bei den kleineren Anlagen, und zwar fällt die verfügbare Reserve von rund 45% bei kleineren Werken, bis rund 65% bei Werken von 15.000 *kW* installierter Leistung. Bei Drehstromzentralen scheint die mittlere Reserve größer zu sein, als bei Gleichstromzentralen.

Zum Schlusse werden an der Hand von mehreren Beispielen die Vorteile der Dampfturbinen gegenüber den Kolbendampfmaschinen ausgewiesen. Auf Grund der mehrjährigen praktischen Erfahrungen wurden die bekannten Vorzüge wie: geringerer Dampfverbrauch, Platzersparnis, geringere Anlagekosten, geringere

Digitized by Google

Wartung, Ölersparnis, ölfreies Kondensat, bessere Regulierung usw. fast ausnahmslos anerkannt. Zusammenfassend geht aus den Ergebnissen der Umfrage hervor, daß die Dampfturbine die Kraftmaschine des Großkraftwerkes geworden ist, die in der doch immerhin kurzen Zeit der Entwicklung einen hervorragenden Stand bezüglich Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit erreicht hat.

(Z. f. d. ges. Turbinenw. Hefte 33, 34, 35, 36 v. J. 1913.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Kinematisch-geometrische Untersuchungen an Drehschaufelregulierungen. Ing. Franz Ulmer legt dar, daß das Gebiet der Drehschaufelregulierungen erweiterungsfähig ist. Er geht von dem allgemeinsten Fall einer Drehschaufelregulierung aus, bei welcher die Leitschaufeln um Achsen drehbar sind, welche gegen einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt gerichtet sind und entweder in einer Ebene liegen oder die Erzeugenden eines Kreiskegels bilden. Die Leitschaufeln besitzen „veränderliche" Schaufelbreite und sind in einem Kanale, welcher „düsenförmigen" Querschnitt aufweist, leicht beweglich. Bei der Bewegung der Drehschaufeln von „Offen" auf „Geschlossen" bildet sich zwischen der äußeren Leitschaufelstirnfläche und Leitkanalbegrenzungsfläche ein mit fortschreitender Schließbewegung immer größer werdender keilförmiger Spalt, durch welchen die Flüssigkeit entweichen kann. Um diesen seitlichen Austritt der Flüssigkeit zu verhindern, versieht man die Drehschaufelstirnflächen mit Begrenzungswänden, welche so ausgebildet sind, daß sie bei Schlußstellung der Drehschaufeln den allseitigen Abschluß der Leitkanäle sichern. Diese allgemeine Düsendrehschaufelregulierung kann weiter ausgebildet, bezw. spezialisiert werden. Wenn die Schaufelbreite konstant bleibt und sowohl die Leitkanalbegrenzungsflächen, als auch die Leitschaufelstirnflächen als konzentrische Kugelflächen ausgebildet werden, erhält man die sogenannte Kugeldrehschaufelregulierung. In diesem Falle sind die seitlichen Begrenzungswände der Leitschaufeln nicht mehr erforderlich. Dagegen sind bei konstanter Schaufelstärke seitliche Begrenzungsflächen von sonst beliebiger Form erforderlich, die lediglich zur Aufnahme der Drehzapfen dienen.

Bei der Kugeldrehschaufelregulierung sind wieder zwei Fälle möglich: 1. Die Schaufelstärke ist veränderlich und man hat durchgehende Drehbolzen und 2. die Schaufelstärke ist konstant und man hat seitliche Drehzapfen. Im Falle der veränderlichen Schaufelstärke ist das Gebiet dieser Drehschaufelregulierung eingeschränkt. Sind die Leitkanalbegrenzungsflächen Zylinder und die Leitschaufelstirnflächen Ebenen, so erhält man die Zylinderdrehschaufelregulierung. Ebenso können unter bestimmten Voraussetzungen Kegeldrehschaufelregulierungen und kombinierte Drehschaufelregulierungen zustande kommen.

Allen diesen Regulierungen ist das Merkmal gemeinschaftlich, daß die Leitschaufeldrehachsen in einer Ebene liegen und sich in einem gemeinsamen Punkte schneiden. Aus der Kugeldrehschaufelregulierung lassen sich, wenn man sich die Kugelflächen abgestuft ausgebildet denkt, alle Drehschaufelregulierungen ableiten. Für eine unendliche Anzahl der Stufen erhält man den allgemeinsten Fall einer Kugeldrehschaufel mit unendlich vielen, unendlich kleinen Zwischenstufen, nämlich die Düsendrehschaufel. Diese Abstufung kann auch bei der Finkschen Drehschaufel angewendet werden. Hier bilden die Drehachsen die Erzeugenden eines zur Turbinenwelle koaxialen Zylinders, die Drehschaufeln selbst besitzen konstante Schaufelbreite und konstante oder veränderliche Schaufelstärke. Man kann hier ebenso wie früher abstufen und erhält bei unendlich großer Stufenzahl und unendlich kleinen Stufen die Finksche Drehschaufel. Bei den abgestuften Drehschaufeln kann man wieder unterscheiden: die beiderseitig abgestufte und die einseitig abgestufte Drehschaufel.

Zu den beschriebenen Leitapparaten gehören auch die entsprechend ausgebildeten Laufradformen, die eine Übergangsform von einer äußeren Radialturbine zu einer reinen Axialturbine darstellen. Je nachdem das Laufrad mit einer Düsen-, Kugel-, Zylinder-, Kegel- oder kombinierten Drehschaufelregulierung verbunden ist, bezeichnet man das zugehörige Laufrad als Düsen-, Kugel-, Zylinder-, Kegel- bezw. kombinierte Turbine. Das Wasser tritt schräg, gegen die Turbinenwelle gerichtet, in das Laufrad ein und axial aus demselben aus.

Man gelangt also, wie der Verfasser nachgewiesen hat, durch entsprechende Ausbildung der Drehschaufelregulierung zu einfachen und rationell arbeitenden Laufradformen, welche alle vorteilhaften Eigenschaften der Francis-Turbine und einige derselben in erhöhterem Maße aufweisen, und zwar: Anpassungsfähigkeit an verschiedene Gefällshöhen und Wassermengen, in weiten Grenzen zulässige Drehzahl, Anwendung eines Saugrohres, horizontale Lagerung der Turbinenwelle, gute Regulierfähigkeit, geringer Raumbedarf und schließlich einfache konstruktive Durchbildung des Laufrades.

(Z. f. d. ges. Turbinenwesen, 10. 1. 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Die Erwärmung künstlich ventilierter Maschinen. A. Gray. Es wurden vergleichende Versuche an einem 80 *PS*-Induktionsmotor offener Bauart und geschlossener Bauart mit künstlicher Ventilation durchgeführt, wobei die Luft zunächst längs der Statorwicklung und dann durch die Rotorspeichen hindurchgeführt wurde; hiebei wurde die Luftmenge und Geschwindigkeit durch Drosselung des Ventilatorauslasses reguliert und mittels Anemometer gemessen.

Die Erwärmung bei künstlicher Ventilation ergibt die Beziehungen:

$$T_2 - T_1 = \frac{W}{1{\cdot}86\, A\sqrt{V}} \text{ und } T_1 - T_0 = \frac{W}{0{\cdot}536\, Q},$$

worin T_2 die Temperatur der Wicklung, T_0 die Lufttemperatur beim Ein- und T_1 beim Austritt aus der Maschine in ° C, W den gesamten Wattverlust, abzüglich der Lagerreibung und der vom Rahmen ausgestrahlten Wärme (W_R) (letztere ergibt sich pro Quadratzoll und ° C aus der Beziehung $W_R = 0{\cdot}044 + 0{\cdot}0012\, V_1$, worin V_1 die Umfangsgeschwindigkeit des Rotors in 1000 Fuß pro Minute), Q die Luftmenge in Kubikfuß pro Minute und V die Luftgeschwindigkeit in Fuß pro Minute bedeutet.

Die Versuche führen zu folgenden Ergebnissen:

1. Die Temperaturerhöhung der Statorwicklung ist proportional den gesamten Kupfer- und Eisenverlusten und unabhängig von deren prozentualer Verteilung.

2. Die Lagerreibung hat keinen wesentlichen Einfluß auf die innere Erwärmung der Maschine.

3. Die Steigerung der Luftgeschwindigkeit (bis zu 30 *m* Sek.) hat einen wesentlicheren Einfluß als die Vergrößerung des Austrittsquerschnittes (Luftmenge) bei gleicher Geschwindigkeit. (Vgl. Fig. 1.)

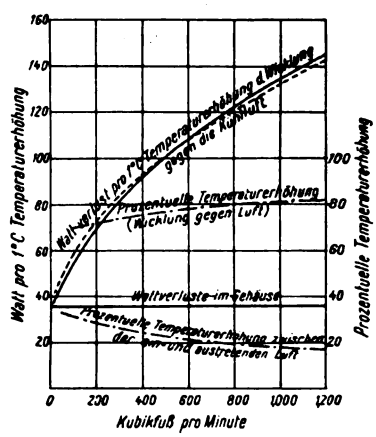


Fig. 1.

4. Die maximale Leistung des künstlich ventilierten Motor ist meistens größer als die der offenen Bauart.

(The Electr., 16. 1. 1914.)

Drehstrom-Repulsionsmotor. A. Heyland gibt einen neuen Drehstromrepulsionsmotor an, der die Vorteile des einphasigen Motors besitzt und durch den Fortfall des Transformators billiger wird. Der Motor erhält, wie die Scherbius-Motoren, Sehnenschrittwicklung und der Phasenzahl entsprechend verschiedenachsig paarweise kurzgeschlossene Bürsten, die um einen Winkel abstehen, der kleiner ist als der Winkel zwischen benachbarten Phasen der Statorwicklung *S* (Fig. 2). Diese erhält bei 1, 2, 3 Strom zugeführt, ist also dreiachsig erregt, wie die Pfeile zeigen; *R* ist der Rotor (Kollektor), auf dem drei zusammen verstellbare je in sich geschlossene Bürstenpaare schleifen. Die in der Nullstellung in den Kurzschlußstromkreisen induzierten Ströme erzeugen ein durch die punktierten Pfeile angezeigtes Feld, das sich mit dem Statorfelde innerhalb jedes Bürstenpaares zu je einem einachsigen (durch Doppelpfeile angedeuteten Feld) zusammensetzt. Der in der gezeichneten Nullstellung zwischen den Bürsten fließende Magnetisierungsstrom erzeugt dann das Korrektionsfeld, das bei Betrieb, also wenn das Drehfeld auftritt, fortfällt. Der neue Motor zeigt eine geringere Phasenverschiebung als der einphasige Repulsionsmotor, die man noch durch Einfügung einer Kompensationsspannung in die Bürstenkurzschlüsse kompensieren kann.

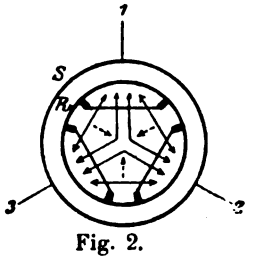


Fig. 2.

Verbindet man die verschiedenen Bürstensätze über regelbare Spannungen entsprechender Phase, so erhält der Motor Nebenschlußeigenschaften. Nur beim Anlauf ist der Motor ein

Digitized by Google

reiner Repulsionsmotor, nimmt aber mit zunehmender Tourenzahl die Eigenschaften eines Drehfeldmotors an. Auch die Déri-anordnung läßt sich auf den Motor übertragen. Der Motor ist für die gleiche Leistung im Eisen reichlicher zu dimensionieren und wird also um 10% teurer als der normale Drehfeldmotor; durch den Fortfall des Transformators wird er aber im ganzen billiger.

Für eine 30 *PS*-Aufzugsanlage kostet ein Drehstromserienmotor mit Transformator K 3000, zwei Einphasen-Repulsionsmotoren in Scott-Schaltung an ein Drehstromnetz angelegt kosten K 3600, der neue Drehstromrepulsionsmotor kostet K 2640.

(E. T. Z. Heft 4, 1913.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Messung der mechanischen Leistung durch Pendelmaschinen. Langer und Dr. Finzi. Das Kräftepaar zwischen dem festen und beweglichen Teil einer Dynamo sucht den ersteren zu drehen, bei der Dynamo im Sinne des umlaufenden Teiles, beim Motor entgegengesetzt. M. Deprez hat schon 1881 die auf ihre Leistung zu messende Maschine zu ihrem eigenen Leistungsmesser gemacht, in dem er das Gehäuse in der Achse des Ankers auf Schneiden gelagert hat. Brackett hat die ganze Maschine auf einen Pendelrahmen gelagert. Von Amsler mit dieser Anordnung getroffene Messungen haben genügende Genauigkeit ergeben. H. Geist hat den pendelnden festen Teil mit einem Hebelarm verbunden, an dem ein verschiebbares Gewicht eingestellt werden kann.

Pendelmaschinen werden jetzt zur Prüfung von Automobilmotoren verwendet. An der Technischen Hochschule in Aachen ist eine Turbodynamo für 100 *kW*, 3000 U. p. M. von Max Schorsch & Co. in Rheydt für 220 *V* Gleichstrom mit der Dampfturbine gekuppelt als Pendelmaschine ausgeführt; die Reaktion wird in einer Meßdose gemessen, deren Druck durch ein registrierendes Manometer ermittelt wird; gleichzeitig wird die Tourenzahl registriert. Eine zweite 100 *kW* Pendeldynamo ist mit einer Dieselmaschine für 176 Touren gekuppelt und gibt für kurze Zeit 800 *mkg* Bremsmoment (550 *PS*); die Messung erfolgt mit Gummibeutelmeßdose.

Wenn die Zapflager und die Bürsten vom Pendelgehäuse getragen werden und mit diesem pendeln, so ist das meßbare Moment M gleich dem von der Kraftmaschine abgegebenen M_{eff}. Beim Motor ist $M = M_{el} - (M_r + M_v)$, bei der Dynamo $M = M_{el} + (M_r + M_v)$; wobei M_r und M_v das Moment der Reibung und der Ventilation bedeuten. Beim Eichen läuft die Maschine leer als Motor, dann ist $M = M_r + M_v$, woraus die beiden Reibungsmomente und da der reine Reibungsverlust klein ist, der Luftwiderstand bestimmt ist. Joulesche Verluste beeinflussen die Messung nicht. Bei 3000 minutlichen Touren beträgt das Moment des Ventilationsverlustes 0·09 *mkg*, das ist 0·26% des Momentes bei Normallast. Vergleich der als Funktion der Tourenzahl mit Pendeldynamos bei Leerlauf erhaltenen Werte des Drehmomentes mit den an der abgekuppelten und als Motor laufenden Maschine nach bekannter Art angestellten Leerlaufsmessungen haben gute Übereinstimmung ergeben. Der Schwerpunkt des Pendels darf sich während des Betriebes nicht verschieben, der Anker muß vollkommen ausgewuchtet sein, einseitig wirkende magnetische Zugkräfte sind schädlich. Der Strom wird dem pendelnden Gehäuse durch federnde Schienen zugeführt, die die Stabilität erhöhen. (Z. d. V. D. I. Heft 2, 1914.)

Leitungen.

Praktische Regeln für die Errichtung von Hochspannungsleitungen. B. Welbourn. Die Kosten der Freileitungen stellen sich in England pro *km* für Spannungen von 6000 bis 20.000 *V* auf rund K 14.000, für Kabelleitungen auf K 21.000 bis 30.000. Der Board of Trade schreibt einen Sicherheitsfaktor von 5 (bei — 5° C) für die Leitung und von 10 für Holzmasten vor, bei einem Winddruck von 150 kg/m^2 (neuerdings 120 kg/m^2), während die Postverwaltung nur mit 85 kg/m^2 rechnet. Masten aus Tannen(Kiefern)holz werden in der Regel nach dem Bethell-Verfahren mit Kreosot imprägniert und ihre Lebensdauer mit 35 bis 50 Jahren angenommen. Die gebräuchlichen Mastentypen sind *A*- und *H*-Maste. Als Leitungsmaterial kommt zumeist Kupfer in Verwendung, wiewohl neuerdings auch Aluminium in Betracht kommt. Für Spannweiten bis 50 *m* werden meist massive Leiter, darüber hinaus verseilte Drähte verwendet (7, 19 und 37 Litzen). Die Befestigung des Leitungsdrahtes an den Isolatoren erfolgt durch flexible bezw. halbstarre Binder oder starre Klammern; die bevorzugte Verwendung beweglicher Binder erfordert sehr geschickte Arbeiter. Halbstarre Binder werden nach dem Patent von Paton ausgeführt. Die Stützenisolatoren werden für Spannungen bis 66.000 *V* vorteilhaft verwendet, darüber hinaus sind Hängeisolatoren vorzuziehen. Bei der Installation ist stets die Möglichkeit einer Erhöhung der Betriebsspannung in Betracht zu ziehen. Die Anordnung eines geerdeten Blitzschutzseiles bildet den besten Leitungsschutz; bei jedem fünften Mast ist eine Erdungsplatte vorzusehen. Im Gegensatz zur amerikanischen Praxis wird statt des galvanisierten Stahldrahtes ein aus dem Leitungsmaterial bestehendes Schutzseil empfohlen.

Die Verwendung von Hörnerblitzableitern, namentlich in Gegenden mit starker Ruß(Rauch)entwicklung, wird nicht empfohlen; Elektrolytableiter (Aluminium) erfordern tägliches Aufladen und daher hohe Instandhaltungskosten. Kondensatoren kommen, zum Teil infolge ihrer hohen Kosten, nur selten in Verwendung. Es wird das von Merz-Price*) angegebene Schutzverfahren und die Verstärkung der Endwicklungen als sicherste Schutzmaßnahme empfohlen; für Schwachstromleitungen haben dieselben eine besondere Leitungsanordnung mit Schutzmantel angegeben. Die Kreuzung von Stark- und Schwachstromleitungen erfordert besondere Schutzanordnungen; für Spannungen über 3000 *V* sind von der Postverwaltung hinsichtlich der Distanzierung sehr strenge Vorschriften erlassen, doch scheint nach den neueren Schutzsystemen eine größere Toleranz am Platze zu sein.

(The Electr., 9. 1. 1914.)

Elektrische Beleuchtung.

Die Wirtschaftlichkeit moderner Beleuchtungsquellen. Heyck bestreitet die Richtigkeit der Angaben von H. Becker**), betreffend die höhere Wirtschaftlichkeit von Quarzlampen gegenüber Bogenlampen, indem er darauf hinweist, daß dem Effektverbrauch von 0·41 bis 0·46 *W* pro *HK* für die Type „Metalfa" der Quarzlampe 0·17 bis 0·24 *W* pro *HK* für die großen offenen Effektbogenlampen entgegenstehen. Diese Lampen haben 17 bis 20 Stunden Brenndauer, Lampen mit zwei Kohlenpaaren zeigen 35 Stunden und Dauerbrandeffektlampen 60 bis 150 Stunden Brenndauer.

Ein Vergleich der Wirtschaftlichkeit der Lampen ist nur bei annähernd gleich erzielter Beleuchtung zutreffend. Nimmt man gleiche Gesamtlichtstärke und gleiche Betriebsstundenzahl (1000 Stunden) an, so stellt sich der Vergleich nach Heyck wie folgt. 10 Quarzlampen zu 3·5 *A*, 220 *V*, 3000 *HK* Stromverbrauch, 7700 *kWh*, (1000 Stunden Brenndauer, Bedienung K 6 pro Brenner) stehen 10 Excellolampen zu 10 *A*, 3100 *HK* (5500 *kWh*, 690 Paar Stifte, Bedienung 12 h pro Stift) gegenüber. Stromkosten 12 h pro *kWh*.

	Quarzlampen K	Excellolampen K
Stromkosten	554	396
Brenner bezw. Kohlenkosten	540	356
Bedienung	60	83
Ersatzteile	12	60
	1166	895

Die Quarzlampe würde demnach 40% mehr Strom verbrauchen und um 80% teurer als die Excellolampe sein.

(Z. V. D. I. Heft 4, 1914.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Die elektrischen Betriebseinrichtungen am Panamakanal***). E. Schildhauer und E. M. Hewlett. Die Regulierung der Schleusen und Hilfseinrichtungen erfolgt durch Fernbetätigung vom Schalthaus, wobei alle Schalter derart miteinander verriegelt sind, daß Fehler infolge falscher Manipulation auf ein Minimum eingeschränkt werden. Der gesamte Kraftbedarf aller Motoren beträgt an den drei Schleusenanlagen Gatun, Pedro Miguel und Miraflores insgesamt 12.000 *PS* (500 Motoren, mit Einzelleistungen bis zu 70 *PS*) und erstreckt sich auf den Betrieb der Schleusentore, Wasserschieber zum Füllen und Entleeren der Schleusen und der Sicherheitseinrichtungen. Jede Schleuse ist durch Zwischentore in kleinere Abschnitte unterteilt, die ein Durchschleusen kleiner Schiffe in kürzerer Zeit und mit geringem Kraftaufwand ermöglichen. Zum Schutze der Schleusentore gegen das Anfahren von Schiffen dienen Schutzketten, welche durch ein Pumpwerk (mit 70 *PS*-Motor) hydraulisch betätigt werden; das Betätigen des Schiebers für das Auf- und Abwärtsbewegen der Kette erfolgt durch einen kleineren (0·5 *PS*-) Motor vom Schalthause aus. Die jeweilige Stellung der Schleusen und Hilfseinrichtungen wird durch eine Indikatoranlage im Schalthaus jederzeit angezeigt; diese Indikatoren stellen eine Art Galvanometer dar, dessen feststehender Teil von dem dreiphasigen Strom der Hauptmotoren durchflossen wird, während die einphasigen Rotoren von einer eigenen Stromquelle gespeist werden. Die jeweilige Stellung wird durch zwei Galvanometer bestimmt, von welchen eines als Sender mit den Hauptmaschinen verbunden ist, während das andere als Empfänger dient und mit einer Miniaturregistriervorrichtung an der Schalttafel verbunden ist. Der Wirkungsbereich einer solchen Indikatoranlage erstreckt sich auf nahezu 1 *km* Entfernung vom Schalthaus.

*) Vergl. E. u. M. 1908, Seite 363, 673.
**) Vergl. E. u. M. 1914, Seite 83.
***) Vergl. E. u. M. 1912, Seite 631.

Digitized by Google

Zur Stromerzeugung und Verteilung der Energie dienen zwei Kraftwerke und vier Unterstationen; von ersteren ist eine mit Dampfkraft (als Reserve), die andere mit drei Einheiten zu 2000 *kW* mit Wasserkraft betrieben. Die Generatorspannung von 2200 *V* wird auf 44.000 *V* transformiert und für lokale Zwecke auf 110 bezw. 220 *V* bei 25 ∼ ermäßigt; die Schalt- und Indikatoranlage wird mit 240 *V* betrieben und mit demselben Strom auch die zum Durchtreideln der Schiffe durch den Kanal dienenden elektrischen Lokomotiven betrieben; alle übrigen Antriebsmotoren sind Drehstrominduktionsmotoren für 220 *V*, 15 ∼.

(Gen. El. Reviev, Jänner 1914.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Triebwagen auf amerikanischen Eisenbahnen. Wagenknecht. Von den 580 Triebwagen auf amerikanischen Eisenbahnen sind 260 mit Benzinmotorantrieb (darunter 70 mit elektrischer Kraftübertragung) und 320 mit Akkumulatorenantrieb ausgerüstet; unter diesen sind 90 mit Edison-Batterien ausgerüstet. Letztere Triebwagen sind bei 250 bis 300 *km* Tagesleistung für den Pendelverkehr auf kürzeren, die Benzinwagen für weitere Strecken geeignet; diese legen täglich 100 bis 400 *km*, im Mittel 250 *km*, zurück. Die Haltestellenentfernung ist bei den Benzinwagen 1·6 bis 12·5 *km*, bei den Akkumulatorwagen viel kleiner; letztere können dafür größere Steigungen (bis 70‰) überwinden. Die tägliche Laufzeit von Benzinwagen ist sieben bis neun Stunden im Mittel, die Akkumulatorenwagen sind vom Aktionsradius abhängig, sie werden des Nachts durch sechs bis sieben Stunden aufgeladen, die Edison-Batterien auch tagsüber*). Akkumulatorwagen verkehren nur allein, Benzinwagen mit Anhängern bis zu 40 *t*. Der Verfasser beschreibt die Bauart der verschiedenen Wagenkonstruktionen für beide Wagentypen, von denen die Benzinwagen immer die größeren und schwereren sind.

Einheitliche Angaben über Betriebs- und Unterhaltungskosten sind nicht erhältlich. Eine der New Yorker Bahnen gibt die Betriebskosten mit 48·5 h pro *km* an, darunter 27·4 h Personalkosten und 9·4 h für Batterieunterhaltung, welche der liefernden Firma zufällt. Der mittlere Verbrauch ist 47 bis 57 *Wh* pro *t/km*. Edison-Batterien haben den Vorteil, daß sie leichter sind und kurzzeitig überladen werden können, jedoch sind Zwischenladungen erforderlich und der Wirkungsgrad ist im Mittel nur 45% und die Batterie ist teurer. Bleibatterien müssen größer und schwerer gewählt werden, sie sind nur einmal täglich zu laden, sind billiger und von größerem Wirkungsgrad.

Betriebsergebnisse von acht benzinelektrischen Wagen auf der Dan Patch Line.

Wagen/*km*	rund 348.500
Anhänger/*km*	„ 122.000
Gesamte Personenwagen/*km*	rund 470.500
Länge der Strecke	60·2 *km*
Größte Steigung	15%
Mittlere Haltestellenentfernung für Schnellzüge	6 *km*
Reisegeschwindigkeit für Schnellzüge	46·8 *km*/Std.
Mittlere Haltestellenentfernung für Lokalzüge	1·715 *km*
Fahrgeschwindigkeit	38 *km*/Std.
Brennstoffverbrauch je Motorwagen/*km*	1·78 *l*
Brennstoffverbrauch je Zug/*km*	1·24 *l*

Betriebskosten	Je Motorwagen/*km* Mk.	Je Zug/*km* Mk.
Personalkosten	0·148	0·1075
Brennstoffkosten	0·212	0·157
Schmieröl für den Benzinmotor	0·0136	0·0102
Öl für die Lager	0·0010	0·0009
Wartung und Wagenheizung einschließlich Heizung der Anhängewagen	0·0167	0·0123
Unterhaltung der elektrischen Ausrüstung	0·0235	0·0175
Unterhaltung des wagenbaulichen Teiles	0·0169	0·0123
Unterhaltungskosten der Wagen im Schuppen	0·0423	0·0313
	0·4740	0·3490

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 706/07.

Was die Benzinwagen mit direktem Antrieb anlangt, bei welchen eine Regelung der Fahrtgeschwindigkeit nur durch Änderung der Übersetzung möglich ist, so ergibt dieser Betrieb einen großen Brennstoffverbrauch wegen der unwirtschaftlichen Regelung; fahren die Wagen in der Ebene bei großen Haltestellenentfernungen, so müssen sie nicht oft angelassen werden und können bei niedrigen Benzinpreisen ökonomisch arbeiten. Benzinwagen mit elektrischer Kraftübertragung geben ein sanfteres Anfahren auch in kleinen Kurven und günstigere Regelungsverhältnisse. Die elektrische Ausrüstung ist billiger zu unterhalten als das Wechselgetriebe. Die Betriebsergebnisse der von der General Electric Co. gebauten Wagen sind in vorstehender Tabelle dargelegt*). (E. K. B. Heft 2, 1914.)

Elektrifizierung der Vorortestrecken der London-Northwesternbahn. Zur Verwendung gelangt das Gleichstromsystem mit zwei Stromleitungsschienen aus weichem Stahl von 48 *kg* Gewicht pro laufenden Meter, von welchen eine isoliert außerhalb der Laufschienen, die andere in der Mitte zwischen denselben angeordnet ist; die Leitfähigkeit ist $\frac{1}{6{\cdot}5}$ jener des Kupfers. Die Züge sollen, wie „The Electrician" mitteilt, aus je zwei Motor- und einem Beiwagen bestehen, der Antrieb erfolgt durch vier Motoren zu 240 *PS* nach dem Multiple-unit-System (Vielfach-Zugsteuerung). Das Kraftwerk soll mit fünf Dampfturbineneinheiten zu 5000 *kW* erbaut werden, welche Drehstrom von 11.000 *V*, 25 ∼ erzeugen; es sollen 20 Wasserrohrkessel mit automatischer Kohlenzufuhr zur Aufstellung gelangen. Die Umformung soll in zehn Unterstationen mit Sechsphasen-Einankerumformern von 750 bis 1000 *kW* Leistung erfolgen. Die Übertragung geschieht mittels armierter Hochspannungskabel mit Papierisolation. Die gesamte elektrische Zugseinrichtung soll, mit Ausnahme von vier Zugsgarnituren, welche von Siemens Brothers stammen, von der Maschinenfabrik Oerlikon geliefert werden.

Elektrische Apparate.

Kondensatormaschinen. Dr. H. Wommelsdorf beschreibt die von ihm angegebenen und von der Elektros-Gesellschaft, Berlin, ausgeführten Hochspannungs-Gleichstrommaschinen. Die prinzipielle Anordnung zeigt Fig. 3, aus dem das kondensatorartige Ineinandergreifen der festen Scheiben *b* und der rotierenden *a* zu erkennen ist, die von beiden Seiten influenziert werden, während der Strom am äußeren Umfang der rotierenden Scheiben durch in einer Rille schleifende Drähte abgeleitet wird; jede Scheibe muß also die doppelte Elektrizitätsmenge als bei einer gewöhnlichen Influenzmaschine liefern; durch die besonders enge Anordnung der Scheiben erreicht man aber die 20 bis 50fache Menge. Durch den dargestellten Aufbau sowie durch die Einlagerung der Belege in Isolationsmaterial sind alle an der Elektrizitätserzeugung mitwirkenden Teile vor Verstaubung und vor Ausstrahlungsverlusten geschützt.

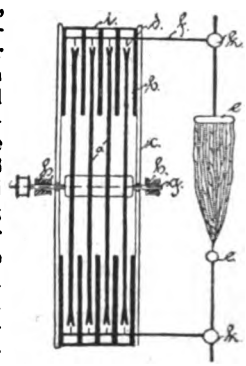


Fig. 3.

Um das Innere der Maschine leicht zugänglich zu machen, ist das Gestell zweiteilig und auseinanderziehbar. Die große Haltbarkeit aller Teile ist durch Überziehen der Hartgummischeiben mit Bakelit erreicht worden. Durch diese besonderen Anordnungen werden Funkenlängen erzielt gleich dem halben oder zwei Drittel des Scheibendurchmessers.

Die Entladungen erfolgen zwischen den Elektroden mit einer flammenartigen Erscheinung ohne erkennbare Einzelfunken, die erst bei sehr großen Schlagweiten auftreten, insbesondere wenn Leydener Flaschen angelegt werden. Durch den Querkonduktor oder Polarisator kann der Netzstrom eingestellt und die Polarität bestimmt werden. Ein Hauptunterschied gegenüber der Holtzschen Maschine besteht darin, daß ein veränderlicher hoher Widerstand zwischen zwei Sektoren gebracht wird, die unter dem Einfluß eines Polarisators stehen. Der Widerstand wird durch die Veränderung des Abstandes des Polarisators von den Kontaktknöpfen geändert.

Die Maschine findet in der Elektrotherapie und Röntgentechnik Verwendung, wobei die Wirkung durch Änderung der Tourenzahl oder der Vorschaltfunkenstrecke eingestellt werden kann. Die kleineren Typen mit einer Scheibe von 26 *cm* Scheibendurchmesser geben 175 *mm* lange Funken, 350 Mikroampere als höchste Stromstärke, also eine größere Stromausbeute als die größte Wimshurst-Maschine; eine Kondensatormaschine mit sieben Platten von 55 *cm* Durchmesser gibt 350 *mm* lange Funken, 3500 Mikroampere Strom. (E. T. Z. Heft 3, 1914.)

*) Vergl. E. u. M. 1909, Seite 667.

Digitized by Google

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Vergleichende Untersuchungen über die drahtlose Telegraphie mittels Lichtbogen und Funkenstrecke. L. W. Austin. Bei den im Monate Juli–August 1913 zwischen den Stationen Arlington und Colon durchgeführten Versuchen (Entfernung 3500 *km*) wurde ein 100 *kW*-Poulsen-Lichtbogen und eine rotierende Funkenstrecke vergleichsweise erprobt; die Antennenhöhe betrug 54 bezw. 60 *m*, als Empfänger wurde in Arlington ein Kristalldetektor verwendet, während in Colon ein Ticker und der Heterodyneempfänger von Fessenden zur Verwendung kam. Die Wellenlänge wurde beim Lichtbogen zwischen 4000 und 7000 *m* verändert, bei der Funkenstrecke hingegen zwischen 2500 bis 3500 *m*; die letztere zeigte sich jedoch für die große Entfernnng als unzureichend, so daß die Versuche mit der Funkenstrecke eingestellt wurden. Die Senderstromstärke schwankte zwischen 52 bis 78 *A* beim Lichtbogen, bei der Funkenstrecke betrug dieselbe 104 *A*.

Die Prüfergebnisse zeigt nachstehende Tabelle:

	Wellenlänge in *m*	Senderstromstärke in *A*	Zahl der Signale*)	
			ausgesendete	davon hörbar am Empfänger
Funkenstrecke	3500	104	9	7
Lichtbogen . .	4000	52	9 (4)	7 (4)
„ .	5000	60	(4)	(4)
„ .	6000	70	6	2
„ . .	7000	78	3 (7)	3 (7)

*) Nachtsignale in der Klammer.

Die Tabelle zeigt, daß die besten Resultate (bei Tag) bei 7000 *m* Wellenlänge mit dem Lichtbogen erhalten wurden; bei 3500 bezw. 4000 *m* Wellenlänge waren die Ergebnisse der Funkenstrecke und des Lichtbogens gleich gut, doch waren die Funkensignale nur schwach vernehmbar und mit dem Telegraph nicht mehr aufnehmbar, hingegen waren 65% aller Lichtbogentelegraphensignale aufnehmbar. Die Empfangseinrichtung erwies sich bei der Funkenstrecke als unzureichend, während beim Lichtbogen der Fessenden-Apparat vollkommen ansprach.

(The Electr., 9. 1. 1914.)

Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen.

Schienenkontaktschließer mit Prüfstift. Becker. Bei dem für die elektrischen Signalflügelkupplungen zur Auslösung der Gleichstromblockfelder und der elektrischen Druckknopfsperren bisher verwendeten Schienenstromschließer von Siemens und Halske A.-G. mit Quecksilberfüllung war die Prüfung des Quecksilberstandes wegen der dadurch bedingten Betriebsstörung schwierig und zeitraubend. Diese Schwierigkeit wird durch die Anordnung eines Prüfstiftes beseitigt, der durch das Gehäuse und, von diesem isoliert, von außen in den Kontaktschließer eingeführt wird. Durch eine eingefeilte Abflachung ist außen der zulässige höchste und tiefste Stand des Quecksilbers kenntlich gemacht.

Soll nun eine Prüfung des Stromes und des Stromschließers erfolgen, so wird ein Galvanoskop zwischen dem in der Mittelstellung befindlichen Prüfstift und das Eisengehäuse eingeschaltet. Ist Stromschluß vorhanden, so zeigt dies das Galvanoskop an; der Stand des Quecksilbers kann somit nicht unter dem Regelstande sein. Zu hoher Stand bewirkt dauernden Stromschluß. Um ihn zu prüfen, muß beim Höherschrauben des Stiftes Stromunterbrechung eintreten, wenn die Unterkante der erwähnten Abflachung um ein bestimmtes Maß herausbewegt wird. Ob der Stand nicht zu niedrig ist, erkennt man aus dem unterbrochenen Stromlaufe bei tiefster Stellung des Stiftes; hört der Strom dabei auf, so ist Quecksilber nachzufüllen, bis wieder Schluß bei Mittelstellung eintritt.

(Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw., 2. Jahrg., 1914.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Die Konstruktion der Trockenelemente bildete den Gegenstand eines Vortrages von C. Hambuechen und O. E. Ruhoff. In Amerika herrscht etwa folgende Konstruktion der Trockenelemente vor: Die Anode besteht aus einem Zinkblechzylinder, der zugleich als Behälter dient. Der Elektrolyt, eine Lösung von Zink- und Ammoniumchlorid, ist von saugfähigem Material, zumeist Papier, eingesaugt, welches nächst dem Zink angeordnet und von der Kathode vollständig getrennt ist. Die Kathode besteht aus einem Kohlenstift und ist von einer körnigen Mischung von Braunstein, Kohle und Ammoniumchlorid umgeben. Graphit ist auch ein üblicher Bestandteil. Die erwähnte Mischung ist mit einem, Ammonium- und Zinkchlorid in Lösung enthaltenden Elektrolyten imprägniert. Die chemische Kontrolle der Materialien soll sich auf die Feststellung der Reinheit und die Bestimmung der dem Element schädlichen Verunreinigungen erstrecken. Bei einigen Materialien sind auch die physikalischen Eigenschaften von größter Wichtigkeit. Eine der wichtigsten Eigenschaften ist die elektrische Leitfähigkeit der körnigen Kohle und des Graphites sowie ihrer Gemische mit Braunstein. Die Batteriekohle wird aus Petroleumkoks, Retortenkohle oder Kohlenkokshergestellt. Als Graphit kommt ein natürliches oder künstliches Produkt in Betracht. Die Kohle und der Graphit können auch aus benutzten Elektrolyseelektroden hergestellt werden.

Die Bestimmung der Leitfähigkeit erfolgt in einem stehenden Porzellanrohr von 2 Zoll Länge und 1 Zoll lichter Weite. Beide Rohrenden sind durch Graphitpfropfen verschlossen, wobei auf den oberen ein Druck von 15 Pfund ausgeübt wird. Für verschiedene Graphitsorten sind derart Werte von 0·14 bis 0·82 Ω und für Kohlen solche von 0·37 bis 1·27 Ω pro 1 cm^3 erhalten worden. Die minimalen Werte entsprechen jeweils dem besten Material. Das Mangansuperoxyd hat eine verhältnismäßig sehr niedrige Leitfähigkeit, so daß es im Gemenge praktisch als Nichtleiter anzusehen ist.

Bei Untersuchung von Trockenelementen vier verschiedener Marken wurde festgestellt, daß sich dieselben nur sehr wenig in ihrer Zusammensetzung unterscheiden. Bei einem der Elemente wurden zum Beispiel folgende Daten festgestellt; Spannung 1·50 *V*, Stromstärke beim Kurzschluß 33 *A*, Gewicht der Zelle 980 *g*, Gewicht des feuchten Depolarisationsgemisches 642 *g*, Gewicht des nassen Papierüberzuges 61 *g*, Durchmesser des Kohlenstiftes 1 Zoll, Gewicht des Zinkzylinders 117 *g*, Widerstand des Depolarisationsgemisches 1·84 Ω pro cm^3. Im Papier sind enthalten: 10·1 *g* Ammonium- und 7·0 *g* Zinkchlorid, im Gemisch 36·2 *g* Ammonium- und 13·8 *g* Zinkchlorid. Außerdem ist auch die Korngröße des Depolarisationsgemisches und die prozentualen Mengen des Braunsteines in den verschiedenen Korngrößen bestimmt worden. (The Electrician., 5. 12. 1913.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über die Rolle des Dielektrikums bei der unipolaren Induktion. Karl Fehrle. Es ist ein altbekanntes und oft ventiliertes Problem, ob bei der Drehung eines Magneten die Kraftlinien mitrotieren. Von vielen Seiten wurde diese Fragestellung überhaupt als sinnlos bezeichnet; die Kraftlinien, die lediglich eine Hilfsvorstellung zur bequemen Betrachtung und Erforschung der Gesetze des magnetischen und elektrischen Feldes sind, können keinen Bewegungszustand besitzen. Man kann aber diesem Einwande ausweichen und einfach fragen, ob ein rotierender Magnet (Spule) induzierend wirkt. Die Frage wurde in neuerer Zeit von Kennard und Barnett untersucht. Kennard ließ den Eisenkern eines Elektromagneten in einem isolierten Metallzylinder rotieren, der mit dem Quadrantenpaar eines Elektrometers verbunden war. Aus dem Mangel eines Ausschlages zog Kennard den Schluß, daß „die Kraftlinien die Rotation nicht mitmachen". Barnett verwendete eine um ihre Achse rotierende stromführende Spule, in deren Innern sich ein feststehender kurzgeschlossener Zylinderkondensator befand. Bei dieser Anordnung, die eine Ladung des Kondensators mit Sicherheit erwarten läßt, wenn er selbst sich gegen die Spule dreht, ergab sich keine Ladung des Kondensators, wenn sich die Spule drehte. Barnett lehnt es ab, aus diesem Ergebnis einen Schluß auf den „Bewegungszustand der Kraftlinien" zu ziehen, schließt aber andererseits, daß durch den Versuch das Relativitätsgesetz durchbrochen sei, da bei relativer Gleichheit der Bewegung nicht Gleichheit der Induktionswirkung auftrat. Angesichts dieser Sachlage hat Fehrle es unternommen, neuerliche Versuche der gleichen Art durchzuführen. Diese Versuche ergaben nicht nur eine verneinende Antwort auf die Frage nach der Induktion durch eine rotierende Spule, sondern zeigte überdies, daß der Bewegungszustand des umgebenden Dielektrikums mitbestimmend ist. Fehrles Versuchsanordnung bestand aus einem von einer Metallscheibe getragenen, axial geerdeten Zylinder, der im Innern eines koaxialen, eine stromführende Spule tragenden Metallzylinders um dessen Achse rotiert. Wenn die Innenluft nicht mitrotiert, erhält der Zylinder eine Ladung; rotiert sie mit, so bleibt er ungeladen. Dreht sich die Spule mit derselben Geschwindigkeit im Gegensinn, so erhält der innere Zylinder eine Ladung, die dasselbe Vorzeichen hat wie die vorige, dem Betrage nach aber größer ist. Relative Gleichheit der Bewegung zwischen Zylinder und Spule ohne Berücksichtigung des Dielektrikums zieht also keine Gleichheit der Induktionswirkung nach sich. Bei Einschluß des Dielektrikums ergibt sich Gültigkeit des Relativitätsprinzips. (Ann. d. Phys. Nr. 16, 1913.)

Digitized by Google

Zerlegung hochkomplizierter chemischer Verbindungen im schwankenden magnetischen Kraftfelde. R. Cegielskij berichtet über die Ergebnisse der von ihm sowie von E. L. Lederer durchgeführten Versuche, die sich gleichfalls wie die unlängst besprochene*) Arbeit von Heimrod mit den von Rosenthal beschriebenen, überraschenden Einwirkungen eines schwankenden Magnetfeldes auf Stärke und Rohrzucker beschäftigen. Im Zusammenhange mit der sehr merkwürdigen anomalen Absorption Hertzscher Schwingungen wäre es von vorneherein nicht undenkbar, daß auch in Gebieten noch langsamerer Perioden resonanzartige Erscheinungen auftreten und zu einem Zerfall der komplizierten molekularen Gebilde führen könnten. Lederer benutzte zu seinen Versuchen mit einigen Tropfen Phenol sterilisierte Lösungen; die Erfolge sind jedoch gänzlich ausgeblieben. Um den etwa störenden Einfluß des Phenols auszuschalten, wiederholte Cegielskij die Versuche mit nur durch Kochen sterilisierten Lösungen von Stärke und Rohrzucker. Obwohl sich auch dieser Forscher bemühte, die von Rosenthal angegebenen Schwingungsgrenzen einzuhalten, ist es ihm ebenfalls nicht gelungen, die fragliche Einwirkung eines schwankenden Magnetfeldes wiederzufinden. Die vorerst erwähnten Ergebnisse Heinolds finden somit in der vorliegenden (schon im Juni 1913 fertiggestellten) Arbeit volle Bestätigung.
(Verh. d. Deutschen Phys. Ges. Heft 13, 1913.)

Strahlungslehre.

Über die Schichtung in der positiven Glimmentladung des Wasserstoffes. Paul Neubert, Leipzig. Das Phänomen der geschichteten Entladung der positiven Säule ist trotz den zahlreichen Untersuchungen, die auf diesem Gebiete schon durchgeführt worden sind, in seinem Wesen noch nicht hinreichend geklärt, zumal die verschiedensten Faktoren (Druck, Stromstärke, Rohrweite, Temperatur, Verunreinigungen und andere) ihre kaum voneinander zu trennenden Einflüsse ausüben. Eine sehr instruktive Arbeit ist die von Wehner, der einerseits zeigte, daß die Schichtlänge bei bestimmter, hoher Stromstärke einen konstanten Wert erreicht, und andererseits das Goldsteinsche Gesetz über die Abhängigkeit der Schichtlänge vom Druck ($l = \frac{a}{p^m}$, a und m Konstanten) bestätigte, das er durch Einbeziehen des Rohrradius in die Formel erweiterte, der er die Form $l = c\,\frac{r^{1-m}}{p^m}$ gab. Auch das Konstantwerden der Schichtpotentialdifferenz bei hinreichend starkem Strom konnte er nachweisen. Neubert hat die Frage, in der auch nach den Wehnerschen Untersuchungen noch viele Unklarheiten verblieben, neuerlich studiert und ist zu folgenden Ergebnissen gelangt. Geringe Spuren von Quecksilber beeinflussen wesentlich die Schichtpotentialdifferenz, die sie bis zu 30% erniedrigen. Auch in quecksilberfreiem Wasserstoff ist in bezug auf die Schichtlänge das Gesetz von Goldstein-Wehner erfüllt, dessen Konstanten sich zu $c = 1{\cdot}9$ und $m = 0{\cdot}522$ genauer ermitteln lassen. Bei hinreichender Stromstärke ist in quecksilberfreiem Wasserstoff für alle Drucke die Schichtpotentialdifferenz konstant (von 11·9 bis 12·1 *V*) und unabhängig vom Radius des Rohres. Bei größter Reinheit des Gases, Kühlung der Wände und tieferen Drucken tritt eine neue Schichtung auf, die im Gegensatz zu der bekannten, bei höheren Drucken bestehenden blauen Schichtung rot aussieht und deren Teile auch bei hohen Stromstärken weiter auseinanderliegen. Die Schichtlänge nimmt hiebei mit sinkendem Druck zunächst ab, um dann wieder zu steigen. Die Schichtpotentialdifferenz wächst von 12 *V* bei tiefem Druck linear bis über 30 *V* bei 1 *mm* Druck. Kühlung des Rohres mit flüssiger Luft führt zum selben Ergebnis. Spuren von Sauerstoff über 0·05% verursachen die gewöhnliche blaue Schichtung. Bei Eintritt der Schichtung erleidet der Potentialgradient in der positiven Säule keinen Sprung. Zwischen Potentialgradient und Druck besteht für die geschichtete und ungeschichtete Entladung eine einfache Beziehung ($G = C \cdot p^m$), aus der bei konstanter Schichtpotentialdifferenz unmittelbar das Goldsteinsche Gesetz $l = \frac{a}{p_m}$ folgt. Nach Neuberts Ansicht ist die Schichtung nur ein Überlagerungsvorgang über den eigentlichen stromleitenden Vorgang, der auf der Anwesenheit von Spuren elektronegativer Gase beruht (Sauerstoff). In dieser Richtung dürften weitere experimentelle Forschungen und Theoriebildung sich zu erstrecken haben. (Ann. d. Phys. Nr. 16, 1913.)

Wirtschaftliches.

Unfälle in elektrischen Betrieben englischer Bergwerke. Der Bericht des Gewerbeinspektors der englischen Bergwerke gibt die Zahl der in englischen Bergwerken Beschäftigten mit 1·2 Millionen an, wovon 895.000 unter Tage arbeiten.

*) E. u. M. 1914, Seite 19.

Die Zahl der in Verwendung stehenden elektrischen Sicherheitslampen beträgt 10.727 (das ist 1·5% von 750.000 in Verwendung stehenden Grubenlampen), gegen 4298 (!) im Vorjahre. Die Gesamtleistung der in Verwendung stehenden elektrischen Maschinen und Apparate erreicht 510.000 *PS*, wovon 316.600 *PS* unter Tage sind. Es wurden damit 273 Millionen *t* Erz gefördert, das ist im Mittel 534 *t* pro *PS*. Ende 1912 standen 1134 (+ 10%) elektrische Kohlenschrämmaschinen in Benutzung.

Die Zahl der tödlichen Unfälle im Jahre 1912 beträgt 1394 (1·3‰), wovon nur 12 (1%) durch den elektrischen Strom verursacht sind. Von 12 tödlichen Unfällen durch den elektrischen Strom erfolgten 7 unter Tage; hievon infolge fehlerhafter Erdung der berührten Apparate 4 (1905 bis 1912: 34), infolge fehlerhafter Kabelisolation 2 (1905 bis 1912: 25) und infolge Berührung mit unisolierten (blanken) Apparaten 1 (1905 bis 1912: 10) tödlicher Unfall. Die meisten tödlichen Unfälle (5) geschahen in Drehstromanlagen bei „mittleren Spannungen" (über 1000 *V*). Drei tödliche Unfälle betreffen geschultes Personal, die übrigen Hilfspersonen. Die Zahl der nicht tödlichen Unfälle durch Elektrizität beträgt 36.
(The Electr., London, 2. 1. 1914.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Gasturbinen.

Die Erfindung der Westinghouse Machine Company in East Pittsburg (Ver. St. v. A.) betrifft eine Explosionsturbine mit mehreren nacheinander wirkenden Explosionskammern. Zum Unterschied von den bekannten Turbinen dieser Art werden die aus einer Kammer expandierenden Gase außer zum Antrieb der Turbine zur unmittelbaren Verdichtung des Gemisches in einer anderen Kammer ausgenutzt. Die Explosionsgase in einer Kammer bewirken die Verdichtung von Ladungen in zwei oder mehreren anderen Kammern. Jede Explosionskammer (zum Beispiel 11, Fig. 1)

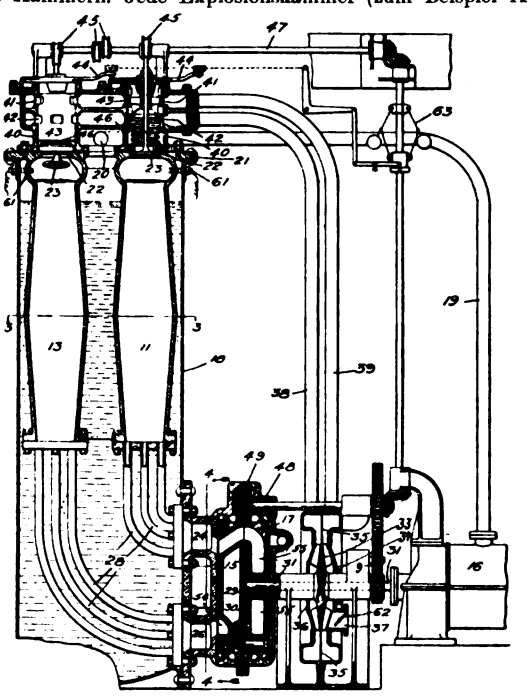


Fig. 1.

kann mit zwei oder mehreren anderen Kammern, zum Beispiel 13, 14 (von den vier Explosionskammern 11, 12, 13, 14 sind in der Zeichnung nur zwei 11, 13 veranschaulicht) in Verbindung gebracht werden, um eine Verdichtung der Gemische in denselben in verschiedenen Verdichtungsstufen zu bewirken. Der Übertritt der Explosionsgase von einer Kammer (zum Beispiel 11) nach den anderen Kammern (zum Beispiel 13, 14) wird durch einen Drehschieber 17 überwacht, der von der Welle 31 aus, auf welcher das Turbinenrad 30 sitzt, angetrieben wird. Der Drehschieber 17 überwacht auch die Beaufschlagung des Turbinenrades 30. Der Schieber 17 läßt einen Teil der Verbrennungsprodukte in jeder Kammer in Aufeinanderfolge durch das Turbinenrad in eine zweite Kammer treten, einen weiteren Teil bei niedrigerem Druck durch das Turbinenrad in eine dritte Kammer und noch einen weiteren Teil bei einem Druckmindestmaß durch das Turbinenrad nach dem Auspuff, worauf die Kammer unmittelbar nach dem Auspuff geöffnet wird. Der Drehschieber 17 besitzt zwei Öffnungen, die nacheinander mit den Kanälen in Verbindung treten, die nach den Explosionskammern führen, um die Explosionsgase in zwei verschiedenen Expansionsstufen nach den anderen Verbrennungskammern strömen zu lassen, ferner eine Öffnung,

Digitized by Google

um einen weiteren Teil der Gase durch das Turbinenrad in den Auspuff strömen zu lassen, und endlich gegebenenfalls eine Ausnehmung für den Auspuff, um die Kammern ausspülen lassen zu können. Luft und Gas werden durch den Verdichter 33 durch den Mischschieber 43 und das Einlaßventil 23 in die Explosionskammer geleitet, von wo die Explosionsgase durch die Rohre 28 zu dem Schieber 17 strömen. Die Regelung erfolgt durch Verdrehen der Mischschieber 43 mittels der Arme 44 vom Zentrifugalregler 63 aus, wodurch die Öffnungen 41 und 42 entsprechend den Tourenschwankungen der Gasturbinen freigelegt werden. Der in der Kammer 18 erzeugte Dampf wird zum Betriebe einer Dampfturbine 16 benutzt. (D. R. P. Nr. 263.140.)

Dem Paul Kothe in Reval und dem Martin Gumpel in Moskau ist eine Verbrennungsturbine geschützt, die sich durch die Kombination ungekühlter, einheitlicher Verbrennungskammern mit zwangsläufiger, vom Ladungsdruck und Entladungsdruck entlasteter Steuerung der Einströmöffnungen und Ausströmöffnungen der Verbrennungskammern kennzeichnet. Hiedurch soll den bekannten mit intermittierender Verbrennung in den Verbrennungskammern arbeitenden Verbrennungsturbinen gegenüber erzielt werden, daß die Arbeitsleistung für die Verdichtung der Ladungen vermindert und somit die mechanische Verdichtung erhöht wird. Auch soll ein verbesserter Schluß der Ventile erreicht werden. (Schweiz. P. Nr. 61.267.)

Dieselben Erfinder bilden die Verbrennungsturbine derart aus, daß sie zur Kühlung der vom Treibmittel nicht berührten Seite durch Luft eingerichtet ist. Hiebei sind die Turbinenräder auf der luftgekühlten Seite mit Rippen versehen. (Schweiz. P. Nr. 61.759.)

Eine weitere Verbesserung derselben Erfinder besteht darin, daß das Treibmittel aus den Verbrennungskammern mit eintretendem Druckabfall niedrigeren Turbinenstufen zugeführt wird. Die Restgase der Spülluft können aus der Verbrennungskammer unmittelbar (ohne Durchströmung der Turbine) zum Abgasraum ausgetrieben werden. Durch die abgestufte Entladung derart, daß im Beginn der Entladung die Verbrennungsgase mit der ersten Turbinenstufe beginnend alle Stufen durchströmen und daß die Verbrennungsgase nach teilweisem Druckabfall mit der zweiten Turbinenstufe beginnend alle folgenden Stufen durchströmen und in gleicher Weise weiter bis zur Entladung der Verbrennungskammer, soll die Energieumformung in der Turbine erhöht werden. (Schweiz. P. Nr. 61.068.)

Franz Prettner und Josef Walchensteiner in Eibiswald (Steiermark) verwenden bei ihrer Explosionsturbine (Fig. 2) ein Laufrad 1, das am Umfang mit einer mittleren Scheide-

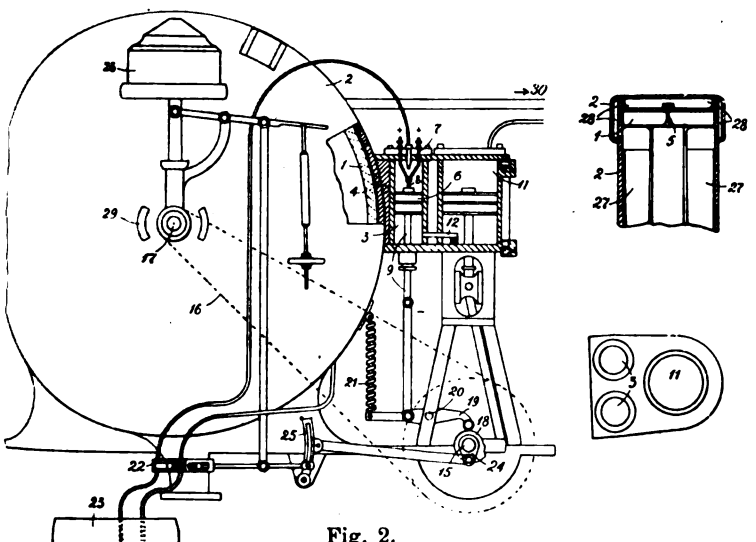


Fig. 2.

wand 5 versehen ist. Das Gehäuse 2 ist mit einer zur Führung der Scheidewand bestimmten Nut ausgerüstet. Mit dem Laufradgehäuse 2 sind zwei nebeneinander angeordnete zylindrische Verbrennungskammern 3 so verbunden, daß das Druckmittel dem Laufrad 1 auf entgegengesetzten Seiten der Scheidewand 5 in tangentialer Richtung zugeführt wird. Mittels eines von der Laufradwelle angetriebenen Luftkompressors 11 wird in die Verbrennungskammern abwechselnd Luft eingepreßt. Gleichzeitig mit der vom Kompressor 11 zugeführten Luft wird den Verbrennungskammern 3 auch Brennstoff mittels der von der Antriebswelle 15 des Luftkompressors 11 aus angetriebenen pumpenartigen Fördervorrichtung 22 zugeführt. Die durch Feder 21 belasteten Kolben 6 sind in den Verbrennungskammern so angeordnet, daß sie deren Verbindungswege 4 mit dem Laufradgehäuse 2 für gewöhnlich abschließen. Die auf der Kompressorwelle 15 angeordneten Daumenscheiben 18 bewegen die Kolben 6 und öffnen die Verbindungswege 4 im Augenblicke der Zündung. Die beiden Explosionskammern 3 sind mit dem Luftkompressor 11 in ein gemeinsames Gehäuse eingeschlossen und mit dem Kompressorzylinder durch Rohre 12 verbunden, in welche Rückschlagventile 13 eingesetzt sind. Von den für gewöhnlich innerhalb der Verbrennungskammer 3 in Kontakt befindlichen Kontaktelementen 7, 8 ist das eine Element 8 mit dem Kolben 6 derart verbunden, daß es den Kontakt unterbricht und hiedurch die Funkenbildung herbeigeführt, wenn der Kolben entgegen der Belastungsfeder 21 bewegt wird, wobei die zu dem betreffenden Kontaktelement führende Stromleitung durch die Kolbenstange 9 hindurch zu deren freiem Austrittsende geführt ist. Die Pumpe 22 ist doppelt wirkend und fördert abwechselnd in die eine oder andere der beiden Explosionskammern 3 Brennstoff. Ihr Antrieb erfolgt von der Kompressorwelle 15 aus durch Vermittlung eines Exzenters oder einer Kurbel 24 und einer Kulissensteuerung 25. Zwecks Regelung der Brennstoffzufuhr wird die Stellung des Pumpengestänges gegenüber der Kulissensteuerung 25 durch einen Zentrifugalregler 26 geregelt. Der Druckluftbehälter 30 kann mit dem Laufradgehäuse 2 in Verbindung gesetzt werden, um das Laufrad mittels komprimierter Luft anzulassen, worauf der Druckluftbehälter nach erfolgtem Anlassen wieder auf normalen Druck gebracht wird, indem man ihn mit dem Luftkompressor in Verbindung setzt. (Br. P. Nr. 13.775 A. D. 1912.)

Die Erfindung der Montague Churchill-Shann in London bezieht sich auf eine absatzweise beaufschlagte und mit Verdichtungsstoß und folgender Reaktionswirkung arbeitende Gasturbine, bei der das Gas in einer Stufe ausgenutzt wird. Sie besteht darin, daß das Verhältnis zwischen der Teilung und Abmessung der Schaufelradkanäle und der Eintrittsdüsen so gewählt ist, daß auf Grund des Trägheitsvermögens von innerhalb der Schaufelräume befindlichem Gas beim Eintritt des Gases in die nach der Auslaßseite immer offenen Laufradschaufelkanäle innerhalb derselben eine Kompression des Gases stattfindet. Bei Ausführung des Einlaßkanals als ein kreisbogenförmiger, unmittelbar mit den Eintrittsdüsen in Verbindung stehender Kanal wird dieser Kanal mit einem tangential in ihn einmündenden Einlaßstutzen versehen, derart, daß die Geschwindigkeitsenergie der durch letzteren strömenden Gase in dem Einlaßkanal erhalten bleibt. (Schweiz. P. Nr. 60.192.)

Die Verbrennungskammer des Jules Raclot und des Camille Enderlin in St. Maur des Fossés ist in mehrere Teile geteilt, derart, daß durch die Verbrennungsgase die zuströmende Verbrennungsluft und die Verbrennungsflüssigkeit erwärmt werden. Der eigentliche Verbrennungsraum 2, 3 (Fig. 3) ist gegen die Turbine durch einen Drehschieber 7 absperrbar. Dieser Drehschieber ist von einer

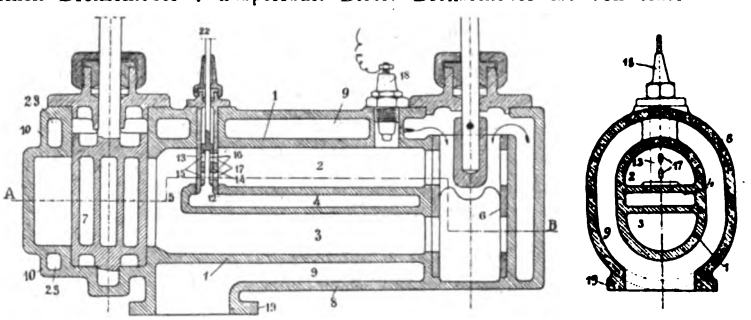


Fig. 3.

Kammer 23 umgeben, die die Verbrennungsflüssigkeit aufnimmt und von der die Verbrennungsflüssigkeit in erwärmtem Zustande in die von der Verbrennungskammer umschlossene Kammer 4 geleitet wird, von wo sie in stark erhitztem Zustande durch den Regelungsdrehschieber 14 in den Verbrennungsraum 2, 3 strömt. Die Verbrennungsluft gelangt in die den Verbrennungsraum umgebende Kammer 9, wo sie stark erhitzt wird und strömt durch den Absperrdrehschieber 6 in den Verbrennungsraum 2, 3. (Schweiz. P. Nr. 60.191.)

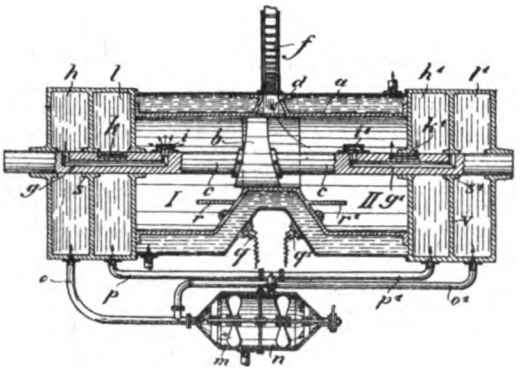
Da man Gasturbinen mit mehreren Explosionskammern, in welchen abwechselnd der Brennstoff periodisch verbrannt wird, und welche sowohl mit Organen zur Einführung des Brennstoffluftgemisches als auch zweckmäßig mit einem den Auslaß der Verbrennungsgase in die eigentliche Turbine beherrschenden Ventil ausgestattet sind, mit Vorteil in der Weise regelt, daß man die Zahl der Explosionen in der Zeiteinheit verringert oder vermehrt, indem man mehr oder weniger Explosionskammern aussetzen läßt, so ist der Körper der Gasturbine nicht nur als Ganzes beträchtlichen Formänderungen infolge Erwärmung unterworfen, sondern die einzelnen Explosionskammern der Gasturbine befinden sich auch noch in verschiedener und wechselnder Erwärmung. Daher werden gemäß der Erfindung des Hans Holzwarth in Mülheim (Ruhr) und des Erhard Junghans in Schramberg (Württ.) die einzelnen Explosionskammern sowohl voneinander getrennt, als auch noch jede für sich in zwei Teile zerlegt, die sich gegeneinander verschieben können, und von denen der eine mit den Beschickungsorganen, der andere mit der Turbinenkammer bezw. der Düse und dem sogenannten Düsenventil starr, aber zweckmäßig lösbar verbunden ist. Dadurch wird nicht nur der eine Vorteil erreicht, daß die ungleichmäßige Erwärmung keinerlei schädliche Spannungen hervorrufen kann, sondern auch der weitere Vorteil, daß die einzelnen Teile leichter zu bearbeiten sind und Materialfehler stets nur einen kleinen und verhältnismäßig billigen Teil der Maschine unbrauchbar machen können. (D. R. P. Nr. 264.252.)

Die Erfindung des Carl Walther Baumann v. Forst in Düsseldorf-Unterrath bezieht sich auf Gasturbinen, bei denen eine zweiteilige Explosionskammer in Anwendung kommt (Fig. 4), deren Teile durch einen von den Explosionsgasen zu verschiebenden, die beiden Teilen gemeinsame Auslaßöffnung steuernden Schieber oder Kolben voneinander getrennt werden. Erfindungsgemäß weist die Explosionskammer *a* an der der Auslaßöffnung *d* gegenüberliegenden Seite eine Einschnürung auf, die den Steuerschieber *b* führt und die sowie der Steuerkolben *b* seitlich so begrenzt sind, daß die Verbrennungsgase nach der Austrittsstelle hin geleitet werden. Die Stange *c* des Steuerkolbens *b* vermittelt mittels Kanäle *g*, g^1, *k*, k^1, die Verbindung der Explosionskammern *I*, *II* mit den Gas- und Luftbehältern *h*, h^1, *l*, l^1 die Verteilung der Kanäle *g*, g^1, *k*, k^1 ist so getroffen, daß unmittelbar nach erfolgter Explosion des Gasgemisches in der einen Kammer Spülluft in diese Kammer und Gas in die andere Kammer eintritt. Die Enden der die Gaszufuhr vermittelnden Kanäle *g*, g^1, die

Digitized by Google

in die Explosionskammern *I*, *II* einmünden, von Rückschlagventilen *i*, i^1 abgeschlossen werden. Die Gas- und Luftkammern *h*, h^1, *l*, l^1 sind unmittelbar an die Explosionskammern *I*, *II* angeschlossen und die Trennwände dieser Kammern decken mittels muffenartiger Stangenführungen die Schieberkanalöffnungen der Steuerkolbenstange *c* vorübergehend ab. Durch diese Bauart wird nicht nur ein gedrängter Zusammenbau der Maschine auf möglichst kleinen Raum und eine ver-

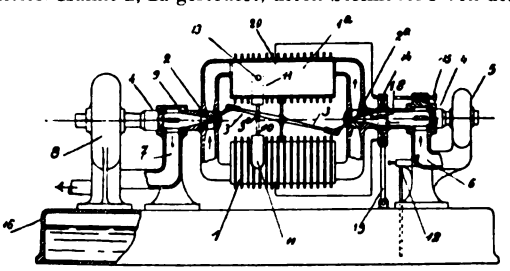
Fig. 4.



deckte Anordnung sämtlicher wirksamen Teile erzielt, sondern auch geringe Arbeitswege, kleine Dichtungsflächen, gleichmäßige Kraftverteilung sowie rasche und wirksame Ausleitung der explodierten Gase gewährleistet. (D. R. P. Nr. 265.353.)

Von Dmitrij Iwanoff in Krasnojarsk (Rußland) stammt eine Gasturbine mit Verbrennungskammern, die zwecks Kühlung umlaufen und aus Zylindern bestehen, in welchen die Explosionen hintereinander erfolgen. Gemäß der Erfindung werden die beiden symmetrisch zur Turbinenwelle angeordneten Verbrennungskammern 1, 1*a* (Fig. 5) mittels Hähne 2, 2*a* gesteuert, deren Stellhebel 3 von den Kolben

Fig. 5.



der mit den Kammern 1, 1*a* in offener Verbindung stehenden Zylindern 11, 11 bewegt wird. Die Explosion erfolgt in jeder Kammer in dem Augenblick, in welchem der Hebel 3 sich in der horizontalen Lage befindet, indem er durch den Gelenkteil 18 Stromschluß und das Einspritzen von flüssigem Brennstoff durch die Pumpe 12 bewirkt. Die Verbrennungskammern sind zur Kühlung mit Kippen versehen. (D. R. P. Nr. 265.351.)

Die Erfindung des Louis Paturel, Jean Fabre und Pierre Lapertot in St. Etienne betrifft eine Gasturbine, bei welcher die Verbrennungsgase ein Radialrad innen beaufschlagen und dann einer Sammelkammer zuströmen. Die Erfindung kennzeichnet sich dadurch, daß Flügel, welche von dem Schaufelrad getragen werden, Luft ansaugen und in die Abströmkammer pressen, derart, daß die von der eingeführten Luft bewirkte Abkühlung die Temperatur der Abgase erniedrigt und hiedurch ihren Druck vermindert. (D. R. P. Nr. 266.543.)

Von Robert Blümel in Berlin stammt eine von den Abgasen einer Kolbenmaschine betriebene Turbine mit durch das Laufrad erzeugter Luftkühlung. Von den bekannten Turbinen dieser Art unterscheidet sich die Erfindung insbesondere dadurch, daß das Laufrad in einem besonderen, ihm sich anpassenden Gehäuse gelagert und an den Seitenflächen mit radial gerichteten Kanälen versehen ist. Hiedurch wird erreicht, daß die von außen durch die in dem Turbinengehäuse angeordneten Löcher angesaugte Luft unter Einwirkung der Fliehkraft zwischen Laufrad und Gehäuse nach dem äußeren Umfang des Laufrades gepreßt wird, um hier gemeinsam mit den durch Düsen am Turbinengehäuse zugeführten Antriebsgasen in bekannter Weise treibend auf das Laufrad zu wirken. (D. R. P. Nr. 267.673.)

Béla Döry v. Jobaháza in Zsitvagyarmat (Ungarn) gibt eine Maschine an, bei der unter Verwendung von durch Explosionen angetriebenen Kolben Luft verdichtet wird, die sodann eine Turbine antreibt. Erfindungsgemäß ist mit jedem Kolben einer Explosionskraftmaschine mit im Kreise angeordneten Zylindern je ein Verdichterkolben verbunden und das Einlaßventil des Verdichters derart gesteuert, daß dieses Ventil, solange im Kraftmaschinenzylinder die Saug- und Verdichtungshübe vor sich gehen, das Antriebsmittel frei ein- und ausströmen läßt, während das Ventil nach der Explosion geschlossen wird und der Verdichterkolben das im Verdichterzylinder eingeschlossene Mittel verdichtet, um es auf das Schaufelrad der Turbine zu drücken. (D. R. P. Nr. 259.464.)

Die Erfindung des Robert Cooke Sayer in Bristol (England) betrifft die Steuerung von Explosionskammern von Turbinen, welche von Explosionsgasen und Wasserdampf angetrieben werden. Die Erfindung besteht darin, daß zum Steuern des Gasgemisches und des Wasserdampfes besonders gestaltete Steuerungsorgane angewendet werden, welche ihre Bewegung von den Laufrädern der Turbine erhalten. Die Verbrennungsluft kann in bekannter Art von Verdichtern geliefert werden, welche einen Teil des Laufrades bilden. Die Steuerung der Turbine kann so eingerichtet sein, daß die Verbrennungsgase, gemischt mit dem Wasserdampf, zusammen die Turbinenschaufeln durchströmen, oder es erhält jedes Druckmittel einen anderen Weg durch die Turbinenräder. Die Zündung regelt sich selbsttätig nach dem Grad der Verdichtung des Gasgemisches in der Verbrennungskammer. (D. R. P. Nr. 262.753.)

Aus Versuchen von Gratenau & Hansen in Hamburg ging hervor, daß, um ein genaues Arbeiten von Explosionsturbinen, besonders solchen mit hohen Explosionsgeschwindigkeiten, zu erzielen, es erforderlich ist, den Hub des Einlaßventils der Explosionskammer in Abhängigkeit von der sekundlichen Explosionszahl zu verändern, und zwar derart, daß bei größerer Explosionsgeschwindigkeit der Ventilhub kleiner ist als bei geringerer, damit das Ventil sich schließen kann. Gegenstand der Erfindung ist eine Ventilhubregelungsvorrichtung für Explosionsturbinen, durch die der Ventilhub unabhängig von der Turbinenwelle, aber abhängig von der Explosionsfolge erzielt wird. Dies wird dadurch erreicht, daß man den Auspuff der Turbine dazu benutzt, um durch eine Klappe oder kleine Turbine usw. mittels einer Spindel oder ähnlichem den Ventilhub zu verändern. Die Geschwindigkeit der Auspuffgase ist unabhängig von der Turbinenwelle und abhängig von der Explosionsgeschwindigkeit, und außerdem kommen auf diese Weise zur Regelung des Ventilhubes keinerlei äußere Hilfskräfte zur Anwendung, die Kraft zum Antriebe der Regelungsorgane wird vielmehr den Auspuffgasen selbst entnommen, die sich mit einer der Explosionsgeschwindigkeit entsprechenden Geschwindigkeit bewegen. Auch könnte man die Ventilhub-Regelvorrichtung in die Ansaugleitung einbauen, da die Ansauggeschwindigkeit auch von der Explosionsgeschwindigkeit abhängig ist. (D. R. P. Nr. 262.146.)

Elektrotechnischer Verein in Brünn.

Vereinsversammlungen im großen Hörsaale Nr. 82/83, im Erweiterungsbau der Deutschen Technischen Hochschule, Jodokstraße Nr. 10.

Dienstag den 3. März, 7 Uhr abends: III. Teil des Vortrages des Herrn k. k. Baurates Ing. Stephan Riedel über: „Drahtlose Telegraphie in leichtfaßlicher Darstellung". (Mit Lichtbildern und Experimenten.)

Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein.

Fachgruppe für Elektrotechnik.

Montag den 9. März, 7 Uhr abends, im mittleren Saale des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 9: Vortrag des Herrn Karl Alexander Fieber, Direktor-Stellvertreter der Grazer Waggon- und Maschinenfabrik vormals Joh. Weizer in Graz, über: „Dieselmotoren für Überland- und Blockzentralen, Verwendungsgebiet, Konstruktion und Regulierung für elektrische Antriebe". (Mit Lichtbildern.)

Österreichischer Verband des Vereines Deutscher Ingenieure.

Dienstag den 24. Februar, 7 Uhr abends, im Klublokale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 11: Vortrag des Herrn Dr. Friedrich Otto Hertz, über: „Die österreichische Verwaltungsreform".

Unsere Mitglieder sind zu den Vorträgen bestens eingeladen.

Wasserwirtschaftsverband der österreichischen Industrie.

Montag den 23. Februar, um 7 Uhr abends findet im Saale des Niederösterreichischen Gewerbevereins, Wien, I. Eschenbachgasse 11, ein Vortrag des Herrn Oberbaurates Ed. Engelmann über: „Das Mississippikraftwerk Keokuk im Vergleiche mit der hydroelektrischen Donaukraftausnützung" (mit Lichtbildern) statt, zu welchem unsere Mitglieder bestens eingeladen sind.

Vereins-Nachrichten.

Vereinsversammlungen.

Die Vereinsversammlungen werden, wenn nicht anders angegeben, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 11, I. Stock, abgehalten und wurden hiefür für die Vortragsaison 1913/14 folgende Tage festgesetzt: 4. und 18. März und 1. und 8. April 1914.

Vortrag.

Mittwoch den 4. März, 7 Uhr abends: Vortrag des Herrn Direktor Viktor Engelhardt (Berlin), über: „Ziele und Grenzen der Elektrometallurgie des Eisens".

Mittwoch den 18. März: XXXII. ordentliche Generalversammlung. (Tagesordnung wird in der nächsten Nummer bekanntgegeben.) Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 17. Februar 1914.

Für die Redaktion verantwortlich Maximilian: Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Berechnung von elektromagnetischen Lüftungsbremsen. Von Ing. Ernst Schwarz 177
Der Einfluß meteorologischer Faktoren auf die drahtlose Telegraphie. Von Dr. Paul Ludewig 181
Statistik der Elektrizitätswerke und elektrischen Bahnen in Österreich, Bosnien und Herzegowina 187
Mitteilungen des AEF, Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen 189
Rundschau:
- Elektrizitätswerke, Anlagen 191
- Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 191
- Dynamomaschinen, Transformatoren 192
- Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 192
- Elektrische Beleuchtung 193
- Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 193
- Funkentelegraphie und -Telephonie 194
- Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 194
- Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie 195
- Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 195
- Strahlungslehre 195

Chronik 196
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
- Rotationspumpen 196

Vereinsnachrichten 199
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *117—128*

Berechnung von elektromagnetischen Lüftungsbremsen.

Von Ing. Ernst Schwarz.

Wir wollen uns im folgenden mit den bekannten Backen- oder Bandbremsen, welche durch Elektromagnete gelüftet werden, wie sie bei Hebezeugen, Aufzügen, Kranen, für Hub- und Fahrwerke allgemeine Verwendung finden, beschäftigen. Die Lehr- und Handbücher geben wohl den Berechnungsvorgang für derartige Bremsen an, doch begenügen sie sich damit, als Ergebnis für die betreffende Bremse das Produkt aus dem erforderlichen Bremsgewicht mal Schwerpunktsabstand vom Drehpunkt, welches Produkt wir als Bremshebelmoment $m_b = G \times a$ (Fig. 1) bezeichnen wollen, zu berechnen. Die Ermittlung des Bremshebelmomentes bedeutet jedoch noch nicht die erschöpfende Berechnung der Bremse, es muß noch die richtige Wahl des Bremslüftmagneten bezüglich Zugkraft und Hub sowie die Bestimmung der günstigsten Lage seines Angriffspunktes gezeigt werden. In dieser Beziehung ist jedoch in der Literatur eine Lücke aufzuweisen und zeigen vielfach die Ausführungen der Praxis die Notwendigkeit einer Ergänzung der Berechnungsmethode nach den erwähnten Richtungen. Es ist häufig der Fall, daß Bremslüftmagnete in ihrer Hubarbeit unrichtig dimensioniert sind, daß der Hub der Magnete schlecht ausgenutzt und infolgedessen die Bremswirkung mangelhaft ist, oder daß der Hub nicht ausreicht, das Bremsgestänge bis zur vollständigen Freigabe der Bremsscheibe genügend zu lüften. Die Fälle von Überlastungen der Bremsen durch allzugroße Bremsgewichte sind auch nicht selten. Wir wollen nun einen vollständigen Berechnungsvorgang für elektromagnetische Lüftungsbremsen, und zwar einschließlich der Wahl der geeigneten Bremsmagnettypen sowie der richtigen Situierung derselben geben und im Anschluß daran einige wesentliche Details anführen, deren Beachtung sich bei den Konstruktionsarbeiten als notwendig erwiesen haben, wenn Bremsmagnete und Bremsen klaglos zusammenarbeiten sollen.

I. Feststellung des abzubremsenden Drehmomentes an der Bremswelle.

Es ist klar, daß die erste Aufgabe beim Entwurf einer Bremse die sein muß, das an der Bremswelle abzubremsende Drehmoment, kurz Bremsmoment m_b genannt, festzustellen. Das Bremsmoment kann, wenn die Größe der zu verzögernden Massen und die Größe der Verzögerung, bei Hubwerken noch der Seilzug, bekannt sind, berechnet werden. (Siehe Starkstromtechnik, I. Auflage, Seite 888 und die folgenden.)

Die Berechnung des Bremsmomentes in der dort beschriebenen Weise wird im allgemeinen jedoch für die praktische Verwendung zu umständlich sein und genügt bei normalen Hebezeugen die Annahme, daß das Bremsmoment gleich dem Anzugsmoment des Motors, natürlich auf die Bremswelle reduziert, ist. Diese Annahme hat deshalb ihre Berechtigung, weil man die Verzögerung beim Abstellen ohnedies gerne gleich groß der Beschleunigung beim Anfahren wählt und die Massen naturgemäß beim Anfahren wie beim Abstellen die gleichen bleiben. Man nimmt bei Hebezeugbetrieben das Anzugsmoment der Elektromotoren gleich dem 2·5fachen des normalen Drehmomentes an, und wird es in den meisten Fällen ausreichen, wenn man das Bremsmoment genau so groß annimmt. Wenn die Bremswelle gleichzeitig die Motorwelle ist oder wenn die Kupplung zwischen Motor- und Schneckenwelle als Bremsscheibe ausgebildet ist, dann ist das Bremsmoment gleich dem Anzugsmoment des Motors, gleich dem 2·5fachen des normalen Motordrehmomentes anzusetzen. In allen Fällen, wenn die Bremse nicht auf der Motorwelle, sondern

Digitized by Google

auf einer Vorgelegewelle sitzt, muß natürlich dieses Moment entsprechend dem Übersetzungsverhältnis vergrößert werden.

II. Wahl der Bremskonstruktion.

Hat man das Bremsmoment bestimmt, dann muß man sich zunächst über die Art und Konstruktion der Bremse im klaren sein, fürs erste, ob man eine Backenbremse oder eine Bandbremse verwendet; ferner müssen die Bremsscheibendurchmesser, die Bremshebellängen und die Art der Fütterung der Bremsbacken oder des Bremsbandes festgelegt werden. Ferner ist aus der Konstruktion der Bremse der Hubwinkel α zu ermitteln; es ist dies jener minimale Winkel, welchen der Bremshebel unbedingt um seinen Drehpunkt beschreiben muß, damit die Bremse zuverlässig lüftet. Aus der festgelegten Bremskonstruktion und dem nach I. bestimmten Bremsmoment m_b ist man ohne weiteres in der Lage, das Bremshebelmoment M_b zu ermitteln. Der Vollständigkeit halber wollen wir dies hier an der in Fig. 1 im Prinzip dargestellten Backenbremse sowie an der aus Fig. 2 ersichtlichen Bandbremse zeigen, obwohl der Rechnungsvorgang allgemein bekannt sein dürfte. Nach Fig. 1 ist:

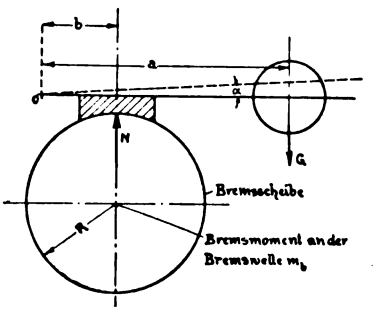


Fig. 1. Schema einer Backenbremse.

$$M_b = G \cdot a = N \cdot b$$

$$N = \frac{m_b}{\mu \cdot R}$$

$$M_b = m_b \frac{b}{\mu \cdot R} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1),$$

wobei μ den durch die Art des Bremsfutters und des Materials der Bremsscheibe gegebenen Reibungskoeffizienten, R den Bremsscheibendurchmesser bedeutet. Im Falle der Bandbremse (Fig. 2) bestehen folgende Beziehungen:

$$M_b = T_1 b_1 + T_2 b_2$$
$$m_b = (T_2 - T_1) R.$$

Ferner unter Annahme der Umlaufrichtung im Sinne des Pfeiles:

$$T_2 = T_1 e^{\mu\alpha}$$

$$m_b = T_1 (e^{\mu\alpha} - 1) R; \; T_1 = \frac{m_b}{(e^{\mu\alpha} - 1) R}$$

$$M_b = T_1 b_1 + T_1 e^{\mu\alpha} b_2 = T_1 (b_1 + e^{\mu\alpha} b_2)$$

$$M_b = m_b \frac{b_1 + b_2 e^{\mu\alpha}}{R (e^{\mu\alpha} - 1)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2).$$

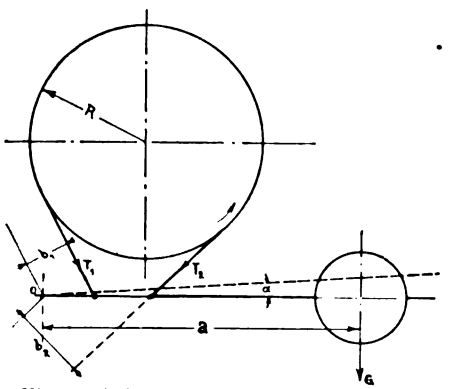


Fig. 2. Schema einer Bandbremse.

Bei Bandbremsen für Reversierbetriebe soll bekanntlich $b_1 = b_2$ gemacht werden, um die gleiche Bremswirkung nach beiden Seiten zu erhalten, dann stellt sich obige Gleichung dar:

$$M_b = \frac{m_b \cdot b_1}{R} \frac{1 + e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} \quad \ldots\ldots \quad 3).$$

Aus den Gleichungen 1), 2) und 3) läßt sich somit für Backen- und Bandbremsen aus dem Bremsmoment m_b das Bremshebelmoment M_b berechnen. Die Gleichungen geben auch die Fingerzeige dafür, welche Maßnahmen zu treffen sind, um bei einem gegebenen Bremsmoment mit einem möglichst geringen Bremshebelmoment auszukommen, welchen Bedingungen natürlich eine richtig entworfene Bremse entsprechen muß. Soll das M_b möglichst klein werden, dann müssen:

1. Der Bremsscheibendurchmesser R so groß als möglich gewählt werden, so groß als es die übrigen konstruktiven Rücksichten, das Schwungmoment und die Anschaffungskosten zulassen.

2. Der Mittelabstand b des Bremsklotzes vom Drehpunkt bei der Backenbremse bezw. die Abstände b_1 und b_2 der Bremsbandtrume vom Drehpunkt bei der Bandbremse sollen so klein als möglich gehalten werden, so weit dies aus konstruktiven Gründen möglich ist. Auch ist zu berücksichtigen, daß bei Verkleinerung von b, bezw. von b_1 und b_2, der zum Lüften der Bremse unbedingt erforderliche Hubwinkel α größer wird und ist man deshalb manchmal gezwungen, mit den erwähnten Achsabständen nicht unter ein gewisses Maß herunterzugehen, da man sonst zu übermäßig großen Hüben der Bremsmagnete gelangt.

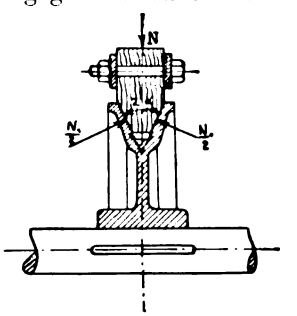


Fig. 3. Keilförmiger Bremsklotz.

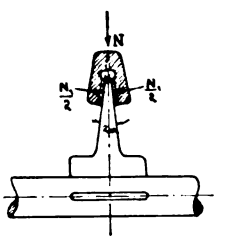


Fig. 4. Keilförmige Bremsscheibe.

3. Der Reibungskoeffizient μ soll möglichst groß sein. Man wird dieser Bedingung durch geeignete Wahl des Materials für den Bremsklotz, bezw. für das Bremsbandfutter Rechnung tragen. Ein weiteres Mittel zur künstlichen Vergrößerung von μ liegt darin, daß man die Bremsscheibe nicht mit zylindrischem Bremskranz ausführt, sondern ähnlich wie es Fig. 3 oder 4 zeigt, mit keilförmigen Bremsflächen. An Stelle des Reibungskoeffizienten μ tritt ein neuer Reibungskoeffizient μ_1, wobei

$$\mu_1 = \frac{\mu \cos \varrho}{\sin (\alpha + \varrho)} \quad \ldots\ldots \quad 4),$$

wenn 2α der Neigungswinkel des Keiles und ϱ der Reibungswinkel für die beiden Bremsmaterialien ist. (Vergl. H ü t t e, 21. Auflage, I. Bd., Seite 902.) Auf diese Weise kann eine sehr wesentliche Vergrößerung von μ erzielt werden und werden die keilförmigen Bremsscheiben bereits von einer großen Zahl von Maschinenfabriken verwendet. Es wird nun die Bremse konstruktiv vollständig entworfen und haben wir bisnun die zur weiteren Berechnung der Bremse erforderlichen zwei Werte, das Bremshebelmoment M_b und den zur Lüftung der Bremse unbedingt erforderlichen Hubwinkel α ermittelt.

III. Festlegung der Größe und des Angriffspunktes des Bremsmagneten.

Es muß ganz besonders hervorgehoben werden, daß durch die Ermittlung des Bremshebelmomentes M_b und des minimalen Hubwinkels α die Hubarbeit des Bremsmagneten sowie die Lage seines Angriffspunktes am Bremshebel bereits eindeutig und exakt bestimmt sind und ein Probieren — welche Methode leider fast allgemein gebräuchlich ist —

Digitized by Google

entbehrlich wird. Wir erkennen aus der in Fig. 5 im Prinzip dargestellten Bremse folgende Beziehungen zwischen der Hubarbeit H des Bremslüftmagneten, dem Bremshebelmoment M_b, und dem Hubwinkel α.

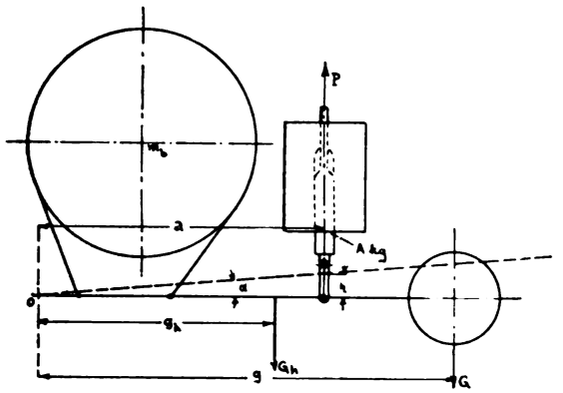


Fig. 5. Schema einer Magnetbremse.

Es bezeichne:
P die Zugkraft des Bremsmagneten in kg,
h den Hub des Bremsmagneten in cm,
H die Hubarbeit des Bremsmagneten in $kg/cm = P \times h$,
$M_b = P \,.\, a$
$h = a \operatorname{tg} \alpha$.

Daraus ergibt sich

$$H = P \,.\, h = M_b \operatorname{tg} \alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5).$$

Wir haben somit durch Gleichung 5) die erforderliche Hubarbeit des Bremsmagneten festgestellt. Man wird nun aus den Normaltypen der Elektrizitätsfirmen einen Bremsmagneten von entsprechender Hubarbeit wählen, wobei man auf die oben gerechnete Hubarbeit H einen Zuschlag von 40 bis 60% machen muß. Dieser Zuschlag ist darin begründet, daß einerseits der Hub des Bremsmagneten nicht vollständig ausgenutzt werden kann, sondern nur mit etwa 80% des Gesamthubes, um eine Hubreserve für die Abnützung der Bremsflächen zu haben. Es muß das ganze Bremshebelmoment an der Bremse hängen und darf nicht auf der unteren Hubbegrenzung des Magneten aufliegen. Da man bei jeder Bremse mit einer Abnutzung der Bremsflächen zu rechnen hat und auch bei abgenutzter Bremse das Bremsgewicht nicht im Magneten selbst aufliegen, sondern an der Bremse hängen soll, so wird man gut tun, aus diesem Titel den Hub des Magneten nur mit 80% auszunutzen. Ein weiterer Zuschlag zur berechneten Hubarbeit ist deshalb erforderlich, weil der Reibungskoeffizient μ immerhin eine variable Größe darstellt und auch durch äußere Einflüsse in seiner Größe verändert werden kann, beispielsweise durch Öltropfen oder Fett auf der Bremsscheibe. Aus diesem Titel wird im Interesse einer unbedingten Verläßlichkeit der Bremse ein Zuschlag von 30% wünschenswert sein, so daß insgesamt auf den oben genannten Wert der Hubarbeit H ungefähr 40 bis 60%, also im Mittel 50% zugeschlagen werden müssen. Auf Grund des so ermittelten Wertes der Hubarbeit wählen wir nun aus den normalen Typen einen entsprechenden Bremsmagneten. Nachfolgende Tabelle I gibt eine Zusammenstellung der normalen Bremsmagnete der A. E. G. Union - Elektrizitäts - Gesellschaft und zwar sind die normalen Ausführungen für Hauptstrom- und Nebenschluß-Bremsmagnete für Gleichstrom sowie die Bremsmagnete und Bremsmotoren für Drehstrom zusammengestellt.

Wir wählen uns aus der Tabelle die der Hubarbeit cm/kg entsprechende Magnettype, die nach der Tabelle eine Zugkraft einschließlich dem Gewicht des Magnetankers von P kg, und einen Hub von h cm ergibt. Um nun die Lage des Angriffspunktes, den Abstand a vom Drehpunkt zu berechnen, gilt die einfache Gleichung

$$a = h' \operatorname{cotg} \alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6);$$

h' wird man aus den oben angeführten Gründen nur mit 80% des Gesamthubes h des Bremsmagneten annehmen. Durch die Berechnung von a ist somit auch die Lage des Angriffspunktes festgelegt. Eine Kontrollrechnung ist hier vielleicht angezeigt, denn es muß das Bremshebelmoment

$$M_b < P \,.\, a.$$

Tabelle I.

Größe	Hub h mm	Zugkraft einschließlich Gewicht Magnetanker P kg	Hubarbeit $H = P \,.\, h$ kg/cm	Gewicht des Magnetankers allein A kg	Freie Zugkraft $P - A$ kg
A) Für Gleichstrom.					
1. Hauptstrom-Bremsmagnete Type *BH.*					
0	20	6	12	1·2	4·8
0—I	40	8·5	34	1·7	6·8
I	40	21	84	2·3	18·7
II	60	37	222	6	31
III	100	41	410	7·5	33·5
IV	100	59	590	10	49
V	100	70	700	13	57
2. Nebenschluß-Bremsmagnete Type *BN.*					
0	30	9	27	2	7
Ia	40	13	52	3·5	9·5
II	50	18	90	10	8
III	50	46	230	18	28
IV	50	86	430	30	56
V	80	93	750	35	58
VI	100	95	950	48	47
VII	150	130	1960	66	64
B) Für Drehstrom.					
3. Drehstrom-Bremsmagnete Type *BD.*					
0	20	7	14	1·6	5·4
I	40	7·5	30	3·5	4·0
II	50	15	75	5·4	9·6
III	50	30	150	11·2	18·8
IV	50	60	300	24·5	35·5
4. Bremslüftmotoren Type *BLD* und *NBD.*					
I	100	20	200	—	20
II	100	22	220	—	22
III	100	75	750	—	75

IV. Bestimmung des Bremsgewichtes G.

Zur vollständigen Berechnung der Bremse fehlt uns noch die Größe des erforderlichen Bremsgewichtes auf dem Bremshebel. Es bezeichne in Fig. 5

G_h das Gewicht des Bremshebels in kg,
g_h den Schwerpunktsabstand des Bremshebels vom Drehpunkt,
A das Gewicht des Magnetankers samt der Verbindungslasche zum Bremshebel in kg,
a den Abstand des Bremsmagnetangriffs vom Drehpunkt,
G das zu berechnende Zusatzgewicht,
g seinen Schwerpunktsabstand vom Drehpunkt.

Digitized by Google

Es bestehen somit folgende Beziehungen des Bremsmomentes:

$$M_b = G_h g_h + A a + G g$$

$$G = \frac{M_b - G_h g_h - A a}{g} \quad \ldots \quad 7).$$

Man wird selbstredend zu dem gerechneten Wert G, ähnlich wie wir es bei Festlegung der Hubarbeit des Bremsmagneten berücksichtigt haben, einen Sicherheitszuschlag von ungefähr 30% machen und das Bremsgewicht am Hebel verschiebbar anordnen, um die Bremswirkung entsprechend einstellen zu können. Wir wollen nicht unerwähnt lassen, daß es häufig aus konstruktiven Gründen infolge Platzmangels nicht möglich ist, das nach Gleichung 6) berechnete a, den Drehpunktsabstand des Bremsmagneten, beizubehalten, sondern wird gezwungen sein, a kleiner zu wählen, in diesem Falle muß man natürlich die Zugkraft des Bremsmagneten im Verhältnis zur Hebelverkürzung größer wählen und die Magnettype dementsprechend ändern.

Die so durchgerechnete Bremse wird in jeder Beziehung richtig dimensioniert sein, es wird eine richtige Bremswirkung resultieren. Der Hub des Bremsmagneten wird gut und andererseits mit Rücksicht auf die Abnutzung der Bremsflächen mit der nötigen Reserve ausgenutzt sein. Der Magnetanker wird mit seinem Eigengewicht nutzbringend zur Bremswirkung herangezogen und das zusätzliche Bremsgewicht wird nicht unverhältnismäßig schwer gemacht werden. Der Vollständigkeit halber wollen wir noch einige Spezialfälle besprechen, die in der Praxis des Hebezeugbaues häufig vorkommen und recht oft zu Anständen im Betrieb führen:

a) Bremsen für ganz kleine Windwerke.

Bremsen für ganz kleine Winden, wir meinen damit unter anderem Aufzugswinden für kleine Speisen- und Aktenaufzüge, kranken häufig an einer überaus reichlichen Dimensionierung. Wird das Bremshebelmoment im Verhältnis zum Bremsmoment unverhältnismäßig groß gemacht, so entstehen dadurch schwerwiegende Unzukömmlichkeiten. Die Bremsung wird viel zu intensiv und heftig und führt dieses allzu heftige Abbremsen zu einem raschen Verschleiß der Seile und insbesondere dazu, daß die Motoranker in kurzer Zeit defekt werden. Neuere Untersuchungen haben ergeben, daß ein großer Teil der Motordefekte an Akten- und Speisenaufzügen auf zu großes Bremshebelmoment zurückzuführen ist. Der Motoranker wird nahezu plötzlich zum Stillstand gebracht und Ankerdefekte sind die unvermeidliche Folge. In vielen Fällen hat sich herausgestellt, daß selbst die Ankergewichte der kleinsten gängigen Bremsmagnettypen schon ein zu großes Bremsgewicht darstellen, so daß man öfters bei diesen kleinen Bremsen zu einer Abweichung von der oben geschilderten normalen Berechnung gezwungen ist, indem man den Bremsmagneten, so wie es Fig. 6 im Prinzip zeigt, nicht fix mit dem Bremshebel verbindet, sondern derart, daß das Ankergewicht nicht als Bremsgewicht wirkt. Dabei wird natürlich im Gegensatz zu obiger Berechnung nur die freie Zugkraft des Bremsmagneten ausgenutzt werden können. Es ist, wie im Prinzip aus der Skizze zu entnehmen, ein Feder- oder Gummipuffer ratsam, auf den sich der Magnetanker in der untersten Lage aufsetzen kann, um die Schläge, welche derselbe sonst beim Aufsetzen auf seine untere Begrenzung verursachen würde, zu vermeiden.

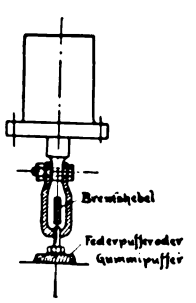


Fig. 6. Verbindung des Bremsmagneten mit dem Bremshebel bei kleinen Aufzügen.

b) Drehstrom-Bremslüftmagnete.

Eine ganz besondere Aufmerksamkeit bezüglich der Konstruktion erfordern jene Bremsen, die durch einen Drehstrom-Bremsmagneten gelüftet werden und sind wir davon überzeugt, daß ein großer Teil der durchgebrannten Magnetspulen auf unrichtige Konstruktion der Bremse zurückzuführen ist.

Zunächst muß auf eine Eigenschaft der Drehstrommagnete hingewiesen werden, deren Erkenntnis notwendig ist, um die im folgenden beschriebenen Erscheinungen zu verstehen. Wenn eine Gleichstrom-Magnetspule an eine Stromquelle von bestimmter Spannung angeschlossen wird, so tritt bekanntlich eine Stromstärke entsprechend dem Ohmschen Gesetze auf, und zwar bleibt dieser Strom immer konstant, gleichgültig, ob der Eisenkern von der Magnetspule hineingezogen wurde oder nicht. Anders jedoch gestalten sich die Verhältnisse bei von Wechselstrom durchflossenen Spulen. Bei solchen tritt bekanntlich eine Stromstärke i auf

$$i = \frac{e}{z},$$

wobei i und e die Effektivwerte von Stromstärke und Spannung, z die Größe des scheinbaren Widerstandes bedeutet. Dieser berechnet sich als die Hypotenuse eines rechtwinkeligen Dreieckes, dessen eine Kathete der Ohmsche Widerstand (Reaktanz) und dessen andere Kathete der induktive, von der Periodenzahl und von der Selbstinduktion der Spule abhängige Widerstand (Impedanz) ist.

Nun ist die eine Kathete, der induktive Widerstand, abhängig von der Permeabilität, der magnetischen Durchlässigkeit des Raumes innerhalb der Spule, und zwar ist der induktive Widerstand, so lange der Eisenkern nicht in die Magnetspule hineingezogen wurde, außerordentlich klein im Vergleich zu dem induktiven Widerstand, wenn der Eisenkern sich innerhalb der Spule befindet. Dies hat zur Folge, daß, so lange der Eisenkern nicht angezogen ist, also der Luftspalt zwischen den Polflächen innerhalb der Spule groß ist, die Stromstärke einen sehr bedeutenden Wert annimmt. Ist einmal der Kern angezogen und liegen die Polflächen gut aufeinander, dann kommt zu dem Ohmschen Widerstand noch ein sehr bedeutender induktiver Widerstand dazu, welche sich nach dem obigen Dreieck zu einem bedeutenden scheinbaren Widerstand vereinigen. Der Effektivwert der Stromstärke wird dadurch wesentlich heruntergedrückt. Im allgemeinen kann man annehmen, daß die Stromaufnahme eines Wechselstrommagneten bei nicht angezogenem Kern, also im Moment des Einschaltens ungefähr sechs- bis achtmal so groß ist, als in angehobenem Zustande. Diese Eigenschaft der Drehstrommagnete gibt nun die Richtlinie für die Konstruktion einer richtigen Bremse für Drehstrommagnetbetrieb.

In erster Linie sind Überlastungen durch zu große Bremsgewichte unbedingt zu vermeiden. Während bei Gleichstrommagneten die Bremse aus diesem Grunde einfach nicht anzieht, der Bremsmagnet selbst aber weiter keinen Schaden nimmt, ist dies bei Drehstrommagneten nicht der Fall. Wird nämlich dieser durch ein zu großes Bremsgewicht an dem Anziehen gehindert oder das Anziehen auch nur verzögert, dann führt nach dem oben Gesagten die bedeutende Stromaufnahme innerhalb kürzester Zeit zum Verbrennen der Spulen.

Aus dem gleichen Grunde ist bei der Konstruktion der Bremse strenge darauf zu achten, daß der Magnet an dem vollständigen Anziehen — bis die Polflächen gut aufeinander liegen — nicht gehindert wird.

In der Praxis vorgekommene Konstruktionsmängel

Digitized by Google

dieser Art sind im Prinzip in Fig. 7 dargestellt. Einmal konnte der Magnet nicht anziehen, weil das Bremsband oberhalb der Bremsscheibe an einen Konstruktionsteil angestoßen ist und so den Bremsmagneten an dem vollständigen Anziehen hinderte. Ein andermal war ein Konstruktionseisen, an welches der Bremshebel anstieß, die Ursache.

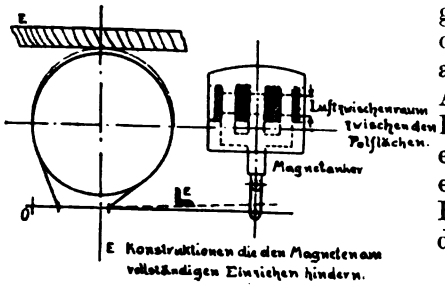


Fig. 7. Mangelhafte Drehstrommagnetbremse.

Sehr wichtig ist es bei Drehstrommagneten, namentlich bei Aufzugsbetrieben, bei welchen es auf möglichste Geräuschlosigkeit ankommt, dem Unterbau der Magnete eine gewisse Sorgfalt zuzuwenden. Der Unterbau soll möglichst solide aus Eisenkonstruktion ausgeführt sein, um Resonanzschwingungen nach Tunlichkeit zu vermeiden.

c) Drehstrom-Bremslüftmotoren.

Ein sehr häufiger Fehler wird bei Verwendung von Bremslüftmotoren, und zwar bei deren Verbindung mit dem Bremsgestänge gemacht. Fig. 8 gibt die Außenmaße eines Bremslüftmotors der A. E. G. Union-Elektrizitäts-Gesellschaft. Der Bremslüftmotor besteht aus einem Kurzschlußmotor, welcher über ein Zahnradvorgelege eine Kurbel antreibt und soll der Kurbelzapfen, in ähnlicher Weise wie es die Bremsmagnete tun, den Bremshebel anheben. Durch einen Luftdämpfungszylinder mit einstellbarer Dämpfung wird erreicht, daß nach dem Abschalten die Bremse gedämpft einfällt. Der Bremslüftmotor wird mit seinen Statorklemmen parallel zum Stator des dazugehörigen Hub- oder Fahrmotors gelegt. Die Schaltung ist somit genau dieselbe, wie die eines Bremsmagneten. Bremsmotor oder Bremsmagnet heben beide in dem Moment an, als der Stator des zugehörigen Hauptmotors Strom bekommt. Es muß jedoch bei der Konstruktion der durch einen Bremslüftmotor betätigten Bremse darauf Rücksicht genommen werden, daß derselbe gleichzeitig mit seinen dazugehörigen Hauptmotor reversiert wird. Der Hub-

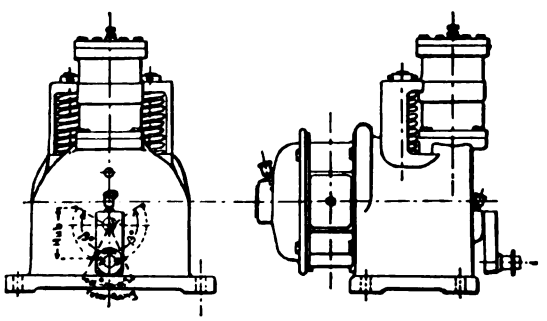


Fig. 8. Skizze eines Bremslüftmotors.

winkel β kann, wie aus Fig. 8 zu ersehen, nach beiden Seiten von der Nullage auftreten. Der Hauptfehler, der häufig bei der Bremskonstruktion gemacht wird, liegt in folgendem:

Fig. 9 stellt im Prinzip eine durch einen Bremslüftmotor betätigte Bremse dar. Man erkennt aus der Skizze die Kurbel, welche in dem fehlerhaften Falle durch eine Lasche L mit dem Bremshebel B verbunden ist. L ist mit B durch einen Bolzen verbunden, um welchen L schwingen kann. Damit nun das Bremsgewicht nicht an der Kurbel des Bremsmotors, sondern an der Bremse hängt, darf in der ausgeschalteten Stellung die Kurbel nicht in der Lage I sein, weil sonst die ganze Bremskraft an der Kurbel des Bremsmotors hängen würde. Es wird daher die Bremse so eingestellt, daß in stromlosem Zustande, also bei eingefallener Bremse, die Kurbel sich in der strichliert gezeichneten Stellung II befindet. Es ist nun klar, daß bei Ausschlagen der Kurbel, in der Richtung entgegen dem Uhrzeiger, die Bremse anstandslos funktionieren wird.

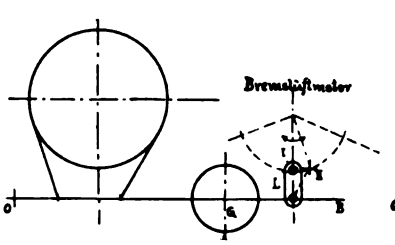


Fig. 9. Schema einer durch einen Bremslüftmotor betätigten Bremse.

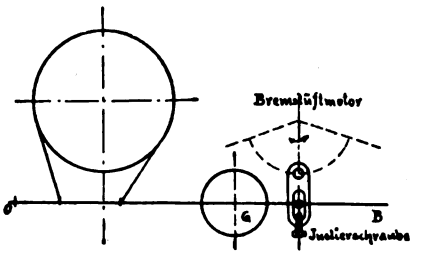


Fig. 10. Richtige Verbindung des Bremslüftmotors mit dem Bremsgestänge.

Anders jedoch in der anderen Richtung. Es wird dort die Kurbel von II durch den Bremsmotor gewaltsam durch die Lage I durchgedrückt. Wenn der Bremshebel nicht federnd nachgeben kann, so ist ein Bruch der Kurbel unvermeidlich. Es muß daher strenge darauf geachtet werden, daß bei Magnetbremsen, die durch einen reversierbaren Bremslüftmotor gelüftet werden, die Verbindung zwischen Kurbel und Bremshebel nicht wie bei einem Magneten durch eine Lasche geschieht, die einfach durch einen Bolzen mit dem Bremshebel verbunden wird, sondern es muß die Lasche einen Schlitz für den Bolzen erhalten, wie es Fig. 10 zeigt. Es wird auch zweckmäßig sein, eventuell eine Justierschraube anzuordnen, um nicht allzuviel vom Hub zu verlieren. Man ist durch diese Konstruktion gesichert, daß bei eingefallener Bremse der Bremsmotor seine Ruhelage stets in der Stellung I hat und das Arbeiten nach beiden Richtungen ohne Kurbelbrüche einwandfrei erfolgt.

Zusammenfassung:

Es wird, ausgehend von dem an der Bremswelle abzubremsenden Drehmoment, ein Rechnungsvorgang geschildert zur Ermittlung des geeigneten Bremsmagneten sowie der Lage seines günstigsten Angriffspunktes, damit der Bremsmagnet in seiner Größe richtig bestimmt und nach Einbau auch gut ausgenutzt ist. Im Anschluß daran werden einige Spezialfälle aus den Ausführungen der Praxis herausgegriffen, die häufig zu Unzukömmlichkeiten im Betriebe führen.

Der Einfluß meteorologischer Faktoren auf die drahtlose Telegraphie.

Von Dr. **Paul Ludewig**, Freiburg.

I. Einleitung.

In den ersten Entwicklungsjahren der drahtlosen Telegraphie war das Hauptinteresse auf das Problem gerichtet, eine Methode zu finden, nach der möglichst ungedämpfte Wellen von großer Intensität erzeugt werden konnten. Die von Marconi bei seinen ersten Versuchen benutzte Schaltung wirkte in dieser Hinsicht relativ ungünstig. Bei ihrer Anwendung wurden von der Antenne sehr stark gedämpfte Wellen ausgesandt, die alle in ihrem Bereich liegenden Stationen, mochten sie genau abgestimmt sein oder nicht, zum Ansprechen brachten. Diesem Übelstand konnte nur eine Methode abhelfen, die ungedämpfte Wellen erzeugt und damit nur die Station zum Ansprechen bringt, die scharf auf die ausgesandte Wellenlänge abgestimmt ist. Das war bisher der Hauptgesichtspunkt. In schneller Folge wurden die in dieser Beziehung erreichten

*) Siehe Annalen der Hydrographie, Heft 2, 1914.

Digitized by Google

Verbesserungen bekannt, die sich an die Namen von Braun, Poulsen, H. Th. Simon, M. Wien, Marconi, Goldstein, Graf Arco knüpfen. Heute sind wir in dieser Beziehung soweit gekommen, daß das Ideal der ersten Entwicklungsjahre nahezu erreicht ist. Der Lichtbogen nach Poulsen und H. Th. Simon, die Stoßerregung nach M. Wien, die Marconischen neuen Erregungsmethoden, die Hochfrequenzmaschinen von Goldstein und Graf Arco: sie alle erstreben und erreichen mit einigen kleinen Einschränkungen das gewünschte Ziel. Es gibt heute nicht nur eine, sondern, wie die Zahl der Namen sagt, eine Anzahl von Methoden, die ungedämpfte oder wenigstens praktisch ungedämpfte Schwingungen erzeugen, so daß damit in dieser Beziehung ein gewisser Abschluß in der Entwicklung eingetreten ist.

Bei der praktischen Durchführung dieser Neuerungen traten neue Probleme auf. Zugleich mit der Vervollkommnung der Sendeapparatur ging das Streben, möglichst große Entfernungen zu überbrücken. Es war schon bei den Versuchen über kleinere Entfernungen die Tatsache ab und zu hervorgetreten, daß die überbrückte Entfernung nicht nur von der Beschaffenheit der Sende- und Empfangsapparaturen abhängt, nicht nur von der mehr oder minder großen Dämpfung der Wellen oder der Empfindlichkeit des Detektors. Es schien vielmehr, daß auch die Wirkung verschieden war, je nachdem am Tage oder in der Nacht Versuche gemacht wurden. Diese Tatsache trat ganz besonders deutlich hervor bei den ersten Versuchen über große Entfernung, die Marconi veröffentlichte. Er fand, daß bei einem Versuch, von England nach Amerika drahtlos zu telegraphieren, die Empfangsintensität in der Nacht das zwei- bis dreifache derjenigen am Tage betrug. Damit trat die Wirkung eines Faktors in die drahtlose Telegraphie ein, der bisher vollkommen unberücksichtigt gelassen war und der von nun an eine wichtige Rolle in der Entwicklung spielt: der Einfluß, den meteorologische Faktoren auf die Wellen beim Durchlaufen des zwischen Sende- und Empfangsstation liegenden Zwischenraumes ausüben. Wir stellen im folgenden die Resultate der in dieser Richtung zielenden Versuche zusammen.

II. Die Ausbreitung der elektrischen Wellen.

Eine Antenne strahlt elektrische Wellen aus, die sich längs der Erdoberfläche ausbreiten. Sieht man zunächst von der Kugelgestalt der Erde ab, so nimmt die Amplitude mit zunehmender Entfernung r ab, und zwar ist ihre Größe umgekehrt proportional r. Dies ist jedoch nicht ohne weiteres gültig, vielmehr bestehen Unterschiede, je nachdem der Boden gute oder schlechte elektrische Leitfähigkeit hat und besonders je nach der Größe der Wellenlänge. Mit zunehmender Wellenlänge erhält man bei gleicher Energiezufuhr zur Antenne eine viel größere Reichweite als bei kleinen Wellen. Nehmen wir aber an, daß wir unsere Betrachtung auf eine bestimmte Wellenlänge und auf eine bestimmte Beschaffenheit des Erdbodens beschränken, also zum Beispiel auf Versuche zwischen zwei Schiffen, zwischen deren Standort nur Wasser und kein Land liegt, so haben wir in diesem einfachen Fall für die Amplitude

$$A = A_0 \cdot \frac{1}{r}$$

wo A_0 die Amplitude an der Sendestation ist. Berücksichtigen wir aber die Erdkrümmung, so wird diese Formel in zweierlei Weise modifiziert. Bei der gekrümmten Erdoberfläche ist die Ausbreitung der Welle nicht die gleiche wie bei einer ebenen Oberfläche. Die Amplitude nimmt nicht mehr proportional $\frac{1}{r}$ ab, sondern proportional

$$\frac{1}{r}\sqrt{\frac{\vartheta}{\sin\vartheta}},$$

wo ϑ der Winkel ist, den die Verbindungslinie Sendestation—Erdmittelpunkt und betrachteter Punkt—Erdmittelpunkt miteinander bilden. Dazu kommt noch eine Zerstreuung der Energie, die daher rührt, daß die Energiestrahlung der Erdoberfläche nicht mehr vollkommen folgt, sondern zum Teil in den Raum hinausgeht. Dadurch geht in die Formel ein neuer Faktor ein von der Größe

$$e^{-0{\cdot}0019\frac{r}{\sqrt[3]{\lambda}}}.$$

wo e die Basis der natürlichen Logarithmen, r die Entfernung und λ die Wellenlänge bedeutet. Im ganzen ist also auf Grund derartiger theoretischer Überlegungen in einer Entfernung r von der Antenne die Amplitude

$$A = A_0 \frac{1}{r}\sqrt{\frac{\vartheta}{\sin\vartheta}} \cdot e^{-0{\cdot}0019\frac{r}{\sqrt[3]{\lambda}}}.$$

Diese Formel ist von verschiedener Seite zu verifizieren gesucht worden, so von Duddell und Taylor, von Tissot, von Austin und Lutze. Die Austinschen Versuche*) sind am sorgfältigsten und seien daher hier kurz angeführt. Sie fanden im Sommer 1910 statt, und zwar diente als Gebestation die nordöstlich von New York an der Küste gelegene Landstation in Brant Rock. Von hier fuhren die beiden Kreuzer Birmingham und Salem in südöstlicher Richtung bis auf 1200 bezw. 450 Meilen auf die See hinaus und nahmen die von Brant Rock ausgehenden Zeichen mit einem quantitativ arbeitenden Empfänger auf. Die so erhaltenen Daten ließen sich zur Berechnung einer Formel verwerten, die den auf der Empfangsstation gemessenen Strom J_E mit dem Antennenstrom J_s der Sendestation, mit der Höhe h_1 und h_2 der Sende- und Empfangsantenne, mit der verwendeten Wellenlänge λ und der überbrückten Entfernung r in Beziehung zu setzen gestattete. Es ergab sich die Formel:

$$J_E = 4{\cdot}25\frac{J_s h_1 h_2}{\lambda r} e^{-\frac{0{\cdot}0015}{\sqrt{\lambda}}r}.$$

Diese Formel zeigt eine ähnliche Beziehung wie die rein theoretisch abgeleitete. Daß die Konstanten nur für diese speziellen Versuche gelten, ist selbstverständlich. Die Größe ϑ geht in die Austinsche Formel nicht ein, weil der Ausdruck $\sqrt{\frac{\vartheta}{\sin\vartheta}}$ bei der überbrückten Entfernung nicht merkbar von Eins verschieden ist. In neuerer Zeit hat Lutze mit einer in einem Freiballon untergebrachten Empfangsstation bei ähnlichen Versuchen ähnliche Resultate erhalten.

III. Unterschiede im Empfang bei Tag und Nacht.

Würden die im vorigen erwähnten, theoretisch und experimentell abgeleiteten Beziehungen unter allen Umständen zu recht bestehen, so würden wir bei der drahtlosen Überbrückung einer bestimmten Entfernung außerordentlich einfache und klare Versuchsbedingungen haben. Leider gelten sie aber nur mit Einschränkungen. Die Austinsche Formel wurde nur aus den Versuchen abgeleitet, die keinerlei Störungen zeigten. Wechsel in der Empfangsintensität finden besonders nachts statt. Marconi fand bei den schon erwähnten Versuchen, daß die Empfangsstärke durchschnittlich bei Nacht größer war als am Tage.

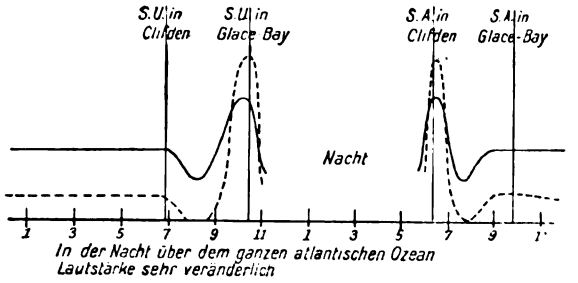
*) Siehe E. u. M. 1911, Seite 1052.

Digitized by Google

daß sie am Tage sehr konstant ist, dagegen in der Nacht stark wechselt, daß ferner die Größe der Wellenlänge von wesentlichem Einfluß ist, daß nämlich am Tage mit zunehmender Wellenlänge die Lautstärke erheblich wächst, daß eine derartige Abhängigkeit nachts aber nicht zu beobachten ist.

Diese Erscheinungen, die vor allen anderen Forschern in jeder Beziehung bestätigt sind, ergeben folgende praktische Konsequenzen: Einmal, daß es zweckmäßig ist, am Tage mit langen und nachts mit kurzen Wellen zu arbeiten, und daß man ferner als Reichweite einer Station nur die angeben sollte, die sie am Tage bei ungestörtem Betrieb besitzt. Die gelegentlich mitgeteilten Rekordentfernungen einzelner relativ kleiner Stationen verlieren unter diesem Gesichtspunkt vollkommen an Interesse. Was nun die Ergebnisse dieser Versuche im einzelnen anbetrifft, so geben zunächst die in Fig. 1 reproduzierten Kurven die von

Fig. 1.



Marconi erhaltenen Resultate anschaulich wieder. Die Versuche fanden statt zwischen der Station Clifden in Irland und der Station Glace-Bay in Kanada. Als Abszissen sind die Stunden in Greenwicher Zeit aufgetragen, als Ordinaten die Stärke der in Clifden ankommenden Zeichen. Die ausgezogene Kurve gilt für die Wellenlänge von 7000 *m*, die gestrichelte für eine solche von 5000 *m*. Die Figur zeigt, daß die Lautstärke am Tage für beide Wellen konstant ist und daß sie für die längere Welle beträchtlich größer ist. In der Nacht ist sie bei beiden Wellen so veränderlich, daß sie nicht gezeichnet ist. Besonders interessant ist die Zeit bei Sonnenaufgang und Sonnenuntergang oder, exakt ausgedrückt, die Zeit, die zwischen dem Sonnenaufgang (bezw. Sonnenuntergang) in Clifden und Glace-Bay liegt. Besonders bemerkenswert ist das Maximum in der Zeit des Sonnenaufganges und Sonnenunterganges auf der Sendestation. Diese typische Kurvengestalt ist im ganzen Jahr im wesentlichen dieselbe, wie sich aus den Kurven der gleichfalls von Marconi herrührenden Fig. 2 ergibt*).

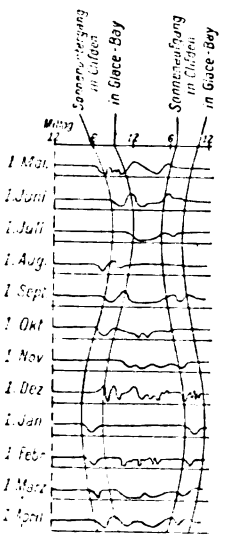


Fig. 2.

Ähnliche Versuche sind von Stationen des Telefunkensystems ausgeführt und von Schwartzhaupt beschrieben**). Als Sendestation diente die mit 20 *kW* Primärenergie ausgerüstete Station Nauen. Empfangen wurde auf einer in 1000 *km* Entfernung liegenden Station über gebirgiges Land hinweg. Die Resultate zeigt Fig. 3, in der wieder als Abszisse die Tageszeiten und als Ordinaten die Empfangsintensität aufgetragen sind. Da hier auch die Nachtintensitäten zahlenmäßig für verschiedene Wellenlängen angegeben sind, ist ein mehr ins einzelne gehender Vergleich möglich. Es zeigt sich, daß auch hier nachts eine beträchtliche Intensitätssteigerung vorhanden ist, daß bei Nacht- und Tagesanbruch (die Jahreszeit, bei der die Versuche gemacht wurden, ist leider nicht angegeben) ähnliche Unregelmäßigkeiten wie bei den Marconischen Versuchen auftreten.

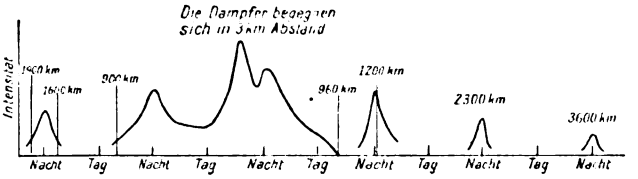


Fig. 3.

Fig. 4.

Besonders instruktiv sind die gleichfalls von Schwartzhaupt mitgeteilten Versuche, die durch Fig. 4 veranschaulicht sind. Der Verfasser schildert sie in folgender Weise: „Zwei Dampfer, welche mit Apparaten von 1800 *km* mittlerer Reichweite versehen waren, machten im Winter vorigen Jahres (1910/11) folgenden Versuch. Die Schiffe näherten sich einander in der Nord-Südrichtung und traten mit einer Sendeenergie, welche von da ab stets konstant gehalten wurde, zuerst auf 1800 *km* Entfernung gegen 9 Uhr 15 Min. abends in Verkehr. Derselbe wurde bis gegen 6 Uhr morgens aufrechterhalten, dann wurde mit dem anbrechenden Tage die Lautstärke im Empfangstelephon so klein, daß die Aufnahme der Telegramme fast unmöglich wurde. Am Nachmittag gegen 4 Uhr befanden sich die Schiffe auf 950 *km* Abstand und konnten nun den Depeschenwechsel wieder fortsetzen, welcher Tag und Nacht dauerte. Am Nachmittage des nächsten Tages begegneten sich die Schiffe in Sichtweite und entfernten sich nun wieder voneinander. Die ganze Nacht und den folgenden Vormittag hindurch konnte telegraphiert werden, während die Lautstärke mit der steigenden Entfernung abnahm. Am Nachmittage um 3 Uhr war bei 960 *km* wieder die praktische Grenze erreicht, trotzdem wurden die gegenseitigen Anrufe fortgesetzt. Um 8 Uhr 30 Min., nach Einbruch der Dunkelheit, waren in zirka 1100 *km* Entfernung die Signale beiderseits so kräftig, daß man glauben konnte, die Dampfer befänden sich in nur einigen hundert Kilometern Abstand voneinander. Ohne die geringste Schwierigkeit wurden bis gegen 4 Uhr 30 Min. morgens Telegramme ausgetauscht. Hierauf sank die Intensität rapid, und am darauffolgenden Tage waren alle Anrufe vergeblich, bis es gegen 10 Uhr abends gelang, den Verkehr wieder aufzunehmen. Diese Periode erreichte schon um 3 Uhr morgens ihr Ende. Der gegenseitige Abstand betrug zu dieser Zeit etwa 2500 *km*. In der letzten Nacht lagen zwischen den beiden Schiffen 1000 *km* Land und 2500 *km* See, daher konnte man sich nur noch während der Höhepunkte der Intensitätskurve von 11 Uhr 30 Min. bis 1 Uhr 30. Min. nachts verständigen, dann brach der Verkehr endgültig ab. Der Versuch ist mit dem gleichen Resultat mehrere Male wiederholt worden. Daß die Kurven sehr scharf ausgeprägt sind, ist dem Umstand zu verdanken, daß das Experiment einerseits unter dem gleichen Meridian, andererseits in den Tropen angestellt wurde. Die Reichweite, welche die angenommene Sendeenergie am Mittag erzielte, betrug ein Viertel von derjenigen, welche um Mitternacht gemessen wurde. Interessant ist die Tat-

*) Siehe E. u. M. 1911, Seite 706.
**) Siehe E. u. M. 1912, Seite 105.

Digitized by Google

sache, daß dieses Verhältnis für die meisten bisher angestellten Versuche zutrifft, welche unter den gleichen Bedingungen vorgenommen wurden."

Mosler*) fand weiter bei einer ersten ausführlichen Versuchsreihe, daß bei einer Entfernung bis zu 300 *km* die Empfangsintensität am Tage und nachts die gleiche war. Bei neueren Versuchen des gleichen Verfassers ergab sich folgendes. Als Gebestation wurde die Norddeicher Anlage benutzt, deren Wellenlänge 1650 *m* beträgt, und zwar wurde die Empfangsstärke der von Norddeich vormittags 10 Uhr 30 Min. bis 10 Uhr 45 Min. und nachts 11 Uhr 30 Min. bis 11 Uhr 45 Min. dienstlich ausgesandten Zeichen während der Zeit vom Februar 1912 bis Jänner 1913, also während der Dauer eines ganzen Jahres, gemessen. Die Versuche ergaben im Gegensatz zu den früheren ähnliche Resultate, wie sie von Marconi, Schwartzhaupt usw. mitgeteilt sind: Am Tage traten keine bedeutenden Energieschwankungen auf, dagegen zeigen sich wesentliche Unregelmäßigkeiten in der Nacht, wobei die Empfangsintensität im Frühjahr und Herbst etwa doppelt so groß wie am Tage war, während sie im Sommer, von gelegentlichen Abweichungen abgesehen, nicht viel größer als am Tage gefunden wurde. Dazwischen traten oft ganz außergewöhnliche Steigerungen in der Empfangsintensität auf, die von Minute zu Minute wechselte. Eine besonders bemerkenswerte Schwankung wurde am 12. November 1912 (Himmel bedeckt, Barometer 737 *mm*) beobachtet und quantitativ verfolgt. Das Resultat ist in Fig. 5 wiedergegeben. In sieben Minuten schwankt hier die Empfangsintensität um den 6·3fachen Betrag. Eine weitere Unregelmäßigkeit wird mit folgenden Worten beschrieben:

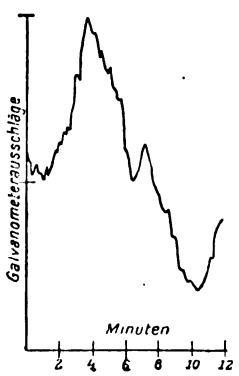


Fig. 5.

„Ferner sei eine Beobachtung vom 20. Oktober erwähnt (Himmel am Tage und bei Nacht bedeckt, Barometerstand 755). Tageswert ohne Schwankungen im Mittel 28·8, nachts Intensität heraufgehend bis 230, so daß die Energie vorübergehend bis auf den achtfachen Wert des Tagesausschlages wächst. In der darauffolgenden Beobachtungsnacht betrug der Ausschlag (bei bedecktem Himmel, Barometerstand 750) im Mittel 26 *mm*, ohne daß nennenswerte Schwankungen sich konstatieren ließen. In diesem Falle wäre die Reichweite nachts nicht größer als die am Tage gewesen. Ebenso konnte ich häufig beobachten, daß auf Nächte mit besonders großer Lautstärke und heftigen Schwankungen solche von normalem Zustande und mit nur in geringem Maße veränderlicher Intensität folgten."

Und in einer Anmerkung heißt es: „Bei tiefem Barometerstand waren die Schwankungen manchmal besonders auffallend, aber bei großen Werten des Luftdruckes verschwanden sie nicht, so daß hierin wohl die alleinige Ursache für ihre Entstehung nicht zu suchen ist."

In allerneuester Zeit wurden von Reich weitere systematische Versuche in dieser Richtung unternommen. Er stellte sich die Aufgabe, die durch elektrische Wellen übertragene Energie auf einer Empfangsstation quantitativ zu messen. Er schließt aus seinen Messungen: „Man sieht auch hier, wie die Tagesbeobachtungen (8 Uhr vormittags) der verschiedenen Tage gut miteinander übereinstimmen; um 5 Uhr nachmittags bei beginnender Dunkelheit (Ende November) ist die Übereinstimmung bereits nicht mehr so gut; nachts 12 Uhr 30 Min. sind nicht nur gegen die Tageswerte beträchtliche Abweichungen vorhanden, auch die Schwankungen der Beobachtungen kurz nacheinander sind zum Teil sehr groß. Bei allen Wellenlängen ist die Absorption bei Nacht — in Übereinstimmung mit den praktischen Erfahrungen — sehr viel geringer als am Tage. Um die zeitlichen Änderungen der Absorption bei Nacht und bei beginnender Dunkelheit näher zu untersuchen, wurden zwischen Neumünster und Göttingen und zwischen Köln und Göttingen Versuche in der Weise ausgeführt, daß während längerer Zeit alle Minuten mit konstanter Energie bei konstanter Wellenlänge gesendet und die Empfangsstromstärke gemessen wurde. Es zeigten sich ganz unregelmäßige Schwankungen, die auf eine Art Flimmern hindeuten. In der Fig. 6 sind als Beispiel die mit der Wellenlänge 1340 *m* kurz nach Sonnenuntergang zwischen Neumünster und Göttingen erhaltenen Beobachtungen eingezeichnet. Ähnliche Kurven ergaben auch Nachtbeobachtungen zwischen Köln und Göttingen. Irgendwelche Gesetzmäßigkeit ist aus ihnen nicht zu entnehmen."

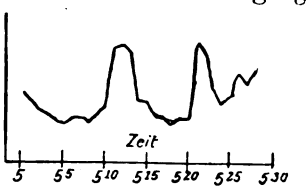


Fig. 6.

In welcher Weise sich die erwähnten atmosphärischen Einflüsse dem Telegraphisten bemerkbar machen, ist besonders anschaulich von W. P. S. im Oktoberheft 1913 der Wireless World geschildert. Es heißt dort: „Beim Telegraphieren über große Entfernungen werden wir häufig, besonders im südlichen Indischen Ozean, dadurch gestört, daß die Empfangsstärke außerordentlich schwankt, daß die Signale einen Augenblick sehr stark sind und in ein paar Sekunden so schwach werden, daß sie fast unhörbar sind. An der Küste von Neu-Süd-Wales schwankten eines Nachts die Signale in dieser Weise, und für ein paar Minuten konnte ich zwei Stationen hören. Zuerst wurden die Signale der einen Station schwach, während die der anderen sich verstärkten. Nach ein paar Sekunden war es gerade umgekehrt. Der ganze Vorgang wiederholte sich einige Male innerhalb einer Minute. Ich hatte den Eindruck, daß das die Wellen leitende Medium gleichsam hin und her wogte und dadurch die Entfernung für die Wellen größer oder kleiner machte und die Stärke der Signale ändert."

IV. Einfluß der Sonnenfinsternis vom 17. April 1912.

Bei dieser Sachlage war es von besonderem Interesse, zu untersuchen, in welcher Weise eine Sonnenfinsternis auf die drahtlose Übertragung einwirkt. Eine ganz besonders günstige Gelegenheit bot dazu die Sonnenfinsternis vom 17. April 1912, da bei ihr die Verfinsterung für Mitteldeutschland ziemlich total und gerade in der Mittagszeit an einem fast vollkommen klaren Tage stattfand. Die Resultate dieser Versuche liegen in den Berichten von 12 Empfangsstationen vor*). Als Sendestation diente einmal die deutsche Station Norddeich, die mit 1650 *m* Wellenlänge in der Zeit von 12 bis 3 Uhr stündlich viermal ein bestimmtes Kennwort je fünf Minuten lang gab. Als Empfangsstationen beteiligten sich die Station in Emden, zwei Stationen des Telegraphen-Versuchsamtes in Berlin, eine Station der Telefunkengesellschaft in Berlin, zwei Stationen der C. Lorenz A.-G. in Berlin und die Küstenwachen in Swinemünde und Danzig. Über die Resultate dieser Versuchsgruppe berichtet der Leiter des Kaiserlichen Telegraphen-Versuchsamtes, Kiebitz, im zweiten Heft des Jahrbuches für drahtlose Telegraphie.

Die andere Gruppe erhielt ihre Zeichen von der Station am Eiffelturm, die von 9 Uhr 40 Min. bis

*) Siehe E. u. M. 1912, Seite 1053, und 1913, Seiten 875, 984.

*) Siehe E. u. M. 1912, Seiten 486, 1053.

Digitized by Google

Tabelle.

Versuchsstationen (Gebestation zuerst)	Leiter der Versuche	Entfernung *km*	Resultat	Wellenlänge *m*	Empfangsmethode
Norddeich—Emden	—	27	kein Einfluß	1650	Telephon
Eiffelturm—Saumur	Turpain	250	Einfluß vorhanden	2000	Galvanometer
Eiffelturm—Saint Benoit	Turpain	zirka 300	Einfluß vorhanden	2000	Galvanometer
Norddeich—Berlin	Telephongesellschaft	450	Einfluß groß	1650	—
Norddeich—Berlin	Telegraphisches Versuchsamt	450	kein Einfluß	1650	Telephon
Norddeich—Schöneberg					
Norddeich—Berlin	C. Lorenz A.-G.	450	kein Einfluß	1650	Telephon
Norddeich—Eberswalde	C. Lorenz A.-G.	460	Einfluß vorhanden	1650	Telephon
Nordreich—Swinemünde	—	470	kein Einfluß	1650	Telephon
Eiffelturm—Marburg	E. Take	530	Einfluß groß	2000	Galvanometer
Norddeich—Danzig	—	760	Einfluß vorhanden	1650	Telephon
Eiffelturm—Graz	M. Vos	1000	Einfluß sehr groß	2000	Galvanometer

3 Uhr 40 Min. mit 2000 *m* Wellenlänge Dauersignale von je 10 Sekunden gab. Diese wurden aufgenommen von zwei französischen Stationen, nämlich denen in Saumur und Poitiers, von einer Station in Marburg und einer in Graz. Eine Übersicht über die Gesamtergebnisse gibt die obenstehende Tabelle, in der die Stationen, nach der überbrückten Entfernung geordnet, eingetragen sind.

Um die Signale auf einer Sendestation nach ihrer Stärke aufzunehmen, gibt es zwei Methoden. Als Detektor werden heute fast nur die Kontaktdetektoren und der elektrolytische Detektor benutzt. Die Zeichen werden bei ihrer Verwendung mit dem Telephon abgehört. Ein rohes Kriterium für die Stärke der ankommenden Welle ist die Lautstärke des im Telephon gehörten Tones. Die eine der beiden genannten Methoden besteht nun darin, daß man diese Lautstärken zahlenmäßig auszudrücken sucht. Dazu schaltet man parallel zum Telephon — man verwendet dazu Telephone von 1000 Ohm Widerstand — einen Regulierwiderstand, den man solange verkleinert, bis man im Telephon den Ton gerade nicht mehr hört und gibt die Größe des parallelgeschalteten Widerstandes als Maß für die Empfangsstärke an. Es ist die Lautstärke also um so größer, je kleiner dieser Widerstand ist. Wie man sieht, ist diese Methode sehr ungenau, besonders dadurch, daß ein großer subjektiver Fehler eingeht, der absolute Angaben fast vollkommen unmöglich macht.

Neben dieser rohen Methode gibt es noch eine feinere, die aber ein größeres Experimentiergeschick voraussetzt. An Stelle des Telephons wird ein hochempfindliches Galvanometer eingeschaltet, dessen Ausschlag proportional der Empfangsstärke gesetzt werden kann.

Die Tabelle zeigt, daß sämtliche Stationen, die keinen Einfluß der Sonnenfinsternis konstatieren konnten, mit der ersteren ungenauen Methode gemessen haben. Andererseits finden die Station der Telefunkengesellschaft und die Station in Eberswalde, die die gleiche Methode benutzten, einen sicheren Einfluß.

Es ist immerhin erstaunlich, daß unter zwölf Stationen vier keinen Einfluß der Sonnenfinsternis nachweisen konnten, wenn man bedenkt, daß die Sonnenfinsternis vom 17. April ganz außerordentlich günstig war, da die Verfinsterung in unseren Breiten fast total und genau in die Mittagszeit fiel, in der eine Wirkung der Sonnenstrahlen besonders stark zum Ausdruck hätte kommen müssen. Der Unterschied zwischen der Empfangsstärke am Tage und in der Nacht ist nämlich auch mit der rohen Methode gemessen außerordentlich auffallend.

Die französischen Stationen unter Leitung von A. Turpain haben die Methode des Nebenschlußtelephons sogleich aufgegeben und nur mit dem Galvanometer gemessen. Die Kurven der Messung zeigen ein deutliches Maximum im Zeitpunkt der größten Verfinsterung. Ausführliche Angaben liegen von Take und Vos vor, die in Marburg und Graz gleichfalls die Einwirkung mit dem Galvanometer verfolgten. Take findet in Marburg eine Zunahme der Empfangsintensität von rund 25% und Vos in Graz sogar eine solche von 96%. Bei beiden ist das Maximum der Empfangsintensität dann vorhanden, wenn das Maximum der Verfinsterung sich gerade in der Mitte zwischen Gebe- und Sendestation befand.

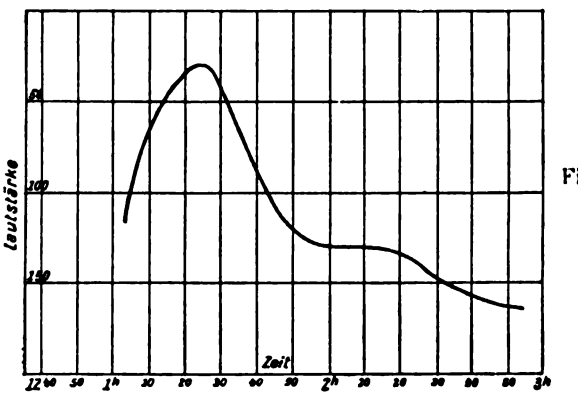


Fig. 7.

Als Beispiel der Änderung der Empfangsintensität im Verlaufe der Finsternis möge die von der Telefunkengesellschaft erhaltene Kurve, die in Fig. 7 wiedergegeben ist, dienen. Sie zeigt ein Maximum des Empfanges zur Zeit der größten Verfinsterung. Außerdem wurden vor und nach dem Eintritt des Maximums mittelstarke Störungen wahrgenommen.

Wenn auch nicht geleugnet werden darf, daß es nicht ohne weiteres zulässig ist, die Resultate der einzelnen Stationen bei ihren verschiedenartigen Luftleiteranordnungen und speziellen Empfangseinrichtungen miteinander zu vergleichen und wenn auch das Versagen von vier Stationen eine neue Unsicherheit hineinbringt, so sind wir doch wohl berechtigt, aus der Tabelle zu entnehmen, daß mit zunehmender Entfernung zwischen Gebe- und Empfangsstation der Einfluß der Sonnenfinsternis zunimmt. Dieser Schluß wird besonders gestützt durch einen Vergleich der Versuche von Take und Vos, die mit derselben Wellenlänge, derselben Gebestation und derselben Empfangsmethode arbeiteten.

V. Einfluß der Jahreszeit, des Mondes, des Nordlichtes.

Mit den oben beschriebenen Versuchen von Mosler hat der gleiche Verfasser auch Versuche über den Einfluß der Jahreszeit auf die Größe der Empfangsenergie veröffentlicht. Die Versuche ergaben, daß die Lautstärke am Tage während des ganzen Jahres nahezu den gleichen Betrag beibehielt. Auch hier war die Entfernung zwischen

Digitized by Google

Sende- und Empfangsstation 425 *km*. Die Resultate dieser Versuche sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt, die den Mittelwert des Verhältnisses Nachtintensität zu Tagesintensität angibt. Es fanden sich folgende Werte:

Februar	2·06	August	—
März	2·07	September	2·14
April	2·20	Oktober	2·82
Mai	1·29	November	3·15
Juni	1·09	Dezember	1·79
Juli	1·22	Jänner	1·64

Bemerkenswert ist dabei der starke Anstieg der Kurve im Herbst.

Weiter finden sich in der Literatur Hinweise, die auf einen Einfluß des Mondlichtes auf die drahtlose Übertragung schließen lassen. Mosler hat auch in dieser Richtung Versuche unternommen und folgert aus ihnen, daß für die Entfernung von 425 *km* ein Einfluß nicht nachzuweisen ist. Im Gegensatz dazu glaubt Curtis zu finden, daß beim Aufgehen des Mondes die Intensität der von einer zirka 1000 *km* entfernt liegenden Station ankommenden elektrischen Welle in ähnlicher Weise schwankt, wie es Marconi zuerst bei Sonnenaufgang gefunden hat. Eccles weist im Gegensatz darauf hin, daß in diesem Falle mit dem Aufgehen des Mondes der Sonnenuntergang zusammengefallen ist, daß also die gefundene Erscheinung auf den bekannten Einfluß der Sonne beruht.

Über den Einfluß des Polarlichtes liegt eine Notiz der Telefunkengesellschaft vor. Sie lautet: „Hochinteressante Einwirkungen, die mit Sicherheit auf das Auftreten von Polarlicht zurückführen sind, ließen sich bei der drahtlosen Nachrichtenübermittlung zwischen den neuen von der norwegischen Telegraphenverwaltung in Betrieb genommenen und von der deutschen Telefunkengesellschaft errichteten Stationen Spitzbergen und Ingoe (bei Hammerfest) beobachten. Bei dem Erscheinen des Polarlichtes wurden die ankommenden Zeichen von Spitzbergen in Ingoe derart geschwächt, daß oft eine Aufnahme nach dem Gehör nur schwer möglich war; ja, es zeigte sich, daß die Zeichen auf längere Zeit vollkommen verschwanden.

Merkwürdiger war jedoch die beobachtete Tatsache, daß, während in Hammerfest kein Polarlicht zu beobachten war, das Vorhandensein eines solchen drahtlos von Spitzbergen gemeldet wurde, plötzlich die Zeichen in Hammerfest weit über die bisher beobachtete Lautstärke hinausgingen."

Weiter berichtet C. H. Taylor, daß bei dem drahtlosen Verkehr zweier Marconi-Stationen in der Nähe des Polarkreises das Auftreten des Nordlichtes stets einen großen und zwar günstigen Einfluß ausübte. „Zuweilen brachte, wenn die Signale für die Verständigung zu schlecht waren, ein Nordlicht augenblicklich eine gute Verständigung zuwege. Tatsächlich pflegte der Telegraphist, wenn während der Aufnahme die Signale schwach wurden, zur Tür des Amtszimmers zu gehen, in die Nacht hinauszublicken und zu finden, daß, wie er erwartet hatte, das Nordlicht verschwunden war. Die Wirkungen waren am stärksten, wenn das Nordlicht sich rings um den Zenith erstreckte."

VI. Messungen der Dämpfung der Sendestation.

Zur Erklärung der hier erwähnten Resultate hatte Marconi angenommen, daß das Sonnenlicht auf die Antenne eine direkte Wirkung ausübe, und zwar in der Weise, daß bei Sonnenstrahlung ein photoelektrischer Effekt aufträte, daß dadurch die negative Ladung der Antenne zerstreut würde und die Antenne am Tage deswegen eine unwirksamere Strahlung ausübe als in der Nacht. Auf Grund dieser Annahme sind eine Reihe von Untersuchungen unternommen, die den Zweck hatten, festzustellen, ob eine derartige Änderung auf der Sendestation zu beobachten ist. Die Versuche wurden meist in der Weise ausgeführt, daß auf einer Station die Dämpfung der Antenne zu verschiedenen Tageszeiten gemessen wurde. Die Gesamtdämpfung einer Antenne setzt sich zusammen aus einem Anteil, der durch den reinen Leitungs(Ohmschen)Widerstand der Antenne bewirkt wird, und der zur Folge hat, daß nach dem Jouleschen Gesetz ein Teil der Energie in Wärme umgesetzt wird, und aus einem Anteil, der durch die (nutzbare) Strahlung verursacht wird. Dieser zweite Anteil könnte durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen gemindert werden. Man mißt die Dämpfung, indem man die Resonanzkurve des Antennenkreises aufnimmt und aus ihr in einfacher Rechnung das Dämpfungsekrement bestimmt.

Eine Reihe von derartigen Messungen wurde auf Anregung von Zenneck von Mosler ausgeführt. Sie erstreckte sich auf die Dauer von einem Jahre und lieferte Resultate aus verschiedenen Jahreszeiten und verschiedenem Sonnenstande. Diese Versuche hatten das Resultat, daß eine Abhängigkeit der Dämpfung von dem Stande der Sonne nicht gefunden wurde. Ein gleiches negatives Resultat findet Güldenpfennig.

Die Versuche sind von Esau 1912 wiederholt. Er ist der Ansicht, daß die Moslersche Meßanordnung zu unempfindlich gewesen ist, daß speziell die Antenne insgesamt eine so große Dämpfung besessen habe, daß die zu beobachtenden, verhältnismäßig sehr kleinen Dämpfungsänderungen sich hätten bemerkbar machen können und daß die Fehlergrenzen der Meßanordnung so groß gewesen sind, daß die Änderungen selbst überdeckt wurden. Gegenüber den Güldenpfennigschen Messungen erhebt er die gleichen Bedenken. Esau wiederholt die Versuche mit einer empfindlicheren Meßanordnung und findet folgende Resultate:

Das Luftleitergebilde, dessen Dämpfung gemessen wurde, bestand aus einem 30 *m* langen, horizontal ausgespannten Draht, von dessen einem Ende ein gleich langer Vertikaldraht nach unten führte und hier über eine Verlängerungsspule mit einem Gegengewicht (ein 60 *m* langer Draht) verbunden war. Es wurde während eines Jahres stündlich die Dämpfung des Luftleiters gemessen, und zwar mit einem Fehler von 2 bis 3%. Die Versuche ergaben, daß während des Laufes eines Tages ganz periodisch Änderungen in der Größe der Dämpfung von 20 bis 30% auftraten, daß in der Kurve der Dämpfungsänderung ein „Wintertyp" und ein „Sommertyp" vorhanden ist, die durch folgende Beispiele charakterisiert sind:

Wintertyp.

Zeit	Dämpfung
8.30 vormittags	0·0194
9.30 „	0·0296
11·15 „	0·0210
12.30 nachmittags	0·0205
2.30 „	0·0200
3.30 „	0·0194
5.00 „	0·0190
8.00 „	0·0196
9.00 „	0·0175
10.00 „	0·0172
11.00 „	0·0173

Sommertyp.

Zeit	Dämpfung
8.30 vormittags	0·0200
10.00 „	0·0201
11.00 „	0·0205
12.00 „	0·0215
2.30 nachmittags	0·0204
3.30 „	0·0186
4.30 „	0·0205
5.30 „	0·0208
6.30 „	0·0182
9.30 „	0·0172
11.00 „	0·0172
11.30 „	0·0168
12.30 „	0·0172
1.30 vormittags	0·0172
2.30 „	0·0173

Digitized by Google

Im Winter ist danach ein Maximum in der Zeit von 11 bis 12 Uhr mittags, ein zweites um 7 bis 8 Uhr nachmittags vorhanden. Aber beide Maxima sind nicht stark ausgeprägt. „Ihre Höhe wechselt von Tag zu Tag. Auch kommt es gelegentlich vor, daß die Maxima etwas früher oder später eintreten, wie zur vorhin angegebenen Zeit. Indessen sind solche Fälle sehr vereinzelt und man kann im großen und ganzen sagen, daß die Regelmäßigkeit des Eintretens und Aufhörens eine recht große ist." Aus der zweiten Tabelle ergibt sich für den Sommer ein Maximum um Mittag, ein zweites in der Zeit von 5 bis 6 und ein drittes schwaches um Mitternacht. Im Sommer sind also im Gegensatz zum Winter drei Maxima vorhanden, deren Amplituden viel größer sind und auch etwas mehr sprunghafteren Charakter tragen. Bemerkenswert ist, daß in beiden Fällen in der Nacht kleinere Dämpfungswerte als am Tage vorhanden sind. Auch von Schwartzhaupt ist eine gleiche Änderung angegeben, deren Größenordnung mit den von Esau mitgeteilten übereinstimmt. Die Resultate würden nicht wesentlich geändert, wenn an Stelle des Gegengewichtes die Erde benutzt wurde.

Änderungen in den gemessenen Dämpfungswerten sind auch gelegentlich von anderer Seite gemessen worden. So berichtet zum Beispiel K. E. F. Schmidt folgendes: „Daß übrigens auch hier der Zustand der Atmosphäre (Ionisation der Luft?) einen merklichen Einfluß auf Δ ausübt, zeigt folgende Zusammenstellung der an dem gleichen gekuppelten Sender ermittelten Δ-Werte für verschiedene Tage:

Die Unterschiede betragen demnach bis zu 25% an verschiedenen Tagen".

Datum	Δ-Werte für die kurze Welle $\lambda = 393\ m$	Δ-Werte für die lange Welle $\lambda = 690\ m$
27. Mai 1907	0·152	0·236
29. „ 1907	0·161	0·223
29. „ 1907	0·165	0·213
30. „ 1907	0·157	0·211
31. „ 1907	0·175	0·234
1. Juni 1907	0·165	—
1. „ 1907	0·182	—
7. „ 1907	0·190	—
8. „ 1907	0·189	—
10. „ 1907	0·202	—
12. „ 1907	0·188	—

„Auch am gleichen Tage kann innerhalb ganz kurzer Zeit eine merkliche Änderung der Δ-Werte beobachtet werden. So fand sich am 2. Juni 1907 um 11 Uhr bis 11 Uhr 35 Min. der Wert $\Delta = 0{\cdot}164$, um 11 Uhr 45 Min. bis 12 Uhr 10 Min. der Wert $\Delta = 0{\cdot}142$. Die gleichzeitig in einer 8 *km* entfernten Empfangsstation aufgenommenen Empfangswirkungen ergaben für

$$\eta = \frac{\text{Galvanometerausschlag in E.-St.}}{\text{Galvanometerausschlag in S.-St.}}$$

11 Uhr bis 11 Uhr 35 Min. . . . $\eta = 0{\cdot}61$

11 Uhr 45 Min. bis 12 Uhr 10 Min. $\eta = 0{\cdot}71$.

Während der Zeit des ersten Beobachtungssatzes war der Himmel ganz bedeckt und es herrschte eine drückende Schwüle; durch einen heftig einsetzenden Wind klärte es sich in außerordentlich kurzer Zeit auf und die Luft zeigte wesentlich anderes Verhalten; dementsprechend auch etwa 13% Abnahme des Wertes von Δ in der Sendestation und etwa 17% Zunahme von η in der Empfangsstation."

Auch in einer Arbeit von Heinecke finden sich ähnliche Angaben.

Esau hat weiter untersucht, in welcher Weise Reif, Regen und Schnee wirksam sind. Er findet, daß in jedem Falle eine Vergrößerung der Antennendämpfung auftritt. Die Erklärung ist darin zu suchen, daß durch diese drei Niederschlagsformen ein Nebenschluß zur Antenne gebildet wird, der einen Teil der Energie verbraucht und damit die Dämpfung vergrößert. Nebel hat im Gegensatz dazu keinen wesentlichen Einfluß.

(Schluß folgt.)

Statistik der Elektrizitätswerke und elektrischen Bahnen in Österreich, Bosnien und Herzegowina.

Die demnächst erscheinende Nachtragsstatistik nach dem Stande vom Jänner 1914 bildet eine Ergänzung zu der im Vorjahre vom Elektrotechnischen Vereine in Wien herausgegebenen Statistik der Elektrizitätswerke und elektrischen Bahnen in Österreich, Bosnien und Herzegowina. Die Nachtragsstatistik enthält nähere Angaben über die im Jahre 1913 erbauten und im Bau befindlichen Elektrizitätswerke und elektrischen Bahnen und die in der Statistik 1913 nicht enthaltenen älteren Werke sowie über Erweiterungen, Umbau und Berichtigungen bestehender Elektrizitätswerke und elektrischen Bahnen, ferner Verzeichnisse über die nicht mehr bestehenden, angeblich bestehenden und fest beschlossenen Anlagen und ein Verzeichnis der neu angeschlossenen Orte. Änderungen, welche sich lediglich auf die Anschlußwerte der Elektrizitätswerke beziehen, wurden in die Nachtragsstatistik nicht aufgenommen und es sollen dieselben sowie deren Ergebnisse in der nächsten vollständigen Statistik verzeichnet werden.

Im nachstehenden seien einige Ergebnisse der Statistik wiedergegeben:

Der erste Abschnitt der Nachtragsstatistik enthält nähere Angaben über 79 öffentliche Elektrizitätswerke, von welchen 53 auf die im Jahre 1913 in Betrieb gelangten und im Bau begriffenen Werke und 26 auf ältere, in der Statistik vom 1. Jänner 1913 nicht enthaltene Werke entfallen. Unter Einrechnung der in der Statistik 1913 bereits angeführten Elektrizitätswerke sind im Jahre 1913 im ganzen 62 Werke in Betrieb gelangt (gegen 85 im Vorjahre) und zwölf weitere Anlagen noch im Bau begriffen.

Nach den Eigentümern unterschieden sind von diesen Werken 32 im Gemeindebesitze, während 47 Werke sich im gesellschaftlichen oder privaten Eigentum befinden; von letzteren Werken geben 23 den Strom im Nebenbetriebe von Fabriken, Mühlen, Sägewerken und sonstigen Privatbetrieben ab.

Tabelle I.

Neuanlagen, nach dem Stromsystem geordnet.
(Der Klammerwert gibt die lediglich im Jahre 1913 erbauten und im Bau befindlichen Anlagen an.)

Stromsystem	Zahl der Werke	Normale Leistung in *kW*: der Stromerzeuger	Normale Leistung in *kW*: der Akkumulatoren	Gesamtleistung in *kW*
Gleichstrom mit Akkumulatoren	24 (15)	1064 (798)	267 (194)	1331 (992)
Gleichstrom ohne Akkumulatoren	26 (12)	695 (448)	—	695 (448)
Wechselstrom, einphasig	—	—	—	—
Drehstrom	29 (25)	37.266 (30.516)	50	37.315 (30.516)
Drehstrom und Gleichstrom (gemischtes System)	—	—		
Zusammen	79 (53)	39.025	317	39.341

Digitized by Google

Die Zahl der Überlandzentralen hat sich um zehn vermehrt und beträgt insgesamt 153; die Gesamtzahl aller öffentlichen Elektrizitätswerke in Österreich ist, unter Einrechnung der in der Statistik 1913 enthaltenen Werke, von 854 auf 933 (bezw. 927) gestiegen.

Tabelle II.

Erweiterungen und Umbau bestehender Werke.

Stromsystem	Zahl der Werke	Normale Leistung in *kW*		Gesamtleistung in *kW*
		der Stromerzeuger	der Akkumulatoren	
Gleichstrom mit Akkumulatoren	39	2.635	916	3.551
Gleichstrom ohne Akkumulatoren	6	163	—	163
Wechselstrom, einphasig	—	—	—	—
Drehstrom	30	34.260	45	34.260
Drehstrom und Gleichstrom (gemischtes System)	22	6.015		6.060
Zusammen	97	43.073	961	44.034

Tabelle III.

Gesamtleistung und Zahl der bisher ausgewiesenen Elektrizitätswerke, nach dem Stromsystem geordnet.

(Klammerwert: Statistik 1913.)

Stromsystem	Zahl der Werke	Normale Leistung in *kW*		Gesamtleistung in *kW*
		der Generatoren	der Akkumulatoren	
Gleichstrom mit Akkumulatoren	333 (309)	62.744 (59.045)	14.001 (12.818)	76.745
Gleichstrom ohne Akkumulatoren	208 (182)	7.511 (6.653)	—	7.511
Wechselstrom, einphasig	17	48.872	—	48.872
Wechselstrom, zweiphasig	4			
Drehstrom	314 (285)	243.818 (172.292)	17.480 (17.385)	243.818
Drehstrom und Gleichstrom (gemischtes System)	57 (57)	145.960 (139.945)		—
Zusammen	933	508.905 (426.807)	31.481 (30.203)	540.386 (457.010)

Tabelle IV.

Angaben über die Betriebskraft.

(Klammerwert: Statistik 1913.)

Betriebskraft	Zahl der Neuanlagen (Nachtrag)	Erweiterungen	Gesamtzahl aller Werke
Wasser	33	14	418 (375)
Dampf	6	21	144 (138)
Explosionsmotoren	12	15	116 (104)
Wasser und Dampf	6	23	102 (96)
Wasser und Explosionsmotoren	14		77 (63)
Dampf und Explosionsmotoren	—		20 (20)
Dampf, Wasser und Explosionsmotoren	—	—	13 (13)
Elektrizität	8	5	53 (45)
Zusammen	79	78	933 (854)

Tabelle V.

Gesamtleistung der Antriebsmaschinen.

(Klammerwert: Statistik 1913.)

Betriebskraft	Neuanlagen in *PS*	Erweiterungen *PS*	Gesamtleistung aller Werke
Wasser	4.370	23.850	274.445 (246.275)
Dampf	37.625	39.510	446.280 (369.146)
Explosionsmotoren	1.770	5.195	38.600 (31.635)
Zusammen	43.765	69.555	759.325 (647.056)

Ein weiterer Abschnitt umfaßt Angaben über Erweiterungen und Umbau 150 bestehender (in der Statistik 1913 bereits angeführten) Werke; davon entfallen 83 auf solche Werke, in welchen lediglich Vergrößerungen durchgeführt wurden. Die Besitzänderungen und sonstigen Berichtigungen in der Adresse von 19 Werken sind noch gesondert angeführt.

Nach Kronländern geordnet, entfallen von den Neuanlagen auf: Böhmen 18, Niederösterreich 12, Tirol und Vorarlberg 11, Steiermark 9, Mähren 7, Kärnten 7, Oberösterreich, Salzburg und Krain je 4, Schlesien 2 nnd auf Bosnien 2 Werke.

Als nicht mehr bestehend werden 6 in der Statistik 1913 enthaltene Elektrizitätswerke angeführt; des weiteren werden 19 (im Vorjahre 32) Elektrizitätswerke ohne nähere Angaben verzeichnet, welche angeblich bestehende oder fest beschlossene Anlagen sind.

Das Verzeichnis der neu angeschlossenen Orte umfaßt 172 mit Elektrizität versorgte Orte. von denen allein 53 auf eine im Bau befindliche Überlandzentrale in Ostböhmen entfallen. Die Gesamtzahl der Orte, in denen Strom abgegeben wird, beträgt gegenwärtig in Österreich rund 2250 (gegen 2000 im Vorjahre).

Der Abschnitt „Elektrische Bahnen in Österreich“ umfaßt Angaben über 15 im Bau oder Betrieb befindliche Bahnstrecken mit einer Gesamtlänge von 321 *km* (davon 178 *km* im Jahre 1913 erbaut oder im Bau begriffen), ferner die Erweiterung und Umbau von acht elektrischen Bahnen mit einer Betriebslänge von 48·5 *km*. Die Gesamtlänge aller elektrisch betriebenen Bahnen in Österreich beträgt 1408·6 *km* (im Vorjahre 1039·4 *km*). (Vergl. auch die Tabelle VI).

Tabelle VI.

Elektrische Bahnen in Österreich.

(Klammerwert: Statistik 1913.)

Betriebsart und Spurweite	Gesamtzahl der Bahnlinien	Gesamte Betriebslänge in *km*
Gleichstrom	73*) (61)	1.166 (968·5)
Wechselstrom	6 (3)	242·7 (70·9)
Normalspur	24 (19)	857·3 (589)
Schmalspur	55 (45)	551·4 (450)
Zusammen	79 (64)	1.408·7 (1.039·4)

*) Davon 25 Bahnen mit Spannungen von 750 *V* und mehr, mit einer Gesamtlänge von 938 *km*.

L. R.

Digitized by Google

Mitteilungen des AEF, Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen *).

Der Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen stellt die nachfolgenden Entwürfe: XIII. Gewicht. — XIV. Dichte. — XV. Formelzeichen des AEF, Liste *C*. — XVI. Energieeinheit der Wärme gemäß § 4, Abs. 3, seiner Satzung zur Beratung und lädt die beteiligten Vereine ein, ihm das Ergebnis ihrer Beratungen bis Mitte Jänner 1915 mitzuteilen. Zur gleichen Frist kann auch jedes Mitglied der beteiligten Vereine sich zu dem Entwurf äußern. Es wird gebeten, von Äußerungen in Zeitschriften dem AEF stets wenigstens einen Abdruck zu senden.

Entwurf XIII. Gewicht.

Der Ausdruck „Gewicht" bezeichnet eine Größe gleicher Natur wie eine Kraft; das Gewicht eines Körpers ist das Produkt seiner Masse in die Beschleunigung der Schwere.

Erläuterungen

von Eugen Meyer und Friedrich Auerbach.

Die Frage nach der Definition des Wortes Gewicht hat mit derjenigen, ob das absolute oder das technische Maßsystem zur Anwendung empfohlen werden soll, nichts zu tun; denn ob man das eine oder das andere Maßsystem benutzt, so bliebe es an sich doch immer noch frei, mit dem Worte Gewicht eine Masse oder eine Kraft zu bezeichnen. In der alten Maß- und Gewichtsordnung (Reichsgesetz von 1893) wurden offenbar die Worte „Masse" und „Gewicht" als Synonyme behandelt, indem gesagt wurde: „Das Kilogramm ist die Einheit des Gewichtes. Es wird dargestellt durch die Masse desjenigen Gewichtsstückes welches usw."**).

Dieser Sprachgebrauch steht aber im völligen Gegensatz zu der Übung der Physiker. Nicht bloß die alten Lehrbücher, sondern auch die neueren Lehrbücher von Kohlrausch, Voigt, Riecke, Müller-Pouillet, Lorentz, Wiedemann, Ebert u. a., die nach dem Erlaß des erwähnten Reichsgesetzes erschienen sind, definieren das Gewicht jenes Körpers stets als eine Kraft, nämlich diejenige, mit der der Körper von der Erde angezogen wird. Ja, viele benutzen das Wort „Gewicht" geradezu zur ausdrücklichen Unterscheidung von Masse, um das technische Maßsystem vom absoluten zu unterscheiden, und zwar in den Zusammensetzungen: „Massenkilogramm" und „Gewichtskilogramm".

Es wäre nun durchaus unberechtigt, ein Wort, das seit Jahrhunderten in der Physik die Bedeutung einer Kraft im Gegensatz zu Masse hat, in der Bedeutung Masse zu gebrauchen. Ein solcher Gebrauch erscheint aber auch als äußerst unpraktisch, denn für „Masse" hat man schon ein gutes, einwandfreies Wort, nämlich „Masse" selbst, so daß man ein zweites Wort dafür nicht braucht. Für Gewicht dagegen in dem Sinne, wie es jetzt und seit altersher von den Physikern gebraucht wird, nämlich als die von der Schwere an einem Körper hervorgerufene Kraft, besitzt man kein zweites Wort, da „Schwere", „Schwerkraft" nach dem allgemeinen Sprachgebrauch in der Physik etwas anderes bedeuten als Gewicht, nämlich die Ursache des Gewichtes. Man setze nur in die doch von jedem Physiker gebrauchten Ausdrücke: „Beschleunigung der Erdschwere" und „Schwerkraft an irgendeinem Orte der Erde" an Stelle von „Schwere" und „Schwerkraft" das Wort „Gewicht" ein, um zu sehen, wie unzulässig es ist, für Gewicht in dem bisher in der Physik üblichen Sinne die Worte „Schwere" oder „Schwerkraft" zu setzen. Das wäre ebenso fehlerhaft, wie etwa die Verwechslung von „Temperatur" und „Wärme".

Die Wirkung der Wage beruht auf dem Gleichgewicht von Kräften. Bei feineren Wägungen oder bei sperrigen Körpern ist daher die Auftriebskraft der Luft bei der Wägung mit zu berücksichtigen. Für viele, insbesondere praktische Zwecke, dient die Wage zur Messung von Kräften (so zum Beispiel bei der Wägung von Gütern bei Post und Eisenbahn in Hinsicht auf die Tragkraft von Post- und Eisenbahnwagen, Brücken usw.). Noch häufiger, insbesondere für wissenschaftliche Zwecke, wird allerdings die Wage zur Messung von Massen benutzt, wobei aber Masse und Gewicht an demselben Orte der Erde in einem konstanten Verhältnis stehen, so daß auch die Gewichtsmessung zum Ziele führt. Derjenige, welcher die Wage hauptsächlich zur Massenermittlung benutzt, mag von Massensätzen statt von Gewichtssätzen sprechen oder es mag der Chemiker die Bezeichnung „Atommasse" der Bezeichnung „Atomgewicht" vorziehen (für Atommasse und Atomgewicht bekommt man die gleiche unbenannte Verhältniszahl). Jedenfalls wäre es aber unzulässig, dem Worte „Gewicht", das bisher in der Physik eindeutig als das Produkt aus der Masse und der Beschleunigung der Schwere an einem Ort bezeichnet wird und hiefür völlig unentbehrlich ist, eine andere Bedeutung zu geben.

Die hier vorgetragene Auffassung steht in Übereinstimmung mit der Erklärung, die die dritte Generalversammlung für Maße und Gewichte in ihrer Sitzung vom 22. Oktober 1901 zu Paris einstimmig angenommen hat (vergl. Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik, I. Band, 10. Aufl., 1906, Seite 97). Der AEF hat sich in der obigen Festsetzung dieser Erklärung in wortgetreuer Übersetzung angeschlossen.

Entwurf XIV. Dichte.

1. Massendichte (spezifische Masse) ist der Quotient der Masse eines Körpers durch sein Volumen.

2. Gewichtsdichte (spezifisches Gewicht) ist der Quotient des Gewichtes eines Körpers durch sein Volumen.

3. Dichtezahl (Dichteverhältnis) ist das Verhältnis der Massendichte oder der Gewichtsdichte eines Körpers zu der Massendichte oder der Gewichtsdichte eines Vergleichskörpers. Wenn keine besonderen Gründe dagegen sprechen, ist für feste und flüssige Körper als Vergleichskörper Wasser von 4° C zu wählen.

4. Massenräumigkeit (spezifisches Massenvolumen) ist der Quotient des Volumens eines Körpers durch seine Masse.

5. Gewichtsräumigkeit (spezifisches Gewichtsvolumen) ist der Quotient des Volumens seines Körpers durch sein Gewicht.

Erläuterungen

von Eugen Meyer und Friedrich Auerbach.

Wird die Masse eines Körpers mit m, sein Volumen mit V, Masse und Volumen eines Vergleichskörpers mit m_0, V_0 und die Beschleunigung der Schwere mit g bezeichnet, so werden die fünf festgelegten Begriffe durch folgende Formeln dargestellt:

1. $\frac{V}{m}$
2. $\frac{mg}{V}$
3. $\frac{m}{V} : \frac{m_0}{V_0} = \frac{mg}{V} : \frac{m_0 g}{V_0}$
4. $\frac{V}{m}$
5. $\frac{V}{mg}$

Wenn auch einige Physiker strenge und folgerichtige Unterschiede in der Benennung der Begriffe 1 bis 3 gemacht haben, so finden sich in der Literatur doch bisher vielfach Unklarheiten und Unstimmigkeiten in deren Benennung. So wird zum Beispiel die Bezeichnung Dichte für jeden der Begriffe 1, 2 oder 3, die Bezeichnung spezifisches Gewicht für den Begriff 2 oder 3 angewandt; ja in einzelnen namhaften Lehrbüchern werden sogar gleichzeitig und unterschiedslos die Begriffe 1 bis 3 mit Dichte, oder die Begriffe 2 und 3 mit spezifisches Gewicht bezeichnet, obgleich sich 1 und 2 in der Dimension unterscheiden, und der Begriff 3 eine unbekannte Zahl darstellt. Demgegenüber sind die obigen Vorschläge zum Zwecke einer einheitlichen und folgerichtigen Bezeichnung der Begriffe gemacht worden.

Es empfiehlt sich aber auch für die reziproken Werte der Quotienten 1 und 2, die bisher unterschiedslos als „spezifisches Volumen" oder auch nach Ostwald als „Räumigkeit" bezeichneten Begriffe 4 und 5, eine schärfere Unterscheidung einzuführen.

Für die Begriffe 1 und 2 könnte man auch an die Bezeichnungen Raummasse (Volumenmasse), Raumgewicht (Volumengewicht), für die Begriffe 4 und 5 an Massenvolumen, Gewichtsvolumen denken: doch erscheinen die oben vorgeschlagenen besser.

*) Vergl. E. u. M.: 1913, Seite 193, 690. 712, 830; 1912, Seite 251; 1911, Seite 604; 1910, Seite 529; 1909, Seite 836.

**) In der neuen Maß- und Gewichtsordnung (Reichsgesetz von 1908) ist der Satz: „Das Kilogramm ist die Einheit des Gewichtes" weggelassen, es heißt nur noch: „Das Kilogramm ist die Masse des internationalen Kilogrammprototyps".

In dem geltenden österreichischen Gesetz vom 12. Jänner 1893, R. G. Bl. Nr. 10, wird das Kilogramm wie folgt definiert: Das Kilogramm bildet die Einheit der Masse; es ist gleich der Masse des im Bureau international despoids et mesures in Breteuil (Paris) aufbewahrten Prototyps K. Die im Verkehrswesen zur Bestimmung der Masse dienenden Maßgrößen werden als Gewichte bezeichnet. Auch im französischen Gesetz heißt es: »L'unité de la masse est le Kilogramme.« Das gegenwärtig in Deutschland gültige Gesetz über die Maß- und Gewichtsordnung ist vom 30. Mai 1908. Dort heißt es: Das Kilogramm ist die Masse des internationalen Kilogrammprototyps.

Digitized by Google

Für viele Zwecke würde es genügen, für die Begriffe 1 und 2 einheitliche Benennungen einzuführen, so zum Beispiel in der mathematischen Physik und der Mechanik, wo in der Regel die Massendichte oder die Gewichtsdichte, also eine benannte Zahl, in die Formeln einzusetzen ist. In der Chemie ist aber der dritte Begriff, die unbenannte Verhältniszahl, unentbehrlich. Die an vielen Tausenden von chemischen Stoffen und Lösungen ausgeführten Dichtebestimmungen sind zum größten Teil als Verhältniszahlen angegeben, wobei als Vergleichsstoff durchaus nicht immer Wasser von 4° gewählt ist. Vielmehr wird für feste und flüssige Stoffe daneben Wasser von 0°, von 15°, von $17^1/_2$° usw., häufig „Wasser von der Versuchstemperatur" als Vergleichsstoff benutzt. Die Dichtezahlen von Dämpfen und Gasen werden auf Normalgase von gleicher Temperatur und gleichem Druck bezogen, und zwar entweder auf Luft, oder auf Wasserstoff, oder auf ein ideales Gas, das genau den 32. Teil der Dichte von Sauerstoff besitzt. Alle diese Bestimmungen würden in der Luft schweben, wenn der Begriff 3 (unbekannte Verhältniszahl) künftig wegfiele. Zwar wird angestrebt, allgemein Wasser von 4° als Vergleichsstoff einzuführen und damit den Zahlenwert des Ergebnisses mit dem der Begriffe 1 und 2 bei passend gewählten Einheiten in Übereinstimmung zu bringen, aber vorläufig muß noch in weitem Umfange (Laboratoriumspraxis, Pharmazie, Technik) mit den bezeichneten Gewohnheiten gerechnet werden, die sich teils auf Bequemlichkeitsgründe, teils, wie auch bei der Dichtezahl für Gase, auf theoretische Gründe (Beziehungen zum Molekulargewicht) stützen. Um aber den Begriff 3 als unbenannte Zahl von den Quotienten 1 und 2 streng zu unterscheiden, wird dafür die Benennung Dichtezahl (Dichteverhältnis) vorgeschlagen.

Der Zusatz zu der Begriffsbestimmung 3 soll darauf hinwirken, daß jeder Experimentator die von ihm erhaltene Dichtezahl auf Wasser von 4° selbst umrechnet, falls er Wasser von anderer Temperatur beim Vergleichsversuch benutzt hat.

Mit der Einführung der Bezeichnungen „Massendichte", „Gewichtsdichte", „Massenräumigkeit", „Gewichtsräumigkeit" soll es nicht ausgeschlossen werden, die einfachen Ausdrücke „Dichte" und „Räumigkeit" da zu benutzen, wo über ihre Bedeutung, sei es durch eingangs gegebene Erklärungen oder sonst durch den Zusammenhang, kein Zweifel bestehen kann.

Entwurf XV. Formelzeichen des AEF.

Liste C.

Nr.	Größe	Zeichen
1	Energie	W
2	Periodendauer	T
3	Kreisfrequenz	ω
4	Frequenz (bei Wechselstrom)	f
5	Spezifischer Widerstand	ρ
6	Leitwert	G
7	Elektrostatische Induktion	D
8	Dielektrizitätskonstante	ε
9	Gegeninduktivität	M
10	Magnetischer Fluß	Φ

Erläuterungen

von Friedrich Neesen und Max Seyffert.

In der Liste *C* wird Stellung genommen zu der von der IEC vorgeschlagenen Liste von Formelzeichen.

In betreff der ersten Größe — Energie — ist es nicht ratsam, hiefür den Buchstaben *A* zu benutzen, welcher nach der ersten Liste für die Größe „Arbeit" vorgesehen ist*). Denn Arbeit tritt nur auf, wenn eine Änderung der Energie irgendeiner Form erfolgt: Energie ist noch keine Arbeit, drückt vielmehr das Vermögen aus, Arbeit zu leisten (vergl. Verhandlungen des AEF Seite 10). Dieser Unterschied muß auch in dem Unterschiede der Bezeichnungen zum Ausdruck kommen. Bei der Wahl schien der Buchstabe *W*, welcher als Anfangsbuchstabe von Werk eine Beziehung zur Arbeit enthält, zweckmäßig. Die IEC hat dasselbe Zeichen gewählt.

In betreff des zweiten Zeichens *T* für Periodendauer herrscht schon jetzt beinahe vollständige Übereinstimmung.

Das Zeichen ω für Kreisfrequenz ist im allgemeinen Gebrauch. Derselbe Buchstabe ist vom Ausschuß als Bezeichnung für Winkelgeschwindigkeit festgesetzt. Trotzdem erscheint es nicht notwendig, von der feststehenden Benutzung von ω für beide Größen abzugehen.

*) Das Zeichen *A* für Arbeit wird voraussichtlich in die Liste B aufgenommen werden.

Bei der Abwägung der zur Bezeichnung der Frequenz bei Wechselströmen in Frage kommenden Buchstaben erscheint das in Liste A für Schwingungszahl vorgesehene Zeichen nicht zweckmäßig, weil dasselbe in der Technik für Tourenzahl benutzt wird. Die IEC hat den Buchstaben *f* gewählt, der frei ist und sich auch als Anfangsbuchstabe von Frequenz empfiehlt. Daß es sich bei dieser Wahl wesentlich nur um die Zwecke der Wechselstromtechnik handelt, so daß ein Zwiespalt mit Schwingungszahl nicht zu befürchten ist, findet seinen Ausdruck durch Hinzufügung der Klammer.

Die übrigen Zeichen entsprechen dem Gebrauche und sind in Übereinstimmung mit der Festsetzung der IEC. Insbesondere empfiehlt sich der Buchstabe ρ noch wegen der Verwandtschaft mit dem für Widerstand festgelegten Zeichen *R*. Die IEC hat für Blindwiderstand und Scheinwiderstand die Buchstaben *X* und *Z* gewählt; diese aber empfehlen sich nicht wegen der Verwechslung mit Koordinaten. Es ist daher zunächst von Formelzeichen für diese Größen noch abgesehen worden.

Entwurf XVI. Energieeinheit der Wärme.

Die Energieeinheit der Wärme ist das internationale Kilojoule oder die internationale Kilowattsekunde.

Begründung

von Fritz Emde, Eugen Meyer und Karl Scheel.

Es ist eine Folge der Entdeckung des mechanischen Wärmeäquivalents, daß man mechanische Arbeiten und Wärmemengen durch dieselbe Maßeinheit ausdrücken kann. Dies bedeutet in vielen Fällen einen Rechenvorteil, den man sich aber fast gar nicht zunutze gemacht hat. Für die erste Zeit nach der Entdeckung mag sich dies daraus erklären, daß der Zahlenwert des Äquivalents nicht genau genug bekannt war, so daß die Umrechnung oft leicht größere Fehler hätte mit sich bringen können als die Messung. Heute aber fällt dieser Grund weg. Denn das Wärmeäquivalent ist jetzt so genau bekannt, daß es selten möglich sein wird, die Messungsfehler unter die Unsicherheit des Wärmeäquivalents herabzudrücken. Sicherlich hätten deshalb längst viele praktische Rechner für Wärmemengen eine mechanisch definierte Energieeinheit benutzt, wenn sie nicht durch einen anderen Umstand oft genötigt würden, zur Kalorie zurückzukehren: Die Tabellen der Wärmekonstanten liegen noch nicht auf mechanisches Maß umgerechnet vor. Aber es kostet nur eine einmalige verhältnismäßig kleine Mühe, dies Hindernis aus dem Wege zu räumen.

Wenn man nun fragt, für welche mechanische Energieeinheit man sich bei der Umrechnung der Wärmekonstanten entscheiden soll, so kann die Antwort nicht zweifelhaft sein: Nachdem der Vorschlag des AEF, für alle Energieformen als Leistungseinheit das Kilowatt zu benutzen, allseitig Zustimmung und nirgends Widerspruch gefunden hat, so ergibt sich daraus für den AEF die Folgerung, daß er als Wärmeeinheit das Kilojoule oder die Kilowattsekunde vorzuschlagen hat. Statt dessen kann man natürlich auch, wo es bequem ist, dekadische Vielfache oder Teile des Kilojoules benutzen, unter anderem das Joule.

Es besteht vielfach die Meinung, daß das Joule keine mechanische, sondern eine elektrische Einheit sei; eine solche Meinung ist irrig und ist nur dadurch hervorgerufen, daß man bei der Entwicklung der Elektrotechnik kein eigentliches elektrisches Energiemaß (wie in der Wärmelehre die Kalorie) schuf, sondern sofort zur mechanischen Energieeinheit überging, was jetzt auch einheitlich für die Wärmelehre angestrebt wird. Tatsächlich besteht nun, wie in dem Bericht über die Äußerungen der Vereine usw. zu Satz I, Nr. 4, ausgeführt ist, ein kleiner Unterschied zwischen dem in der Elektrotechnik gebräuchlichen internationalen Joule (= 1 internationale Wattsekunde) und der mechanischen Einheit 10^7 Erg, der sich aber zurzeit noch nicht genau angeben läßt. Aus rein formalen Gründen wir das internationale Kilojoule als Energieeinheit der Wärme vorgeschlagen, für welches in Satz I, Nr. 4, die Beziehung zur 15°-Kalorie bereits festgesetzt ist; 1 internationales Kilojoule = = 0·23865 15°-kcal. Umgekehrt ist also die Wärmemenge, die die Temperatur von 1 *kg* Wasser von 14·5 auf 15·5° erhöht; 1 15°-kcal = 4·190 internationale Kilojoule.

Aber selbst, wenn man das Kilojoule als rein elektrische Energieeinheit ansprechen wollte, würde man seine Berechtigung, als allgemeine Energieeinheit zu dienen, nicht in Frage stellen können. Denn je mehr die elektrischen Meßmethoden überhaupt an Boden gewonnen haben, um so mehr sind auch elektrische Methoden zur Messung von Wärmekonstanten verwendet worden (vergl. zum Beispiel die Messungen der spezifischen Wärme fester Körper in tiefen Temperaturen von Nernst; ferner die Untersuchungen im Münchener Institut für technische Physik über den Wärmedurchgang durch Isoliermaterialien und andere

Digitized by Google

mehr). Es ist aber anzunehmen, daß wo nicht, wie in manchen Gebieten der Technik, besondere Gründe für die Beibehaltung der Kalorie sprechen, sich das Kilojoule als Energieeinheit auch für Wärmevorgänge leicht einführen wird.

Um den Übergang zu erleichtern, sind in den folgenden Tabellenschemas die verschiedenen Wärmeeigenschaften an Beispielen im mechanischen und teilweise im kalorischen Maße angegeben.

I. Wärmeaufspeicherung.

	Kalorisches Energiemaß	Mechanisches Energiemaß
1. Spezifische Wärme.		
Aluminium . . .	0·214 $\frac{g\ \text{Kal.}}{g\ .\ \text{Grad}}$	0·896 $\frac{\text{Joule}}{g\ .\ \text{Grad}}$
Wasser	1 „	4·19 „
2. Schmelzwärme.		
Aluminium . . .	77 $\frac{g\text{-Kal.}}{g}$	323 $\frac{\text{Joule}}{g}$
Eis	80 „	335 „
3. Verdampfungswärme.		
Wasser bei 100° . .	538 $\frac{g\text{-Kal.}}{g}$	2·254 $\frac{\text{Kilojoule}}{g}$
4. Verbrennungswärme.		
Steinkohlengas . .	5800 $\frac{g\text{-Kal.}}{g}$	24·3 $\frac{\text{Kilojoule}}{g}$
„ . .	5·3 $\frac{g\text{-Kal.}}{cm}$	23·3 $\frac{\text{Joule}}{cm^1}$

5. Wasserdampf.

Temperatur	Druck	Energie	Wärmeinhalt	Entropie
0°	0·0063 $\frac{kg}{cm^2}$ = 0·0062 . 10^6 $\frac{\text{dyn}}{cm^2}$	2370 $\frac{\text{Joule}}{g}$	2490 $\frac{\text{Joule}}{g}$	9·13 $\frac{\text{Joule}}{g\ .\ \text{Grad}}$
100°	1·033 „ = 1·013 . 10^6 „	2510 „	2680 „	7·36 „
200°	15·890 „ = 15·582 . 10^6 „	2610 „	2810 „	6·48 „

II. Wärmetransport.

1. Wärmeleitung.

	Kalorisches Energiemaß	Mechanisches Energiemaß
Aluminium	0·48 $\frac{g\ \text{Kal.}}{\text{Grad}\ .\ cm\ .\ \text{sec}}$	2·01 $\frac{\text{Joule}}{\text{Grad}\ .\ cm\ .\ \text{sec}}$ = 2·01 $\frac{\text{Watt}}{\text{Grad}\ .\ cm}$
Quarz	0·0001 $\frac{g\text{-Kal.}}{\text{Grad}\ .\ cm\ .\ \text{sec}}$	0·4 $\frac{\text{Millijoule}}{\text{Grad}\ .\ cm\ .\ \text{sec}}$ = 0·4 $\frac{\text{Milliwatt}}{\text{Grad}\ .\ cm}$

2. Strahlungsenergie der Hefnerlampe.

Kalorisches Energiemaß	Mechanisches Energiemaß
0·0000215 $\frac{g\text{-Kal.}}{cm^2\ .\ \text{sec}}$	90·1 $\frac{\text{Mikrojoule}}{cm^2\ .\ \text{sec}}$ = 90·1 $\frac{\text{Mikrowatt}}{cm^2}$

3. Strahlungskoeffizient des schwarzen Körpers.

1·28 . 10^{-12} $\frac{g\text{-Kal.}}{\text{Grad}^4\ .\ cm^2\ .\ \text{sec}}$	0·0536 $\frac{\text{Mikrojoule}}{\text{Grad}^4\ .\ m\ .\ \text{sec}}$	= 0·0536 $\frac{\text{Mikrowatt}}{\text{Grad}^4\ .\ cm^2}$

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Statistik der englischen Elektrizitätswerke 1913. Die Zahl der in der letztjährigen Statistik enthaltenen Werke beträgt 592 (im Vorjahre 570), wovon 317 auf Werke ohne und 141 auf solche mit Bahnstromlieferung und eigener Stromerzeugung entfallen; außerdem gibt es noch 60 städtische Werke, welche von 16 Unternehmungen Strom im Großen beziehen und 58 reine Bahnwerke (hievon 15 für Vollbahnen).

Die Gesamtleistung der Werke beträgt 1·964 Millionen *kW* (ebenso groß wie in Deutschland mit 4040 Werken) und verteilt sich in folgender Weise:

	Zentralenleistung in *kW*				Zusammen
	Gesellschaftliche Werke		Städtische Werke		
	London	Provinz	London	Provinz	
Gleichstrom .	73.369	122.703	59.872	402.122	658.066
Wechsel- und Drehstrom .	27.235	32.687	15.834	171.414	247.170
Gemischtes System .	192.334	89.319	79.784	698.696	1,059.133
Zusammen .	292.938	243.709	155.490	1,272.232	1,964.963

Die Zunahme gegen das Vorjahr beträgt 245.000 *kW* und betrifft zum größten Teil die Anlagen mit gemischtem System, während der Rest sich auf die Gleichstrom- und Wechselstromanlagen gleichmäßig verteilt*).

(The Electr. Supplement, 30. 1. 1914.)

Statistik motorischer Betriebe in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Nach einer Mitteilung der „Electr. Review and Western Electrician" verteilt sich die Leistung der motorischen Anlagen in folgender Weise:

	Millionen *PS*
Fabriken und industrielle Anlagen	19·4
(davon Dampf 16·4 und Wasser 1·9 Millionen *PS*)	
Elektrizitätswerke für Licht und Kraft	7·7
(davon Dampf 5 Millionen *PS*, Wasser 2·6 Millionen *PS* und Gas 0·1 Millionen *PS*)	
Straßenbahnen	3·4
(davon mit Dampfzentralen 3·1 Millionen *PS*)	
Mit Dampflokomotiven betriebene Eisenbahnen	50
Schiffe	4
Bergwerke und Steinbrüche	5
Kunst- und Sägemühlen	1
Bewässerungsanlagen .	0·4
Automobile	22·5
Zusammen . . .	113·4

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Die Unterwasserfeuerung System Brünler. Jäger. Das neue Verfahren von O. Brünler besteht dem Wesen nach darin, daß flüssiger Brennstoff unter Preßluftwirkung in ein geschlossenes Wassergefäß unter das Niveau des Wasserspiegels eingeblasen und daselbst durch einen besonders konstruierten Brennerkopf mit voller Flammenentfaltung zur Verbrennung gebracht wird. Die sich hiebei bildenden Verbrennungsgase, welche der Hauptsache nach aus Kohlensäure und Stickstoff bestehen, werden gemischt mit dem Wasserdampf in einen besonderen Behälter eingeleitet, von wo sie als Treibgase einem Motor zugeführt werden. Der Apparat besteht aus dem eigentlichen Entwickler, in dem die Flamme unterhalb des Flüssigkeitsspiegels brennt, und einem mit diesem durch zwei Rohrstutzen verbundenen Sammler. Letzterer dient zur Aufspeicherung für den entstehenden Dampf und die aus der Verbrennung sich ergebenden Gase (Kohlensäure und Stickstoff). Der Sammler ist aus Flußeisenblechen, der Entwickler vorteilhaft aus Stahlguß.

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 257.

Digitized by Google

Als Brennstoff dient vorzugsweise Teeröl von rund 9000 WE, jedoch kann ebensowohl Generator-, Koks- oder ein anderes Gas unter Verwendung eines entsprechend gebauten Brennerkopfes benutzt werden. Das Teeröl fließt dem Brenner durch ein Mischventil zu, in das seitlich ein Stutzen für Preßluft einmündet. Durch ein Stellrad werden Luft und Brennstoff in dem für eine vollkommene Verbrennung erforderlichen Verhältnis gleichzeitig eingestellt. Bei der Inbetriebsetzung der Feuerung treten Teeröl und Preßluft vorerst in einen Hilfsvergaser, in welchem sich ein Glührohr befindet. Das fein zerstäubte Öl-Luftgemisch entzündet sich an dem Glührohr und setzt dasselbe in kurzer Zeit in helle Rotglut. Nun wird provisorisch in die Mündung des Hilfsvergasers eine Graphitscheibe eingesetzt, welche das Glührohr abschließt und die Verbrennungsgase zwingt, ihren Weg in das Innere des Brenners zu nehmen. Der Brenner, welcher gegabelt ist, besitzt im Innern eine Platte, welche nunmehr durch das einströmende Gas zum Glühen gebracht wird. Das eintretende Teeröl vergast an den hocherhitzten Teilen des Brenners, entzündet sich an der rotglühenden Platte und es bildet sich ein nach abwärts gerichteter Flammkegel an der unteren Mündung des Brenners. Nun wird mittels eines Ventils aus dem Sammelbehälter Wasser einströmen gelassen, bis es an den oberen Teil des Brenners gelangt, diesen von außen kühlend. Es gerät nun durch unmittelbare Übertragung der Wärme des Flammenkegels an das Wasser dieses in heftige Wallung. Die Verbrennungsgase, aus Kohlensäure und Stickstoff bestehend, treten mit dem entwickelten Dampf durch einen ober dem Brenner befindlichen Stutzen in den Sammler, und zwar oberhalb dem Wasserspiegel. Dabei werden große Mengen von Flüssigkeit mitgerissen, so daß ein lebhafter Umlauf zwischen Sammler und Entwickler stattfindet. Der ganze Apparat bleibt hiebei relativ kühl. Eine Gefahr kann auch bei Wassermangel nicht eintreten, da nur ein Zuschmelzen des Brenners stattfindet und hiedurch Luft- und Brennstoffzufuhr abgeschnitten wird. Der Dampfentwickler stellt daher hinsichtlich der Explosionsmöglichkeit gegenüber den üblichen Kesselsystemen einen wesentlichen Fortschritt dar. Auch eine Kesselsteinbildung soll nach den Angaben des Erfinders bisher im Sammler nicht beobachtet worden sein. Die Pressung der zuzuführenden Verbrennungsluft muß stets etwas höher gehalten werden, als die beabsichtigte Dampfgasspannung im Kessel.

Ein derartiger Apparat ist seit einiger Zeit im Betriebe der Firma Wesenfeld, Dicke & Co. in Dahl bei Langerfeld (Kreis Schwelm) in Verwendung und soll nach den bisher gewonnenen Betriebsergebnissen, einen vollen Erfolg des Systems bedeuten. Der Sammler des Apparates wird gleichzeitig hier zum Eindampfen von Wolfram-Natronlaugen benutzt. Nach den vorgenommenen Gasanalysen ist der Verbrennungsprozeß ein vollkommener und ist nach Angaben der Firma eine 20fache Verdampfung möglich. Als Treibgase werden die Gase zunächst auf 300 bis 350° C überhitzt und dann in ähnlicher Weise wie in Gas- oder Ölmotoren verwendet. Der Erfinder rechnet auf einen Verbrauch von rund 200 *g* Teeröl auf die *PS*/Std., so daß die Motoren den besten Ölmotoren gleichwertig zu erachten wären. Die Treibgase bestehen im Durchschnitt aus rund 70% Wasserdampf und 30% Gasgemisch.

Als weitere Vorzüge dieses Kesselsystems sind anzuführen: Außerordentlich rasche Betriebsbereitschaft, rasche Anpassung an wechselnde Betriebsverhältnisse, Steigerung der Leistungsfähigkeit, geringe Reparaturen, leichte Wartung. Für große Kraftzentralen, die sich in günstiger Lage der Kohlenbeschaffung befinden, würden solche Anlagen bei Vergasung des Brennstoffs mit Gewinnung der Nebenprodukte und Kompression des Gases als Brennstoff für Brünlerkessel, von der Preisgestaltung der flüssigen Brennstoffe vollkommen unabhängig gemacht werden.

Schließlich paßt sich auch das Brünlersche Kesselsystem den allgemeinen polizeilichen Bestimmungen verhältnismäßig gut an. (Z. f. Dampfkessel und Maschinenbetrieb, 9. 1. 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Drehstromkollektormotor mit Nebenschlußregulierung durch Bürstenverschiebung. H. K. Schrage beschreibt den von der Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget ausgeführten Motor, der eine von Netz über Schleifringe gespeiste Primärwicklung *P* und eine als geschlossene Gleichstromwicklung mit Kollektor ausgeführte Regulierwicklung *R* auf dem Rotor und eine Sekundärwicklung *S* am Stator besitzt, die mittels verstellbarer Bürsten an Wicklung *R* angeschlossen werden kann (Fig. 1). Die Bürsten *a* liegen auf einer, die Bürsten *b* auf einer zweiten Bürstenbrücke. Der Motor unterscheidet sich vorteilhaft von einem früheren Motor gleicher Art, bei dem die Primärwicklung am Stator lag und die sekundäre Gleichstromwicklung mittels Kontrollers an Anzapfpunkte der Regulierwicklung angeschlossen wurde. Stellt man bei dem neuen Motor die Bürsten so ein, daß die Spulen *S* kurzgeschlossen sind, so liegt ein gewöhnlicher Induktionsmotor vor. Verschiebt man die Bürsten so, daß die wirksamen Teile der Regelungswicklung mit den zugehörigen Statorwicklungen die gleiche Achsenrichtung haben, so erhält die Sekundärwicklung eine der, durch die Stellung der *a*–*b*-Bürsten bestimmten, Windungszahl der Regelungwicklung entsprechende Spannung; dadurch erhält man eine von der synchronen nach oben oder unten abweichende Tourenzahl. Während bei der alten Anordnung die Periodenzahl der Bürstenströme gleich der des Netzes ist, hat hier der Bürstenstrom die Schlupfperiodenzahl. Der Verfasser entwickelt die Gleichungen des Heyland-Kreises, die er durch Versuche bestätigt findet. Ein ausgeführter Motor soll 3·7 bis 11 *kW* bei 500 bis 1500 U. p. M. leisten, wobei die synchrone Drehzahl 1000 ist. Im übersynchronen Bereich ist der Leistungsfaktor sehr hoch, im untersynchronen ist er niedrig (0·65 bei 500 Touren). Man kann ihn verbessern, wenn man die eine Bürstenbrücke schneller verschiebt als die andere, so daß bei der niedrigsten Drehzahl eine Verschiebung der bei höchster Drehzahl zusammenfallenden Achsen gegeneinander auftritt. Bei dem neuen Motor mit Bürstenregelung ist die zwischen zwei benachbarten Lamellen induzierte Spannung bei allen Geschwindigkeiten konstant, bei dem früheren Motor ändert sie sich jedoch mit der Schlüpfung. Die Wendespannung ist beim neuen Motor viel kleiner, weil nur der halbe Strom zu kommutieren, die Windungszahl nur halb so groß und die Selbstinduktion der in verbreiterter Stelle der Nuten am Ankerumfang liegenden Regulierwicklung kleiner ist. Aus allen diesen Gründen ist die Kommutierung beim neuen Motor günstiger, insbesondere beim Anlauf und bei höchsten Tourenzahlen. Der Motor läßt sich überall dort anwenden, wo regelbare Gleichstromnebenschlußmotoren in Frage kommen.

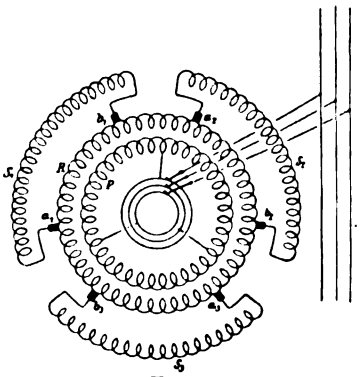


Fig. 1.

(E. T. Z. Heft 4, 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Über Schutzwiderstände. B. Bauer. Bei Freileitungen und Kabeln hoher Betriebsspannung ordnet man Verschaltwiderstände im Ölschalter an, durch welche eine ankommende Welle zum Teil reflektiert wird, zum Teil mit schwächerer Amplitude weiterwandert, also wird die sonst steile Wellenstirn der Überspannungswelle abgeflacht. Sind L_1 C_1 die kilometrische Selbstinduktion und Kapazität der Leitung vor dem durch Widerstand R gebildeten Reflexionspunkt, L_2. C_2 die Werte hinter diesem, soll die Spannung vom Wert E auf E_1 herabgesetzt werden, so ist

$$\frac{E_1}{E} = \frac{2\sqrt{\frac{L}{C_2}}}{R+\sqrt{\frac{L_1}{C_1}}+\sqrt{\frac{L_2}{C_2}}}.$$

Ist die Charakteristik der einen Leitung 500 Ohm, die der anderen 200 Ohm, so ist bei Verminderung des Spannungsstoßes auf ein Fünftel $R = 1300$ Ohm; der Wert von R ist also von der Betriebsspannung und Leistung unabhängig. Der Widerstand wird aus Karborundum hergestellt. Eine Verflachung der Welle kann auch durch eine Drosselspule oder einen Kondensator oder durch die Kombination beider erzielt werden, dann kann beim Ölschalter der Schutzwiderstand entfallen. Beim Einschalten eines Kabels kommt noch der Einschaltstromstoß $i_m = C_1.e.v.$ Amp. in Betracht, wo C_1 die Kapazität pro *km*, e die Spannung im Moment des Einschaltens und v die Fortpflanzungsgeschwindigkeit im Kabel bedeuten. Dieser Stromstoß, der den 60fachen Wert des normalen Leerlaufstromes annehmen kann, läßt sich durch Widerstände im Ölschalter vernichten, was aber nicht unbedingt der Fall sein muß. Bei den Siemens-Schuckert-Werken werden im Ölschalter Vorschaltwiderstände verwendet, wenn das Produkt Kabellänge in *km* und Betriebsspannung größer ist als 10^5.

Beim Einschalten großer Transformatoren tritt ein Stromstoß auf, der aus zwei Schwingungen besteht, einmal der von der Periodizität des Netzes und dann einer überlagerten aperiodischen, durch Widerstände oder Spulen abdämpfbaren Schwingung. Die Größe des Widerstandes berechnet man nach Yensen aus dem Quotienten der halben Klemmenspannung und dem Vollaststrom. Aus den Berechnungen des Verfassers zieht dieser den Schluß, daß man bei Schaltern bis 35.000 *V* Betriebsspannung mit 2500 Ohm pro Phase, bei höherer Spannung mit 1500 Ohm, das

Digitized by Google

Auslangen findet. Das überspannungslose Einschalten großer Induktionsmotoren kann auch nach der Praxis von Brown, Boveri Cie. durch zum Motor parallel gelegte Kondensatoren (Freiburg) erfolgen.

Der Verfasser behandelt die Schaltvorgänge im Ölschalter, indem er den Begriff der inneren Schalterspannung e_i aufstellt, welche nach dem Trennen der Kontakte unter Öl zwischen diesen auftritt. Ist diese größer als die zur Zündung eines Lichbogens zwischen Kupferelektroden nötige Zündspannung, so geht dann der Abschaltvorgang unter Lichtbogenerscheinung vor sich. Ist w_a der äußere Widerstand, der den Strom i führt, so herrscht nach Öffnen des Schalters die Beziehung $E \sin \omega t = i \cdot w_a + e_i$. Über den Wert der Elektrodenspannung e_i gibt das Ayrtonsche Gesetz für Gleichstrombögen Aufschluß: $e_i = g + a s + \frac{\gamma + \delta s}{i}$, wo s die Bogenlänge, i der Strom und die anderen Größen Konstante sind; man setzt ferner $s = a t$, also die Elektrodenentfernung wächst proportional mit der Zeit. Der Verfasser erhält dadurch einen Ausdruck für den Abschaltstrom i, der aus der Grundwelle $\frac{E \sin \omega t - (g + a \alpha t)}{2 W_a}$ und der Zusatzwelle

$$\left\{ [E \sin \omega t - (g + a \alpha t)]^2 - 4 W_a (\gamma + a \delta t) \right\}^{1/2} \cdot \frac{1}{2 W_a}$$

besteht.

Für eine gegebene Schaltleistung ergibt sich aus der Theorie für den Abschaltvorgang charakteristisch der Verlauf der beiden Geraden $\pm \frac{g + a \alpha t}{2 W_a}$ und $\pm \frac{\gamma + a \delta t}{W_a}$. Für $t = 0$, also beim Beginn sind $\frac{g}{2 W_a}$ und $\frac{\gamma}{W_a}$ die Abschnitte der Geraden auf der Ordinate. Damit der Abschaltvorgang rasch verläuft müssen die Geraden in Kurven übergehen, die erst sanft, dann nach erfolgtem Abreißen des Bogens rasch ansteigen, damit sich der Bogen nicht wieder bilden kann. Dies kann man erreichen, wenn man die Abschaltung immer schneller macht, also keine Proportionalität des Elektrodenabstandes mit der Zeit zuläßt, oder den äußeren Widerstand W_a durch einen Vorschaltwiderstand vergrößert, wodurch nicht nur der Wert von i herabgesetzt wird, sondern der ganze Vorgang rascher abklingt. Ist $\frac{\gamma}{W_a} > \frac{(E - g)^2}{4 W_a^2}$, so ist die Zeitdauer des ersten Lichtbogens gleich Null, also hat der Widerstand darauf Einfluß. Aus obiger Vergleichung ergibt sich die Beziehung $E J_a \leqq 2 \gamma$, das heißt, γ ist eine Konstante, die gleich ist der halben Leistung, welche der Schalter funkenlos unterbricht.

Beim Abschalten von induktiven oder kapazitiven Belastungen ist der Bereich, innerhalb dessen der Bogen stehen bleiben kann, größer; er kann durch Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit verkleinert werden. Schaltet man einen Widerstand in Reihe, so wird wohl die Abschaltleistung vermindert, die Zeitdauer des Abschaltens ist aber davon unbeeinflußt. Um den Abschaltvorgang in der Zeitdauer beliebig zu beschränken, soll man den Vorschaltwiderstand parallel schalten.

Der Verfasser regt an, durch Versuche die Größe der Koeffizienten der Ayrtonschen Formel bei Bögen unter Öl festzustellen. (Bulletin Schw. E. V., Jänner 1914.)

Elektrische Beleuchtung.

Lichtmessungen an Moore-Lampen. J. Bujes untersucht, ob die für Glühlampen von der Lichtkommission des Verbandes Deutscher Elektrotechniker erlassene Bezeichnungsweise der Lichtstärke und Meßvorschriften auch auf das Moore-Licht übertragen werden kann. Die Polarkurve einer Glühlampe ist ein Kreis

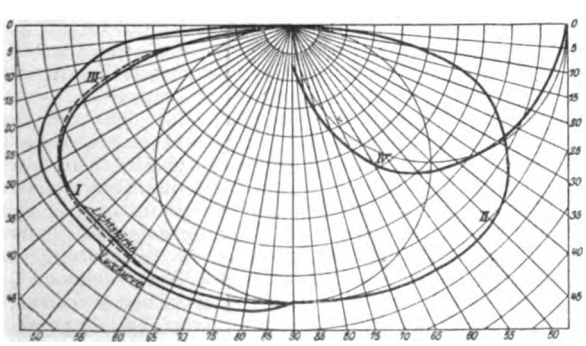


Fig. 2.

(Kurve IV in Fig. 2), die Lichtstärke ist unter 90° Null und unter 0° ein Maximum, die mittlere hemispherische Lichtstärke ist 79% der mittleren Horizontalen. Für diese Lichtquelle gilt eben das Lambertsche Gesetz, nachdem die von einem Flächenelement ausgestrahlte Lichtmenge dem cos des Winkels proportional ist, unter dem die Ausstrahlung erfolgt.

Dieses Gesetz gilt aber nicht für Oberflächenlichtquellen, wie die Moore-Lampe. Wenn man von dem Leuchtrohr durch Verdeckung mit einem schwarzen Tuch einen Ring von 1 *cm* Breite frei läßt, so kann man dieses Element als leuchtenden Punkt auffassen und die Lichtausstrahlungskurve feststellen. Solche Messungen unter verschiedenen Winkeln zur Achse des Rohres hat der Verfasser an einer Mooreanlage mit 44 *mm* Rohr im Durchmesser und 1·5 *mm* Wandstärke angestellt und dabei die Lichtverteilungskurven *I* und *II* erhalten, je nachdem das Rohr durch schwarzes Papier von dessen Wänden Licht durch den Spalt zurückgeworfen wurde oder durch Tuch abgedeckt war. Kurve *III* gibt den Mittelwert. Durch Rechnung ermittelt man $J \frown = J \smile = J \bigcirc$ zu 0·99 gegen 0·79 bei der Glühlampe.

Bis zirka 40° von der Normalen aus bleibt also die Lichtstärke konstant, von dort fällt sie allmählich auf Null, dort spielt die Absorption von Glasrohr und Gas eine Rolle und der theoretisch sich ergebende Kreis wird deformiert. Man hat es also mit einem Volumenleuchten zu tun. Auch die von Norden*) aufgestellten Formeln für die Lichtstärke von langgestreckten Leuchtkörpern (Glühfadenröhrenlampe) sind hier nicht anzuwenden.

Der Verfasser stellt einen Vergleich zwischen der Bodenhelligkeit der Glühlampen in horizontaler Anordnung und dem Moore-Licht an, wobei ein im Quadrat von 10 *m* Seitenlänge gebogenes Rohr, das pro *cm* 0·5 *HK* ausstrahlt, verglichen wird mit 100 *HK* Metallfadenlampen, die alle 2 *m* Moorelichtrohr aufgehängt sind. Die Rechnungen und Messungen ergaben 570.312 Lux für das Moore-Licht und 479.083 Lux für die Glühlampen. Glühlampen brauchen 1·1 *W* pro *HK*, Moorelampen 1·5 *W*. Mithin brauchen erstere um $\frac{1{\cdot}1}{1{\cdot}5} \cdot \frac{570312}{479083} = 87{\cdot}2\%$ weniger Energie als Moore-Lampen.

Die Versuche zeigen ferner, daß mit steigender Höhe die Beleuchtung zugunsten des Moore-Lichtes ausfällt, weil sie dort viel weniger abnimmt als bei vertikalen Glühlampen. Was die Wirtschaftlichkeit des Moore-Lichtes im Vergleich mit vertikalen Lampen anlangt, so ist zu beachten, daß die von ersterem erzeugte Beleuchtung doppelt so groß ist als die von letzteren hervorgebrachte. Der spezifische Verbrauch der vertikal hängenden Lampen ist um 41·2% höher als der vom Moore-Licht.

(E. T. Z. Heft 3, 1914.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Gleichstromzugförderung mit Selbstregelung, Stromrückgewinnung und widerstandslosem Anlassen. M. Legouez. Das S. T. A. R.-Stromsystem der Jeumont Co. wurde an einem mit zwei Motoren zu 175 *PS* ausgerüsteten Motorwagen der Metropolitain in Paris zuerst erprobt. Die Regulierung der Motoren M_1 M_2 erfolgt, wie in Fig. 3 ersichtlich, mittelbar durch ein Boosler-Aggregat (Zusatzmaschinensatz), welches aus einer mit Compounderregung D_1 D_2 versehenen Dynamo F_2 für konstante Geschwindigkeit und einer Zusatzmaschine F_1 an der gleichen Welle besteht; die letztere wird durch eine Nebenschlußwicklung E und einer nach Bedarf vom Netzstrom durchflossenen Zusatzwicklung H (mittels des geerdeten Umschalters 2) erregt, während der Anker dieser Maschine zwischen Motor (bezw. Erde) und die Fahrleitung eingeschaltet ist.

Beim Anfahren wird zunächst der Umschalter 2 der Zusatzwicklung H so gestellt, daß die EMK in F_1 dieselbe Richtung hat wie im Netz, jener der Erregung E aber entgegengesetzt ist. Hat die Gruppe F_1 F_2 ihre volle Geschwindigkeit erreicht, so wird Schalter 3 geschlossen. Die Maschine F_1 nimmt jetzt Strom aus dem Netz auf, während F_2 als Dynamo arbeitet; die Zusatzmaschine F_1 wirkt dann als Motor spannungserniedrigend.

Die beiden Wagenmotoren M_1 M_2 sind bei kleiner Gegen-EMK in der Anfahrstellung vom Strom der Zusatzmaschine durchflossen; steigt die Gegen-EMK der Hauptmotoren, so wird

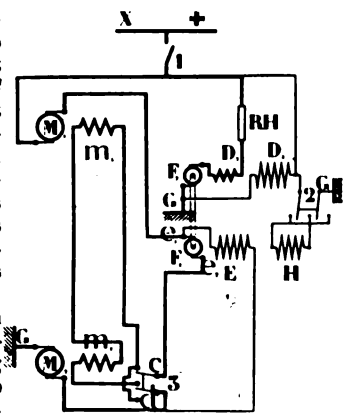


Fig. 3.

*) E. u. M. 1913, Seite 373.

Digitized by Google

die Klemmenspannung bei $e_1 d$ abnehmen; da diese Klemmenspannung gleich ist jener, welche durch die Wicklungen E und H im Booster F_1 induziert ist, so bleibt die Stromstärke in F_1. M_1 und M_2 konstant. Wird die Klemmenspannung $e_1 d$ Null, so hat die Wirkung des Aggregats $F_1 F_2$ aufgehört und die Motoren $M_1 M_2$ arbeiten in reiner Serienparallelschaltung. Bleibt jedoch die Gruppe $F_1 F_2$ bei voller Motorspannung auch weiter eingeschaltet, so wird der Sinn der Klemmenspannung $e_1 d$ umgekehrt und F_1 wirkt als Generator spannungserhöhend; die beiden Motoren $M_1 M_2$ können dann parallel ans Netz geschaltet werden. Durch Umschalten von 2 und 3 wird die Erregung von F_1 umgekehrt nnd es arbeiten die beiden Motoren $M_1 M_2$ als Generatoren ins Netz zurück; da jedoch infolge der induktiven Wirkung der Nebenschlußwicklungen bei der Stromumkehrung ein Stromstoß entstehen würde, wird an der Welle des Booster-Aggregats noch eine kleine Hilfserregermaschine angebracht, welche im Nebenschluß zu den Hauptmotoren angeordnet ist und mit zwei Erregerwicklungen versehen ist, von denen eine an die Klemmen von F_1, die andere bei konstanter Erregung in den Hauptstromkreis eingeschaltet ist.

Das Zusatzaggregat wiegt 1850 *kg* und erhöht das Zugsgewicht nur um 3%. Bei den Probefahrten konnte eine Stromersparnis von 20% (12 *kWh* pro Zug) im Vergleich mit dem reinen Serienparallelbetriebe erzielt werden.

(Soc. Intern. Electr., Dez. 1913.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Funkenstationen der britischen Postverwaltung. Die Postverwaltung hat eine Anzahl von Küstenstationen nach dem Marconi-System neu ausrüsten lassen, worüber wir in „Wireless World" das Folgende lesen:

Die Sendeeinrichtung der Station Fishguard zeigt Fig. 4. Die Wechselstromquelle G von 3 *kW*, 200 bis 400 *V* ist über die Drossel J_1 an die Primäre des Hochspannungstransformators angelegt dessen Sekundäre durch die beiden eisenlosen Drosseln J_2 an die Funkenscheibe D mit 12 Funkenkugeln angelegt ist. An die Scheibe sind zwei Sendekreise, einer für 600, der zweite für 300 *m*

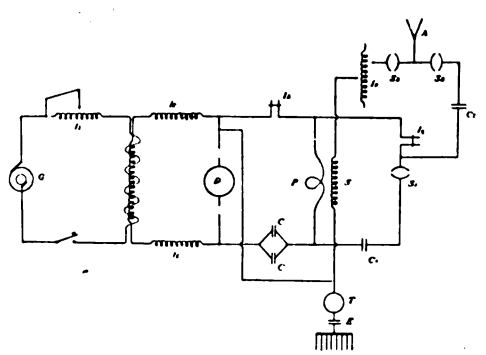


Fig. 4.

lange Wellen angeschlossen. Der erstere besteht aus den Kondensatoren C C_1 der Primären des Schwingungstransformators und der Selbstinduktion J_3; die Sekundäre S liegt über ein Thermogalvanometer T, eine Schutzfunkenstrecke E an Erde und bei geschlossenem Schalter S_3 über die variable Induktion J_3 an der Antenne A. Schließt man die Schalter S_1 S_2, so ist der Schwingungskreis für 300 *m* lange Wellen eingeschaltet und galvanisch mit der Antenne A gekuppelt.

Fig. 5 zeigt die Empfangsschaltung. Durch den Umschalter B kann entweder der magnetische Detektor D (zum Abstimmen) oder der Kristalldetektor G eingeschaltet werden. C ist das Telephon mit dem Translator F, E ist der Lufttransformator. Der Mast ist 45 *m* hoch, die Erde wird aus 240 galvanisierten Eisenplatten gebildet,

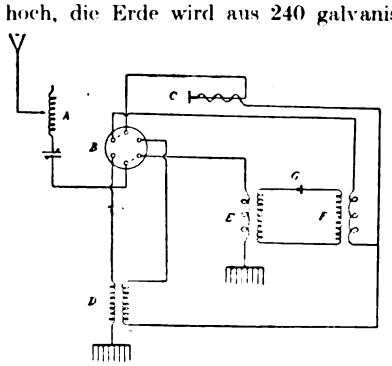


Fig. 5.

75 × 150 *cm*, die senkrecht in den Boden in zwei Halbkreisen von 6 *m* Radius eingetrieben sind. An jede Platte sind drei Drähte angelötet, von je zwei Platten führt ein Draht zu einem 3 *m* hohen Mastisolator, an den alle Enddrähte angebunden werden; von dort führt ein Draht zur Schutzfunkenstrecke in der Zentrale.

Die Station St. Just ist ebenso eingerichtet, nur ist die Leistung auf 5 *kW* vergrößert, die Antenne für 600 *m* ist dreieckig mit der Spitze nach unten. Jede Seite ist aus sechs Drähten gebildet und mit der oberen Spitze 60 *m* hoch isoliert am Mast befestigt. Die Antenne für 300 *m* besteht aus zwei parallelen Drähten, 48 *m* lang.

Während bei der ersten Station der Strom einer Zentrale entnommen wird, ist in St. Just ein 10 *PS*-Explosionsmotor für 800 minutl. Touren mit Magnetzündung in direkter Kupplung mit einer 5 *kW*, 100 bis 140 *V*-Gleichstromdynamo aufgestellt, zur Ladung einer Batterie von 52 Zellen für 378 *A*/Std. Kapazität bei neunstündiger Entladezeit. Von dieser aus wird ein Compoundmotor zum Antrieb des 5 *kW*-Generators und Scheibenentladers gespeist, der 300 *V* bei 200 ∼ gibt.

In nächster Zeit werden die Stationen North Foreland, Niton, Lizard (St. Just), Rosslare (Fishguard), Malin Head und Valencia neu gebaut oder umgebaut.

Drahtlose Telephonie nach dem Löschfunkensystem*). W. T. Ditcham. Die bisherigen Versuche haben gezeigt, daß zur Erzeugung der erforderlichen Wellenlängen von wenigstens 600 *m* und einer konstantbleibenden Frequenz und Leistung die Löschfunkenstrecke am geeignetsten erscheint. Bei Verwendung einer Entladestrecke, mit mehreren in Reihe geschalteten Funkenstrecken in Verbindung mit einem parallelgeschalteten Schwingungskreis, können in fester Kupplung mit der Antenne sehr regelmäßige Wellenzüge von hoher Frequenz und konstanter Stromstärke erzeugt werden.

Die geeigneteste Form des Funkenentladers besteht aus mehreren parallel angeordneten Aluminiumscheiben an der Kathode und in einer Wasserstoffatmosphäre eingehüllten (unteren) Kupferscheibenanoden. Als Mikrophon empfiehlt sich am besten das von Berliner angegebene Mehrfachmikrophon. Als Detektor zeigte sich der Silizium-Arsen-Kristalldektor von Pickard recht geeignet.

Die Versuche wurden zunächst auf 50 *k n* Distanz zwischen Letchword und Northampton durchgeführt und dann auf 150 *k n* Entfernung ausgedehnt. Die Luftleiter jeder Station waren in 40 *m* Höhe und 60 *m* Abstand zwischen zwei Masten angeordnet, bei einer Wellenlänge von 460 bis 550 *m*; die Energie wurde von einem Gleichstromumformer von 2 *kW* bei 1000 bis 2000 *V*, welcher mit der Hochfrequenzentladestrecke in Reihe geschaltet war, geliefert.

Die Station Letchword ist mit einem Alarmapparat versehen, welcher aus einem Brownschen Relais in Verbindung mit dem Pickardschen Detektor besteht; das Signal wird mittels eines Tonsenders abgegeben. Mit dieser Einrichtung konnte auf 112 *k n* Entfernung über Land telegraphiert werden; der Apparat soll durch einen selektiven Alarmapparat ersetzt werden. Weitere Versuche wurden auch mit einer in gleicher Weise ausgerüsteten fahrbaren Station ausgeführt, welche mit zusamenlegbaren 20 *m* hohen Teleskopmasten ausgerüstet war.

(The Electr., 9. 1. 1914.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Elektroosmotische Reinigung in der keramischen Industrie. M. A. Meyer. Um Ton von schweren Bestandteilen und Sand zu trennen, benutzte man bisher die Schlämmarbeit mit nachfolgendem Absetzen des Tonschlammes. Die Entwässerung des Tonschlammes erfolgt zumeist in Filterpressen, welche Arbeit jedoch um so schwieriger ist als die behandelten Tone heller sind. Außerdem kann durch die erwähnten Operationen der Ton von den feinsten Sandkörnern gar nicht befreit werden. Der elektroosmotische Prozeß von Graf Schwerin liefert hingegen bei sehr geringem Wasserverbrauch Tone von größtmöglicher Reinheit, die sich zudem durch besonders hohe Plastizität und Feuerbeständigkeit auszeichnen. Der erwähnte Prozeß beruht auf der Ausnutzung der Wirkung elektrischen Gleichstromes auf Kolloide und feinverteilte Körper in Gegenwart eines flüssigen Mediums, wobei sich der Ton an der Anode absetzt. Der Gleichstrom gestattet außerdem eine viel vollkommenere Entwässerung der tonigen Substanz als es mit mechanischen Operationen möglich ist. Der von groben Verunreinigungen befreite Tonschlamm gelangt in die Osmosemaschine, wobei seine Konsistenz und Zuflußgeschwindigkeit der Beschaffenheit der Tonsubstanz angepaßt sein müssen. In der Osmosemaschine bewegt sich der Ton an der Kathode vorbei zur zylindrischen Anode, von welcher er mittels Abstreifers abgelöst und durch ein endloses Band weiter transportiert wird. Die Saalton-Werke in Leipzig waren die ersten, die den neuen Prozeß mit Erfolg eingeführt haben. Die elektroosmotische Reinigung ermöglicht die Ausbeutung von Tongruben, die bisher wegen Unreinheit des Tones unbenutzt waren. Die Ausnutzung des Prozesses in den keramischen Werken erfordert fünfmal weniger Platz und viel kleineres Personal als die gewöhnlichen mechanischen Reinigungsverfahren.

(Revue Industrielle Heft 5, 1914.)

*) Vergl. E. u. M. 1911, Seite 429, 357.

Digitized by Google

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Über Elektrostahlformguß. F. T. Snyder hielt vor der „American Foundrymen's Association" einen Vortrag über die Verwendung des elektrischen Ofens in Stahlformgießereien. Der Elektroofen hat sich deswegen so schnell verbreitet, weil in ihm Stahl in kleinen Mengen zu geringeren Selbstkosten geschmolzen werden kann als im Herdofen oder im Kleinkonverter. Hiebei liefert der Elektroofen eine viel bessere Qualität als der Herdofen. Die Festigkeit von Elektrostahl ist um 3·5 bis 4·2 *kg* pro mm^2 höher als die von Martinstahl mit gleichem Kohlenstoffgehalte. Der unterbrochene Betrieb eines Elektroofens stellt sich billiger als der eines Martinofens oder Tiegelofens, da er während der Zeit des Stillstandes nicht geheizt und beaufsichtigt werden muß. Ungefähre Kosten einer Tonne flüssigen Elektrostahls im Mittelwesten der Vereinigten Staaten betragen bei zwölf täglichen Betriebsstunden und 4 bezw. 12 *t* täglicher Erzeugung 106 bezw. 87·50 Mark.

Da der Elektrostahl sehr heiß erschmolzen werden kann, können sehr dünne Stücke gegossen werden. Die Schwindung ist infolge der größeren Dichtigkeit allerdings etwas größer als bei Bessemer- oder Tiegelstahl; man wird darum mit einem größeren Schwindmaß arbeiten müssen. Besonders geeignet ist der Elektroofen für die Herstellung von legiertem Guß. Die Verwendung von kaltem Schrott als Einsatz ist in kleinen Gießereien im allgemeinen billiger als die von geschmolzenem Gußeisen. Dem Wärmeinhalt des geschmolzenen Gußeisens stehen nämlich eine Menge Mehrausgaben gegenüber. Außerdem bedingt flüssiges Gußeisen einen größeren Abbrand und hat es gewöhnlich viel Phosphor und Schwefel.

Anschließend an die Wiedergabe des Vortrags bemerkt A. Ziegler, sich mit den Betriebskostenberechnungen des Vortragenden nicht ganz einverstanden erklären zu können. Besonders entspricht jener Teil der Ausführungen, der sich mit der Verwendung von geschmolzenem Gußeisen befaßt, nicht den Erfahrungen, die man in Europa gemacht hat. Ein Abbrand von 7·5% beim Roheisenfrischen (wie in Snyder einsetzt) ist ein Unding. Die Herstellung von gutem Elektrostahl aus Roheisen ist nicht schwieriger als aus Schrotteinsatz. Die Stahlerzeugung kann mit flüssigem Roheiseneinsatz leicht um 30% gesteigert werden und auch der Stromverbrauch ist um etwa 30% niedriger, so daß dadurch und durch den ganz erheblichen Zubrand die Verwendung von flüssigem Gußeisen als Einsatz unter Umständen ein billigeres Arbeiten ermöglicht als bei reinem Schrotteinsatz. (Die Gießerei Heft 1, 1914.)

Ein neuer elektrischer Ofen für hohe Temperaturen. E. F. Northrup konstruierte für seine Untersuchungen über die elektrische Leitfähigkeit verschiedener Stoffe einen Ofen, der in einem rohrförmigen Raume von etwa 30 *cm* Länge und 5 *cm* Durchmesser eine sehr gleichmäßige Temperatur erzeugt und durch viele Stunden Temperaturen über dem Schmelzpunkt des Platins verträgt. Hiebei entwickelt die heiße Zone eine reine Kohlenoxydatmosphäre. Als Material für das Heizelement kommt nur reiner Acheson-Graphit in Betracht, dessen Widerstand sich mit der Temperatur nur sehr wenig ändert. Im kalten Zustande hat der Ofen einen Widerstand von 0·14 Ω. Dieses Resultat ist durch die besondere Art, in der das Graphitrohr geschnitten ist, erreicht worden. Außerdem sind die Schnitte derart ausgeführt, daß die äußeren Rohrenden genau soviel Wärme erzeugen, wie der Mittelteil, so daß auf der ganzen Länge des rohrförmigen Raumes eine gleichmäßige Temperatur erzeugt wird. Zum Schutz vor Oxydation ist das Graphitrohr in einen Mantel aus feuerfestem Ton eingesetzt und in einem luftdichten Gehäuse aus Monelmetall eingeschlossen. Die Kohlenoxydatmosphäre wird durch Graphit entwickelt, welcher keinen Bestandteil des Widerstandes bildet. Der Ofen hat eine vertikale Lage, wobei die Klemmen am oberen Ende des Rohres hervorragen. Sie sind von Metallkappen bedeckt, die rasch und leicht abgenommen werden können. Die benutzten feuerfesten Stoffe vertragen eine Temperatur von über 1800° C. Der Ofen ist derart konstruiert, daß das Heizelement in weniger als fünf Minuten aus dem Gehäuse herausgenommen und durch ein neues ersetzt werden kann. Der Ofen wird mit Gleich- oder Wechselstrom betrieben und erfordert maximal 170 *A* und 23 *V*. Hiebei ist es vorteilhaft, den Ofen an einen 4 *kW*-Transformator anzuschließen. Die Regulierung der Temperatur erfolgt dann durch Regulierung der zugeführten Energiemenge. So entwickelt sich die gesamte Wärmemenge im Ofen selbst, statt im Rheostat. Ein und dasselbe Heizelement kann 40 bis 50 mal benutzt werden. Alle anderen Ofenbestandteile sind praktisch unverwüstlich. Die Wärmeisolierung im Ofen ist derart vollkommen, daß die Außenseite des Ofengehäuses, bei der Temperatur des Ofens von 1750° C, 200° C nicht übersteigt. (Metallurg. Chem. Eng. Heft 1, 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Die Elektrizitätsleitung im extremen Vakuum. J. E. Lilienfeld, Leipzig, hat bereits auf Grund früherer Versuche gezeigt, daß in hinreichender Entfernung von den Elektroden im höchsten erreichbaren Vakuum ein Entladungsgebilde mit linearer Potentialverteilung längs der Entladungsachse auftritt. Dieses Gebilde ist in bezug auf den Leitungsvorgang der positiven Lichtsäule bei höherer Gasdichte analog und dadurch charakterisiert, daß das Potentialgefälle längs der Entladungsbahn mit sinkender Gasdichte wächst, sobald diese unter einer bestimmten Grenze liegt. Die Zunahme des Gefälles ist nicht unbegrenzt, sondern strebt einem Grenzwerte zu. Die Entladungscharakteristik ist in diesem Falle unabhängig vom Röhrenquerschnitt; das Potentialgefälle wird allein durch die Stromdichte bedingt und wächst mit ihrer Zunahme. Die neuen Versuche, die Lilienfeld unternommen hat, bezwecken die Erweiterung der Gültigkeitsgrenzen der angegebenen Gesetzmäßigkeiten. Es wurde zunächst festgestellt, daß alle auf Verbesserung des Vakuums abzielenden Maßnahmen nichts an den gewonnenen Resultaten ändern. Ferner wurde die bisher verwendete Wehneltsche Oxydkathode durch einen glühenden Tantaldraht ersetzt, welcher Versuch ebenfalls zu einer neuerlichen Bestätigung der gefundenen Gesetze führte und zeigte, daß die Glühkathode selbst im höchsten Vakuum kein Gas abgibt. Schließlich wurde durch ein besonderes Hochvakuumventil die Diffusionsgeschwindigkeit der Gasreste aus der Röhre in das zur Vakuumregulierung vorhandene Kohlegefäß variiert, wobei wiederum alle Ergebnisse völlig unverändert bestehen blieben. Auf Grund der Versuche gelangt Lilienfeld zu der Annahme, daß die Konstante k in der Gleichung $i = k \cdot v^3$ (i Stromdichte, v Potentialgefälle) mit dem Energieumsatz zusammenhängt, der zur Aufrechterhaltung eines in der ersten Größenordnung von der Gasdichte unabhängigen Dissoziationszustandes im extremen Vakuum notwendig ist. Der Energieumsatz wird größer sein müssen, wenn durch Kühlung der Röhrenwände dem Entladungsraum Energie in Wärmeform entzogen wird. Es wird also das Potentialgefälle bei gegebener Stromdichte auch eine Funktion des Temperaturgefälles senkrecht zur Rohrwand sein, und zwar wird es bei Kühlung steigen. Die Versuche bestätigen diesen Schluß. Quer zur Achse ist die Verteilung der Stromdichte homogen. (Ann. d. Phys. Nr. 1, 1914.)

Strahlungslehre.

Über Ionisation durch positive Ionen. E. v. Bahr und J. Frank, Berlin. Aus den Untersuchungen über α-Strahlen und Kanalstrahlen ist bekannt, daß die positiven Ionen bei hohen Geschwindigkeiten kräftig zu ionisieren vermögen; im übrigen ist die Kenntnis der Ionisationsvorgänge beim Stoß positiver Ionen weit weniger fortgeschritten, als die der Wirkungen des Elektronenstoßes. Bei den kleineren Geschwindigkeiten können nur indirekte Schlüsse aus dem Verhalten der Entladung gezogen werden und man weiß, daß die positiven Ionen bis zu Geschwindigkeiten von mehreren 100 *V* weit schwächer ionisieren als die Elektronen. Ob jedoch bei den positiven Ionen eine Ionisierungsspannung vorhanden ist, das heißt ob eine die Ionisierungsfähigkeit nach unten begrenzende Minimalgeschwindigkeit besteht, wie dies mit großer Schärfe bei den Elektronen der Fall ist, wurde bisher nicht festgestellt. Die Literaturangaben schwanken sehr bedeutend; manchmal wird die Ionisierungsspannung dem Kathodenfall gleichgesetzt, so daß sie einige 100 *V* betrüge, an anderen Stellen werden wieder Ionisierungsspannungen von 20 *V* berechnet, so aus dem mittleren Geschwindigkeitsverlust der α-Strahlen bei der Bildung eines Ionenpaares. Es wurden daher neue Versuche unternommen, welche zunächst zeigten, daß die positiven Ionen in der Tat viel schwächer ionisieren als die Elektronen. Eine definierte Ionisierungsspannung der positiven Ionen konnte nicht nachgewiesen werden. Ist eine solche vorhanden, so muß sie in Luft und Wasserstoff unter 6 *V* liegen, also geringer sein als die der Elektronen.

Dieses Ergebnis ist theoretisch sehr merkwürdig, da nachgewiesen ist, daß nur ein Bruchteil der translatorischen Energie der Ionen zur Ionisation verwendet werden kann. Definiert man die Ionisierungsarbeit als das Produkt aus der Ionisierungsspannung der Ionen und ihrer Ladung, so muß man, da diese Arbeit auch bei der Ionisation durch positive Ionen geleistet werden muß, annehmen, daß die Energie noch anderen Quellen als der kinetischen Energie der Ionen entstammt, etwa Wärmetönungen durch chemische Prozesse. Solche können sehr wohl für Ionisationen ausgenutzt werden, wie Untersuchungen von Stober und Jost zeigten, und liefern auch recht beträchtliche Energiemengen.

Eine zweite Erklärungsweise basiert auf der Sommerfeldschen Auffassung der Ionisierung, derzufolge das Produkt aus

Digitized by Google

der Ionisierungsspannung und der Ladung der Elektronen die kleinste Energie darstellt, die ein Elektron an das Molekül abzugeben vermag. Die wirkliche Ionisierungsarbeit müßte demnach nur die Bedingung erfüllen, kleiner zu sein als dieser Betrag. Da die Energieübertragung der positiven Ionen nicht dieselbe Größe hat wie die der Elektronen, so erscheint die Sommerfeldsche Theorie für den vorliegenden Fall zureichend.

(Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 1, 1914.)

Chronik.

Diffusion der Beleuchtung. In der 4. Mitgliederversammlung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft berichtet Dr. Noorden, Berlin, über seine Untersuchungen, die darauf abzielen, den Begriff der „Diffusion eines Beleuchtungssystems" der Berechnung zugänglich zu machen. Unter diffuser Beleuchtung wird häufig nur totalindirekte Beleuchtung verstanden, aber bei dieser engen Definition gelangt man nicht zum Verständnis der halbindirekten Beleuchtung, deren direkte und indirekte Komponente alsdann inkommensurabel erscheinen müssen. Erst die Anschauung, daß direkte unterteilte Beleuchtung ebenfalls „Diffusion" besitzt, die sich nicht dem Wesen nach, sondern nur quantitativ (dem Grade nach) von der Diffusion indirekter Beleuchtung unterscheidet, ermöglicht die Lösung des Problems. Das gemeinsame Kriterium jeder Diffusion ist die Aufhellung der Schatten. Sie kann als Maß der Diffusion dienen. Ist nur eine einzige Lichtquelle vorhanden, so entsteht bei deren Abblendung Totalschatten, das heißt die Aufhellung ist = 0, ebenso wie die Diffusion. Indirekte, das ist schattenlose Beleuchtung, erzeugt gar keinen Schatten, bezw. 100%ige Aufhellung; die Diffusion ist dann = 1. Für alle Kombinationen direkter Lichtquellen nach Anzahl nnd Intensität, mit oder ohne Anteil zerstreuter Beleuchtung, ist der Wert der Diffusion ein echter Bruch. Der Vortragende leitet alsdann auf einem neuen Wege die schon in seiner Arbeit über die „Schattenbildung und ihre Berechnung"*) niedergelegten Ergebnisse ab. Die Diffusion eines Systems ist hiedurch in erster Annäherung darzustellen durch die Formel

$$D = 1 - \sum_1^n \frac{k^2}{E^2},$$

worin k eine beliebige direkte (also abblendbare) Teilbeleuchtung, E die Summe der sämtlichen Teilbeleuchtungen (direkter und indirekter) darstellt. Versteht man unter k und E „mittlere" Beleuchtungen, so ist die Formel auch anwendbar auf die mittlere Diffusion von Flächen. Diese Formel wird vom Vortragenden für die drei Fälle der direkten gleichmäßig unterteilten, direkten, beliebig (ungleich) unterteilten, und teilindirekten Beleuchtung an Hand von Kurvendarstellungen diskutiert, und Gesetze abgeleitet.

Um die Ergebnisse dieser Theorie für die Praxis nutzbar zu machen, stellt der Vortragende die Forderung auf, daß Normen für die Diffusion in praktischen Anlagen jeder Art aufgestellt werden sollten. Ebenso, wie bereits eine Tabelle für die erforderliche horizontale Beleuchtungsstärke in Wohnzimmern, Werkstätten, Bureaux, Zeichensälen existiert, muß auch als Hilfsmittel für den projektierenden Beleuchtungs-Ingenieur eine Tabelle für die Werte der horizontalen Diffusion aufgestellt werden, die in solchen Räumen herrschen soll. Vortragender verspricht sich davon eine Verfeinerung der Beleuchtungstechnik, da nicht nur die erzielte Beleuchtungsstärke, sondern auch noch andere Qualitäten des Lichtes für die Beurteilung einer Beleuchtungsanlage maßgebend sind.

In der Diskussion weist Herr Martens darauf hin, daß es nicht angängig sei, die mit direktem unterteilten Licht erzeugte Diffusion der durch indirektes oder teilindirektes Licht erzeugten gleichzustellen. Auch wenn sie in bezug auf Schattenbildung und Aufhellung gleichwertig seien, mache doch die Blendung des Auges durch die direkten Lichtquellen einen Unterschied zwischen beiden Beleuchtungsarten.

Der Vortragende erwidert, daß die Diffusion nur eine Eigenschaft einer Beleuchtungsanlage sei, und keineswegs alles erklären könne. Die Blendung des Auges wird nicht durch mangelnde Diffusion, sondern durch den Glanz der Lichtquellen hervorgerufen. Auch dieser bilde ein wichtiges Problem für den Beleuchtungstechniker, das nach exakter Lösung verlangt. Vortragender habe aber mit seinen Formeln und Ableitungen nur die reine Diffusion erfassen wollen.

Herr Bloch fragt, ob der von dem Vortragenden gewählte und berechnete Begriff der Diffusion allgemein übereinstimmt mit der Aufhellung, welche der Schatten einer Lichtquelle durch die von den anderen vorhandenen Lichtquellen herrührende Beleuchtung erfährt. Nach den vorgeführten Kurven wäre dies bei ausschließlich direkter Beleuchtung tatsächlich der Fall, während beim Vorhandensein von indirekter Teilbeleuchtung sich Unterschiede zwischen dieser Betrachtungsweise und der vom Vortragenden gewählten Art der Berechnung der Diffusion zu ergeben scheinen.

Der Vortragende weist an Hand der Kurven nach, daß dies nicht der Fall sei. Diffusion sei eben nicht Aufhellung, sondern eine Funktion der Aufhellung. Ob eine Teilbeleuchtung direkt oder indirekt sei, mache für die Aufhellung der Schatten keinen Unterschied, müsse aber verschiedene Werte der Diffusion ergeben, da die eine abblendbar ist, also Schatten erzeugen kann, die andere nicht.

*) E. T. Z. 1911.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Rotationspumpen.

Schleuderpumpen.

Eine auch als Gebläse benutzbare Konstruktion von W. Lünemann in Frankenthal (Pfalz) ist in dem Beispiel der Fig. 1 für fünf Stufen eingerichtet, deren jede von einem Laufrad a gebildet werden kann. Das Gehäuse besteht aus den Teilen d, f, ist an beiden Enden von den Deckeln b, i abgeschlossen und wird mittels der Füße c an das Fundament geschraubt. Der Saugstutzen e kann nach jeder beliebigen Seite verdreht werden. Das Druckstück g kann ebenfalls so eingesetzt werden, daß der Druckstutzen h nach jeder beliebigen Seite in der Richtung des Gehäuseumfanges abzweigt. Die Gehäuseteile werden durch Längsschrauben miteinander verbunden. Das erste Laufrad saugt aus der Kammer k durch einen Trichter l mit radialen Rippen m, so

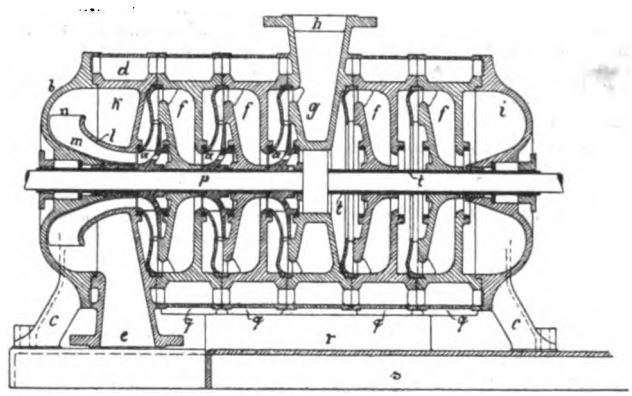


Fig. 1.

daß das Wasser bei n in die Trichterkanäle gleichmäßig eintritt. Statt der Füße, die die Zugänglichkeit zu den Flanschschrauben des Saugstutzens e behindern würden, erhält jedes Mittelstück f eine niedrige Leiste q, die sich auf eine Erhöhung r der Fundamentplatte s aufsetzt, so daß alle Mittelstücke f eine Abstützung erhalten und dabei doch zwecks Massenfabrikation einander vollkommen gleich sind. Soll die Pumpe auf eine geringere Förderhöhe arbeiten als für die sie gebaut wurde, so kann man zum Beispiel, wie die Figur zeigt, zwei Laufräder entfernen, sie durch Hülsen t ersetzen und das Druckstück g mit dem Stutzen h entsprechend verlegen, so daß die beiden letzten Stufen gänzlich ausgeschaltet sind und das Wasser nicht das ganze Gehäuse zu durchströmen braucht. Dadurch wird der Wirkungsgrad verbessert und der abgeschaltete Pumpenteil nicht abgenutzt.

(D. R. P. Nr. 262.273.)

Die Färberei- und Appreturgesellschaft vorm. A. Clavel und Fritz Lindenmeyer in Basel versehen die Kreiselpumpen mit einer Vorrichtung zur Umkehr der Strömungsrichtung bei gleichbleibender Drehrichtung des Kreiselrades. Die Pumpe ist zum Beispiel in einer Öffnung a (Fig. 2) einer horizontalen Zwischenwand b eines Flüssigkeitsbehälters eingebaut. Das Kreiselrad c dreht sich mit der ortsfest gelagerten Welle d und ist von einem Ringschieber e mit zwei gekrümmten Ringkanälen f umgeben, der durch ein Gestänge r in die beiden in der Figur ersichtlichen Stellungen gebracht werden kann, in deren eine nur die untere, in deren andere nur die obere Hälfte des Kreiselrades in Wirkung ist. Die Pfeile geben die beiden entgegengesetzten Strömungsrichtungen an. Man kann auch den Ringschieber ortsfest anordnen und das Kreiselrad verschiebbar auf der Welle lagern. Zwei an das Pumpengehäuse angeschlossene Rohre dienen für Ein- und Auslaß und vertauschen bei der Verschiebung des Rades ihre Rollen.

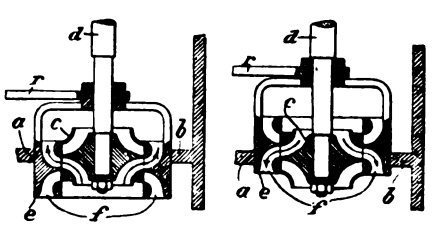


Fig. 2.

(D. R. P. Nr. 264.737.)

Digitized by Google

Eine Pumpe mit regelbarer Druckhöhe wird nach K. Kiefer in Cincinnati (Ver. St. v. A.) mit einem Drehschieber 14 (Fig. 3) versehen, dessen örtliche Ausnehmung 16 mit einer Nut 2 der Kammer 13 zusammenwirkt. Die beim engsten Teil 2′ der Nut herrschende Pressung p' ist beträchtlich größer als die bei 2″ herrschende Pressung p''. Je nach der Stellung des Drehschiebers bezw. dessen Ausnehmung 16 bei 2′ oder 2″ wird somit das Wasser mit p' oder p'' in die Druckleitung getrieben. Man kann somit ohne Beeinflussung der Antriebsmaschine,

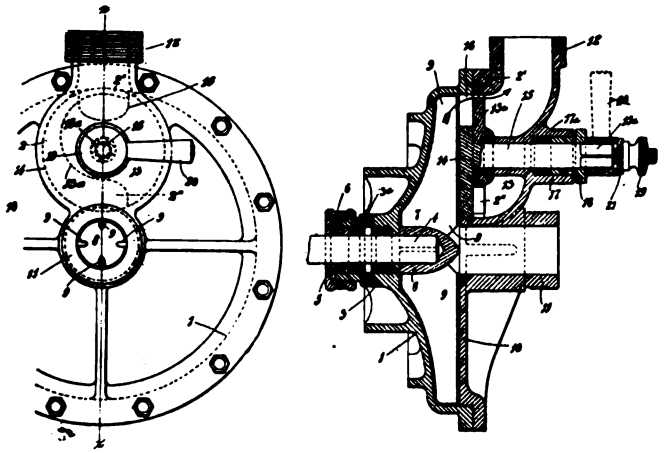


Fig. 3.

also im Falle eines Elektromotors ohne Widerstandseinschaltung usw. die Pressung zwischen p' und p'' beliebig einstellen. Die Nut 2 ist von 2′ bis 2″ derart sich ständig verbreiternd ausgebildet, daß das Produkt aus sekundlicher Wassermenge und Pressung bei den verschiedenen Drehstellungen des Schiebers etwa konstant ist, wodurch der Arbeitsverbrauch der Pumpe unabhängig vom Druck des geförderten Wassers fast gleich groß bleibt. Die Feststellung des Schiebers in jeder beliebigen Lage erfolgt gleichzeitig mit dem Anzug der Schieberstangendichtung durch die Mutter 19. (D. R. P. Nr. 268.150.)

H. Keller in Zürich schlägt zum Messen der Fördermenge die in Fig. 4 dargestellte Einrichtung dar. Die aus der Leitung 7 saugende Pumpe 6 fördert in die Druckleitung 8, aus der dauernd etwas Wasser in einen Behälter 9 fließt, in dem durch einen Überlauf 10 ein auf gleicher Höhe bleibender Wasserspiegel erhalten wird. Der Behälter 9 könnte auch aus einer anderen Quelle gespeist werden. Aus diesem Behälter kann durch eine verengte Stelle 11 und ein Rohr 12 Wasser in die Saugleitung 7 zurücktreten. Da sich der Unterdruck in 7 und besonders vor dem Radeinlauf ändert, der Staudruck in 9 aber konstant bleibt, so ändert sich auch die durch 12 fließende Menge und damit auch der bei 11 sich bildende Unterdruck, der auf eine kleine Hilfskraftmaschine 13 übertragen wird. Der Kolben der letzteren gibt also durch seine Lage die Fördermenge an und kann unter Einwirkung einer Feder zum Beispiel den Regler 14 für den Antriebselektromotor der Pumpe bewegen. Mit dieser Vorrichtung kann demnach die Pumpe auf nahezu gleichbleibende Fördermenge geregelt werden, ohne daß hiefür irgendeine Verengerung in der Saugleitung vorhanden ist, die bekanntlich den Gesamtwirkungsgrad der ganzen Anlage beträchtlich vermindern würde. (Schweiz. P. Nr. 61.516.)

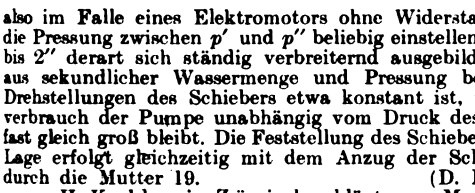


Fig. 4.

Um die Rückwirkung der im Druckrohr der Pumpe stehenden Flüssigkeitssäule, das heißt des ungünstigen Einflusses ihres Gewichtes auf die Wirkung des Schaufelrades möglichst abzuschwächen und dadurch die Leistungsfähigkeit der Pumpe zu erhöhen, wird nach einer Erfindung von N. Geiberger in Ludwigshafen a. Rh. auf der Welle des Schaufelrades zwischen dessen Kammer und dem Druckstutzen ein mit wenigstens einer schraubengangförmigen Förderfläche versehenes Organ angeordnet, das, sich mit dem Schaufelrad drehend, die Wirkung des letzteren unterstützt. Fig. 5 zeigt eine besonders gedrungene Anordnung, bei der a der Saugstutzen, b die Pumpenkammer

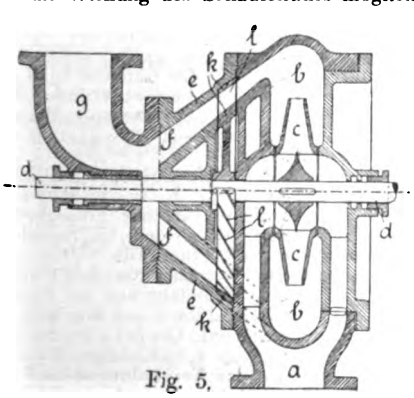


Fig. 5.

mit dem auf der Welle d sitzenden Schaufelrad c und e ein Zwischenstück des Pumpengehäuses bedeutet, das zwei oder mehrere zum Druckstutzen g führende Kanäle f besitzt. Fest auf der Welle d sitzt in einer Aussparung des Zwischenstückes e ein Rad k, das am Umfang mehrere Schaufeln l besitzt, die Teile von Schneckengängen bilden. Statt eines solchen Rades kann in der Verbindungsleitung zum Druckstutzen auch eine vollständige Schnecke eingebaut werden. Schließlich können beide Ausführungen bei derselben Pumpe kombiniert werden.

(Schweiz. P. Nr. 60.846.)

Die Firma R. Czermack in Teplitz (Böhmen) hat sich eine Entlüftungsvorrichtung schützen lassen, die darin besteht, daß das zur Bewegungsübertragung vom Antriebsmotor auf die Pumpe dienende Zahnradgebtriebe als aus dem Pumpengehäuse saugende Kapselluftpumpe ausgebildet ist. In Fig. 6 ist R, r das Zahnradgetriebe in einem

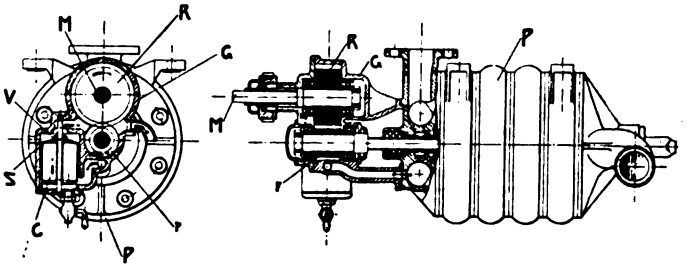


Fig. 6.

Gehäuse G mit der zum Beispiel von einem Elektromotor oder einem Benzinmotor angetriebenen Welle M. Die Teile R, r, G wirken dabei als Kapselluftpumpe an sich bekannter Art, die aus dem Gehäuse der Pumpe P die Luft absaugt. Tritt dann das durch die Luftpumpe angesaugte Wasser in das Schwimmergehäuse S, so hebt sich der Schwimmer C und schließt den Saugeintritt der Kapselluftpumpe selbsttätig durch das Ventil V ab, worauf die Zahnradpumpe im luftleeren Raum weiterarbeitet. Treten in der Saugleitung der Pumpe P Störungen auf, so fällt der Schwimmer und die Luftpumpe beginnt wieder zu saugen usw. Das Getriebe kann sowohl am Antriebsmotor als auch — wie dargestellt — an der Pumpe angebaut sein. (Ö. P. Nr. 62.272.)

Um bei Schrauben- oder Schleuderpumpen, insbesondere für schäumende Flüssigkeiten (zum Beispiel Milch), die Schaumbildung möglichst zu verhindern, schlägt E. A. Hansen in Kopenhagen vor, der Luft am Druckende der Pumpe einen Austritt zu gestatten. Dies kann geschehen, indem man entweder die Welle durch eine Bohrung im Hinterdeckel des Gehäuses am Druckende der Pumpe mit Spielraum, also ohne Abdichtung, hindurchtreten läßt oder aber, wie aus Fig. 7 ersichtlich, die im Lager h laufende und die Treibscheiben g tragende Welle f mit einer axialen Durchbohrung i versieht, die durch Löcher e mit dem Inneren des Pumpengehäuses a an dessen Druckseite in Verbindung steht. Die Flüssigkeit wird gegen die Gehäusewand geschleudert, die Schaumblasen platzen und die Luft wird auf dem angegebenen Weg in die Atmosphäre hinausgedrückt. Die Einrichtung ist auch von Vorteil bei übermäßig starkem Zufluß zur Pumpe, weil dann der mitgerissenen und eingeschlossenen Luft ein Ausweg gewährt ist. (Br. P. Nr. 9799, A. D. 1913.)

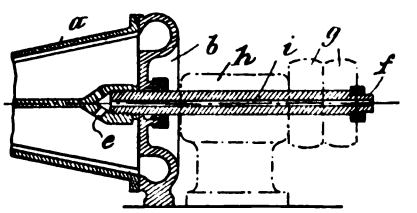


Fig. 7.

Eine Erfindung von E. Vogel in Stockerau (N.-Ö.) besteht in der Herstellung des Leitapparates aus durchwegs leicht gieß- und bearbeitbaren Elementen, die eine Massenerzeugung gewährleisten und für verschiedene Liefermengen dimensioniert sind, so daß durch einfaches Aufschieben der betreffenden, aus dem Vorrat ausgewählten Größennummern der mit dem Laufrad zusammen zu bauenden Leitradelemente eine für die gewünschte Liefermenge geeignete Pumpe mit beliebiger Stufenzahl geschaffen werden kann. Die Erfindung ist insbesondere für jene Pumpen bestimmt, die bereits den Gegenstand des österreichischen Patentes Nr. 42.879 bezw. deutschen Reichspatentes Nr. 235.916 bilden und dadurch charakterisiert sind, daß sich die an den Umfang des Laufrades tangential anschließenden Leitkanäle zunächst in der Laufradebene über einen ihrer Zahl entsprechenden Umfangsteil (also zum Beispiel bei drei Leitkanälen auf ein Drittel des Umfanges) erstrecken, dann bei gleichem Abstand vom Wellenmittel in die Ebene des Raumes vor der nächsten Stufe übergehen und in dieser Ebene über einen gleichen Umfangsteil nach innen zur nächsten Saugöffnung führen. Fig. 8 zeigt die einzelnen Pumpenelemente und eine aus diesen zusammengesetzte vierstufige Pumpe in einem für jede Druckstufe in einer anderen Radialebene geführten Längsschnitt. Die Leitapparate sind jeder aus einem zylindrischen Topf a, einer Scheibe b mit stufenförmig erhöhtem Rand b' und zwei Ringen c, g zusammengesetzt. Die Scheibe b besitzt schneckenförmig angesetzte Rippen b^2, die zur Begrenzung des Leitkanals dienen, und eine Nut b^3 zur Aufnahme eines Dichtungsringes. Das Laufrad d ist mit seiner Nabe h auf der Welle f festgekeilt. Einzelne Teile werden aus widerstandsfähigem Material, zum Beispiel Bronze, hergestellt. Die Kanalbreite kann je nach der gewünschten Liefermenge durch mehr oder weniger starkes Abdrehen der Leitkanalrippen oder Schaffung von diese Rippen bildenden, entsprechend dimensionierten Elementen, die zur Auswahl auf Lager liegen, schmäler oder breiter gehalten werden. Die Elemente b, c, g werden mit dem Laufrad d in den Topf a eingeschoben

Digitized by Google

und die einzelnen Töpfe auf die Welle aufgesteckt. Die Ringe *c* werden bei breiten Laufrädern schmal und bei schmalen Laufrädern breit gehalten, demnach in verschiedenen Größennummern gegossen oder durch

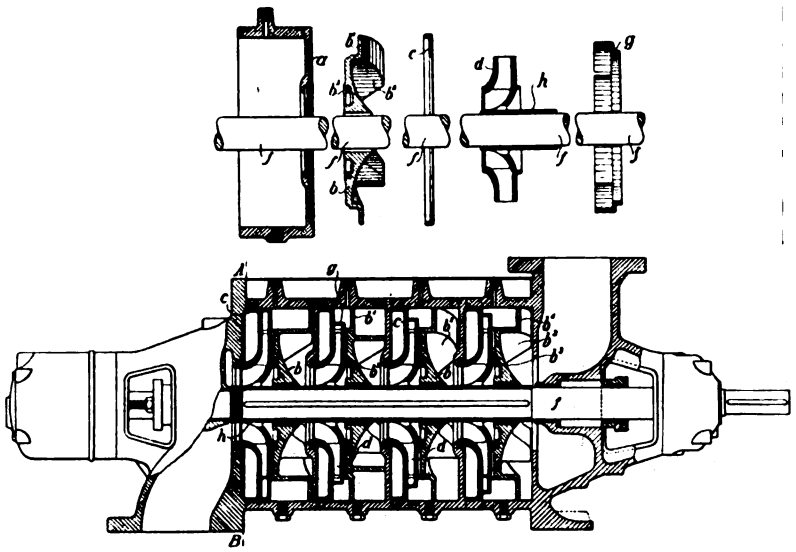


Fig. 8.

Abdrehen einer Größennummer erhalten. Ähnlich werden auch die Räder *d* und Ringe *g* in verschiedenen Größen bezw. Breiten auf Lager gehalten. (Ö. P. Nr. 62.273.)

Für Jauchpumpen, die mit dem Saugventil nicht starr, sondern durch einen Schlauch verbunden sind, gibt die Maschinenfabrik Hochdorf, Frey & Cie. in Hochdorf b. Luzern eine Einrichtung an, um den mit einer Gummidichtung versehenen Ventilkörper vom Niveau der Pumpe aus betätigen zu können. Zu diesem Zwecke ist das Ventilgehäuse mit einer nach oben ragenden Stange verbunden, an der ein Ventilreguliergestänge so befestigt ist, daß das Ventil vom oberen Ende der Stange aus reguliert und geschlossen werden kann. Ferner kann mit dieser Stange das Ventil mit dem Saugschlauch in einen geeigneten Ort der Jauchegrube gestellt und aus dieser herausgenommen werden. (Schweiz. P. Nr. 61.519.)

Eine gleichfalls für Jauche oder Sümpfe bestimmte Anlage von Th. Elliott in Seattle (Washington) ist in Fig. 9 dargestellt. Die von einem Elektromotor 9 betriebene Pumpe 2 saugt mittels des Rohres 1 aus dem Brunnen 21 und mittels des Zweigrohres 1′ aus dem Brunnen 20. Beide Saugrohre besitzen gleichartige Ventile, und zwar ein Schieberventil 3, das mit einem um 4′ drehbaren Hebel 4 mit Stange 5 und Schwimmer 6 verbunden ist, und ein zweites Schieberventil 7, das an den Kern eines Solenoids 8 angeschlossen ist, durch dessen Erregung das Ventil 7 geöffnet wird, wogegen es sich durch sein Gewicht wieder schließen kann. In dem Maße, als die beiden Brunnen sich beim Betrieb der Pumpe allmählich entleeren, senken sich die Schwimmer, wodurch die Ventile 3 geschlossen werden. Wird der Motor stillgesetzt, so sind die Leitungen 12 und 11 stromlos und es schließen sich auch die Ventile 7, die erst beim Anlassen des Motors wieder geöffnet werden. Dadurch wird ein unerwünschtes Entweichen des Wassers in der Saugleitung verhindert, wenn die Brunnen sich bei Stillstand der Pumpe wieder gefüllt haben und durch die Schwimmer die Ventile 3 wieder geöffnet wurden. Statt der Schieberventile können auch drehbare Hähne verwendet werden. Es ist ersichtlich, daß die Anlage für beliebig viele Brunnen geeignet ist, daß sie besondere Anlaßvorrichtungen für die Pumpe entbehrlich macht und daß die Ventile 3 unabhängig voneinander wirken, das heißt sich je nach dem Wasserstand des betreffenden Brunnens automatisch öffnen und schließen. (U. S. P. Nr. 1,067.903.)

Fig. 9.

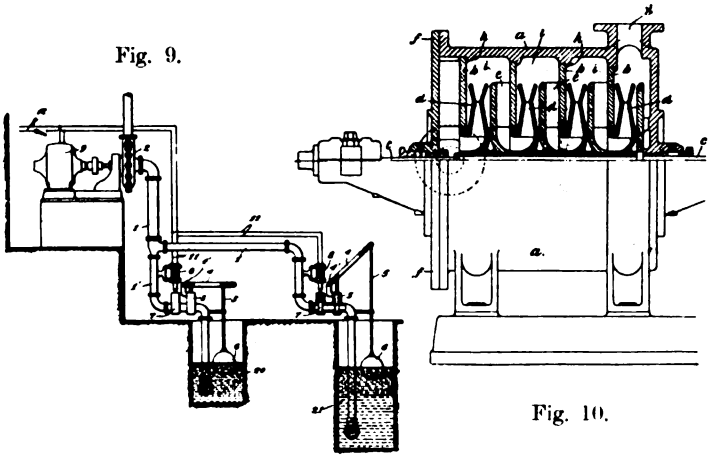


Fig. 10.

Eine auf besonders leichte Zugänglichkeit und Zerlegbarkeit gerichtete Konstruktion einer mehrstufigen Pumpe von F. K. Woodroffe und H. C. Hodgson in Newton Lane bezw. Egremont (Chester) ist in Fig. 10 dargestellt. Die Pumpe ist mit Laufrädern *d* von der denselben Erfindern bereits geschützten Ausbildung (Br. P. Nr. 21.965 A. D. 1912, siehe E. u. M., 1913, Seite 795, Fig. 8) versehen. *a* ist das Gehäuse, *b* die Trennungswände zwischen den einzelnen Stufen, *c* die Welle und *e* die Überströmkanäle, die mit den Wänden *b* aus einem Stück bestehen. Das Gehäuse ist am Eintritt durch einen Deckel *f* geschlossen und am Austritt mit dem Druckstutzen *g* versehen. An der Innenwand des Gehäuses *a* sind Rippen *h* angeordnet, deren lichte Durchmesser sich vom Ein- zum Auslaß der Pumpe allmählich verkleinern. Dementsprechend werden auch die Wände *b* im Durchmesser immer kleiner. Die erste Wand *b* ist aus einem Stück mit dem Deckel *f* und die anderen sind mittels der die Kanäle *e* begrenzenden Wände auf den Naben der Laufräder gelagert. Es ist ersichtlich, daß nur die Auflagerflächen der Rippen *h* bearbeitet werden müssen und daß es genügt, die Wände *b* bloß um ihre Wandstärke axial zu verschieben, um sie vom Gehäuse zu lösen. Zufolge der beschriebenen Dimensionierung der Durchmesser können die ganzen inneren Pumpenteile, Welle *c*, Räder *d* und Kanäle *e* mit den Wänden *b* der Länge nach aus dem Gehäuse herausgezogen werden. Die Auflagerflächen der Rippen und Wände können mit einem nicht oxydierenden Überzug versehen werden. Die letzte Wand ist mit dem Gehäuse zusammengegossen. (Br. P. Nr. 1190 A. D. 1913.)

Die Firma George Fletcher and Company Limited und F. P. Rudder in Derby (England) bauen mehrere voneinander unabhängige, zweiseitig saugende Pumpen derart zusammen, daß nur je eine Stopfbüchse an beiden Wellenenden erforderlich ist. Die Gehäuse sämtlicher Pumpen bilden ein nach einer horizontalen, durch die Wellenachse gelegten Ebene geteiltes Gußstück, dessen Hälften mittels Flanschen und Schrauben miteinander verbunden werden. Die untere Gehäusehälfte ist mit dem Fundament verschraubt. Zwischen je zwei Laufrädern zweier benachbarter Pumpen schließen sich die beiden Gehäusehälften an die Welle an, die nur an der Ein- und Austrittsstelle durch Stopfbüchsen abgedichtet ist. (Br. P. Nr. 21.656 A. D. 1912.)

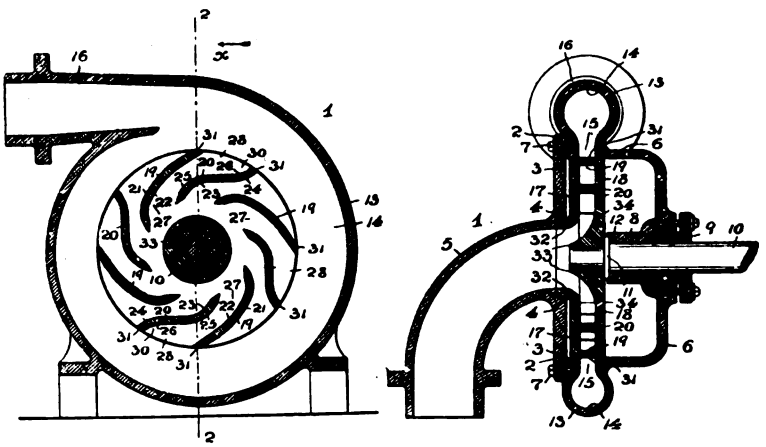


Fig. 11.

Die in Fig. 11 dargestellte Konstruktion von R. H. Dixon in Newark besitzt ein Gehäuse, das aus einem mit dem Saugstutzen 5 verbundenen Gehäusedeckel 2 und einem mit dem Druckstutzen 16 und dem Diffusor 13 verbundenen Behälter 6 besteht, in dessen Lager 8 die durch die Stopfbüchse 9 abgedichtete Pumpenwelle 10 läuft. Auf letzterer sitzt, gegen einen Wellenbund 11 abgestützt, das Laufrad, das aus den beiden, durch die Flügel 19 und 20 verbundenen Wänden 17, 18 besteht. Die Flügel 19 besitzen konvexe Flächen 21 zur Verminderung der Flüssigkeitsreibung und konkave Flächen 22, auf denen die Flüssigkeit einen die Drehbewegung unterstützenden Druck ausübt. Die Flügel 29 haben konkav-konvexe Flächen 23, 24, von denen die mit 23 bezeichneten ähnlich wie die Flächen 22 der Flügel 19 wirken und die mit 24 bezeichneten wieder die Flüssigkeitsreibung vermindern sollen. Die gegenüberstehenden Flächen 25, 26 begrenzen mit den Flächen 22 die Kanäle 27, die sich bei 28 verbreitern. Wenn die Flüssigkeit über die Flächen 25 hinwegströmt, so erzeugt sie in den die Kanalverbreiterung bildenden, taschenartigen Räumen 30 ein Vakuum, das jede Ansammlung von Luft zwischen den Flügeln verhindert und die Strömungsenergie erhöht. An den Flügelenden sind Rinnen 31 vorgesehen, gegen die während der Drehung das Wasser schlägt, wodurch jede Trägheit in der Wasserbewegung verhindert und Luftteilchen ausgestoßen werden sollen. Das Rad dichtet mit seinem Einlaufflansch 32 gegen das Gehäuse bei 4 ab. Dieser Flansch ist ebenso wie die Radnabe 33 derart abgerundet, daß ein sich konisch verjüngender Einlauf entsteht, der eine gute Wasserführung bietet. Löcher 34 in der Radwand 18 lassen Flüssigkeit in die Radkammer 6 zwecks Schmierung eintreten. (Br. P. Nr. 951 A. D. 1913.)

Die Firma G. Schiele & Co., G. m. b. H. in Frankfurt a. M.-Bockenheim versieht die für ätzende Flüssigkeiten bestimmten Kreiselpumpen mit vertikaler Achse und freitragendem Laufrad mit einer Stopfbüchsenkonstruktion, durch die Welle und Lager auch bei unaufmerksamer Bedienung vor dem ätzenden Fördermittel geschützt bleiben. Die ganze Maschine besteht aus der Pumpe mit dem Gehäuse *a* (Fig. 12), dem Verbindungsstück *b* und dem Motor *c* und ruht mit den Flächen *d* auf dem Fundament. Die bei *e* eintretende Flüssigkeit wird durch das Schaufelrad *f* in den spiralförmigen Kanal *g* gedrückt und verläßt die Pumpe bei *h*. In das Verbindungsstück *b* ist das Halslager *i* eingesetzt, das das den Axialschub und das Wellen-

Digitized by Google

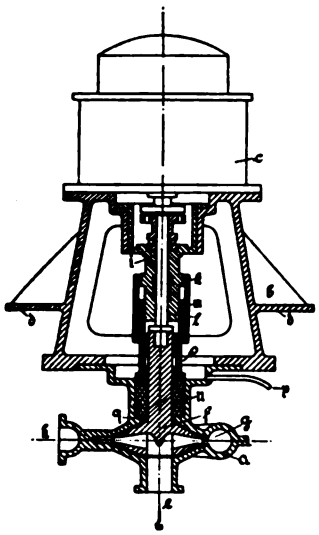


Fig. 12.

gewicht aufnehmende Kugellager trägt und ein oberes Halslager für die Welle bildet. Letzteres besitzt Außengewinde *k* und bildet eine Führung *l* für die Stopfbüchsenbrille *m*, so daß sich diese herauf und herunterschrauben läßt und dabei sich stets genau konaxial bewegt. Der untere Teil der Stopfbüchsenbrille *m* schließt die Packung *n* ein, führt aber gleichzeitig den Wellenstumpf des Schaufelrades *f*. Durch Bohrung *o* ist eine Verbindung nach einem ringförmigen Sammelraum geschaffen, von dem ein Röhrchen *p* ins Freie führt. Flüssigkeit, die etwa aus der Packung *n* austritt, kann somit nicht höher als bis zur Mündung des Röhrchens *p* steigen, so daß alle oberhalb *o* gelegenen Teile selbsttätig gegen die Flüssigkeit geschützt sind. Auch die Führung des Schaufelrades ist wesentlich vereinfacht, da durch die beschriebene Konstruktion ohnehin eine sichere Führung der Welle bis zur Packung gegeben ist.

(D. R. P. Nr. 265.003.)

(Schluß folgt.)

Vereins-Nachrichten.

Einladung zur XXXII. ordentlichen Generalversammlung.

Wien, den 24. Februar 1914.

An die P. T. Vereinsmitglieder!

Die gefertigte Vereinsleitung ladet hiemit zur Teilnahme an der **Mittwoch den 18. März 1914,** 6 Uhr abends, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbe-Vereines (Wien, I. Eschenbachgasse 11) stattfindenden XXXII. Generalversammlung ein.

Tagesordnung:

1. Bericht über die Vereinstätigkeit im Jahre 1913.
2. Bericht des Kassaverwalters über den Gebarungsausweis und die Bilanz pro 1913.
3. Bericht der Revisoren.
4. Beschlußfassung über den Rechnungsabschluß.
5. Wahl eines Vizepräsidenten.
6. Wahl von 9 Ausschußmitgliedern.
7. Wahl der Rechnungsrevisoren und der Ersatzmänner.
8. Wahl von 20 Schiedsrichtern.
9. Ernennung von Ehrenmitgliedern.
10. Beschlußfassung über die Revision der Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen. (Neufassung der §§ 66, 74, 75, 76 betreffend Freileitungen).
11. Beschlußfassung über die „Normalien für Freileitungen".
12. Statutenänderung.
13. Eventuelle Anträge (§ 8 der Statuten.)

Gebarungs-Ausweis pro 31. Dezember 1913.

	Einnahmen:	K	h	K	h
1.	Mitgliederbeiträge	24514	96		
	Eingegangene Dubiose	59	25	24574	21
2.	Zinsen			1519	11
3.	Gebarungsüberschuß der Zeitschrift und anderer Druckschriften			13689	77
4.	Subventionen			2600	—
				42383	09

	Ausgaben:	K	h	K	h
1.	Inventar			1260	05
2.	Bureauspesen:				
	a) Vereinslokalmiete	3480	—		
	b) Gehalte	15790	01		
	c) Beleuchtung und Beheizung	1047	53		
	d) Postporti	2167	03		
	e) Diverse Auslagen	5264	46		
	f) Steuer- und Pensionsversicherung	2023	70		
	g) Beiträge u. Repräsentations-Konto	914	31	30687	04
3.	Vortragsspesen			1525	04
4.	Effekten-Kursverlust			803	50
5.	Jubiläumfestlichkeiten (Festschrift)			7449	73
6.	Zuwachs am Vereinsvermögen			657	73
				42383	09

Vergleich des Jahresergebnisses mit dem Präliminare pro 1913.

	Einnahmen:	Präliminare K	h	Ergebnis K	h	Plus K	h	Minus K	h
1.	Mitgliederbeiträge	24000	—	24574	21	574	21		
2.	Zinsen	1000	—	1519	11	519	11		
3.	Gebarungsüberschuß der Zeitschrift usw.	27000	—	13689	77	—	—	13310	23
4.	Subventionen	—	—	2600	—	2600	—	—	—
		52000	—	42383	09	3693	32	13310	23
	ab Plus							3693	32
	Mindereinnahmen							9616	91

	Ausgaben:	Präliminare K	h	Ergebnis K	h	Plus K	h	Minus K	h
1.	Inventar	2000	—	1260	05	—	—	739	95
2.	Bureauspesen	42700	—	29772	73			12927	27
3.	Vortragsspesen	1500	—	1525	04	25	04		
4.	Festlichkeiten	3000	—	7449	73	4449	73		
5.	Effekten-Kursverlust	—	—	803	50	803	50		
6.	Vereinsbeiträge	2500	—	914	31			1585	69
		51700	—	41725	36	5278	27	15252	91
	ab Plus							5278	27
	Minderausgaben							9974	64
	ab Mindereinnahmen							9616	91
	Mehrüberschuß gegen das Präliminare	300						357	73

Digitized by Google

Bilanz pro 31. Dezember 1913.

	Aktiva:	K	h	K	h
1.	**Kassa:**				
	a) Barbestand	2279	16		
	b) K. k. Postsparkassa	1716	—	3995	16
2.	**Niederösterr. Escompte-Gesellschaft:**				
	Guthaben laut Kontokorrent			3880	—
3.	**Effekten:**				
	K 26.500·— 4%ige österreichische Rente à 83·35	22087	75		
	K 6000·— 4%iges Wiener Kommunal-Anlehen à 86·25	4995	—		
	4 Stück 4%ige ung. Hypotheken-Lose à 232·—	928	—		
	1 Gewinstschein	25	—		
	Laufende Zinsen	413	33	28449	08
4.	**Mitgliederbeiträge:**				
	Rückständige Beiträge l. Mitgl.-B.			3651	07
5.	**Debitoren:**				
	Laut Saldokonto			84166	28
6.	**Elektrotechnischer Verein, Brünn**			897	62
				125039	21

	Passiva:	K	h	K	h
1.	**Mitgliederbeiträge:**				
	Vorausbezahlte Beiträge pro 1914			944	43
2.	**Kreditoren:**				
	Laut Saldo-Konto			68525	30
3.	**Baufonds**			1000	—
4.	**Vereinsvermögen:**				
	Stand am 1. Jänner 1913	53911	75		
	Zuwachs an Vermögen	657	73	54569	48
				125039	21

Präliminare pro 1914.

	Einnahmen:	K	h
1.	**Mitgliederbeiträge**	25000	—
2.	**Zinsen**	1000	—
3.	**Gebarungsüberschuß der Zeitschrift und anderer Druckschriften**	9000	—
		35000	—

	Ausgaben:		K	h
1.	**Inventar**		800	—
2.	**Beiträge**		1500	—
3.	**Bureauspesen:**			
	Miete	K 4.000·—		
	Gehalte	„ 16.000·—		
	Beleuchtung und Beheizung	„ 1.200·—		
	Porti	„ 2.500·—		
	diverse Spesen	„ 5.000·—		
	Steuer	„ 2.000·—	30700	
4.	**Vortragsspesen**		1500	—
			34500	—
	Überschuß		500	—

Die Vereinsleitung.

Elektrotechnischer Verein in Brünn.

Vereinsversammlungen im großen Hörsaale Nr. 82/83, im Erweiterungsbau der Deutschen Technischen Hochschule, Jodokstraße Nr. 10.

Dienstag den 3. März, 7 Uhr abends: III. Teil des Vortrages des Herrn k. k. Baurates Ing. Stephan Riedel über: „Drahtlose Telegraphie in leichtfaßlicher Darstellung". (Mit Lichtbildern und Experimenten.)

Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein.

Fachgruppe für Elektrotechnik.

Montag den 9. März, 7 Uhr abends, im mittleren Saale des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 9: Vortrag des Herrn Karl Alexander Fieber, Direktor-Stellvertreter der Grazer Waggon- und Maschinenfabrik vormals Joh. Weizer in Graz, über: „Dieselmotoren für Überland- und Blockzentralen, Verwendungsgebiet, Konstruktion und Regulierung für elektrische Antriebe". (Mit Lichtbildern.)

Neue Mitglieder.

Zajiček Friedrich, Beamter der E. A. G. Vysoćan, Vysočan.
Treu H. E, Elektrotechniker, Burgdorf.
Straschek Blasius, Elektrotechniker, Deutsch-Landsberg.
Franze Richard, Techniker, Einsiedel.
Bondi Viktor, Ober-Ingenieur, Budapest.
Jungwirth Karl, Ingenieur, Wien.
Kolařz Josef, Ingenieur, Wien.
Hacker Gustav, Prokurist, Wien.
Cahn-Speyer Paul, Dr., Wien.
Wendt Johann, Techniker, Wien.
Burbott Karl, Elektro-Ingenieur, Düsseldorf.
Reiffenstein Leonhard, Ingenieur, Wien.
Wolf Albert, Ober-Ingenieur, Wien.
Krešl Friedrich, Ober-Ingenieur, Prag.
Gabler Adolf, Ingenieur, Budweis.
Novak Karl, Montage-Ingenieur, Reichenberg.
Kubik Friedrich, Monteur, Steyr.
Schultes Heinrich, techn. Beamter, Wien.
Walter Franz, Ingenieur, Graz.
Kolmer Richard, Ingenieur, Mähr.-Ostrau.
Reis Anton, Ingenieur, Wien.
Sloboda Miroslav, Ingenieur, Wien.
Kossler Oskar, techn. Beamter, Wien.
Städtisches Elektrizitätswerk, Kitzbühel.
Loeffler Rudolf, Ingenieur, St. Andrä.

Vereinsversammlungen.

Die Vereinsversammlungen werden, wenn nicht anders angegeben, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 11, I. Stock, abgehalten und wurden hiefür für die Vortragsaison 1913/14 folgende Tage festgesetzt: 4. und 18. März und 1. und 8. April 1914.

Vortrag.

Mittwoch den 4. März, 7 Uhr abends: Vortrag des Herrn Direktor Viktor Engelhardt (Berlin), über: „Ziele und Grenzen der Elektrometallurgie des Eisens".

Mittwoch den 18. März, 6 Uhr abends: XXXII. ordentliche Generalversammlung. Nach der Generalversammlung Vortrag des Herrn Professor Dipl.-Ing. S. Ruppel über: „Vereinfachung des Gebäudeblitzschutzes."

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 24. Februar 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 13. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelnhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechszehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Karl Pichelmayer 201
Zur Theorie des „allgemeinen Transformators". Von Karl Pichelmayer. † 203
Die Rolle des Ankerfeldes bei der Kommutierung. Von Karl Pichelmayer. † 206
Der Einfluß meteorologischer Faktoren auf die drahtlose Telegraphie. Von Dr. Paul Ludewig (Schluß) 209
Rundschau:
- Elektrizitätswerke, Anlagen 214
- Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 214
- Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 214
- Dynamomaschinen, Transformatoren 215
- Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 215
- Stromverteilung 215
- Elektrische Beleuchtung 215
- Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 216
- Telegraphie und Telephonie 216
- Funkentelegraphie und -Telephonie 217
- Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 217
- Strahlungslehre 218

Chronik 218
Literatur-Bericht 219
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
- Rotationspumpen (Schluß) 220

Vereinsnachrichten 220
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *129—140*

Karl Pichelmayer.

Nach kurzer qualvoller Krankheit verschied unerwartet am 23. Jänner 1914 in Mödling bei Wien Dr.-Ing. Karl Pichelmayer, ord. Professor des Dynamobaues an der k. k. Technischen Hochschule in Wien.

Ein schweres, tückisches Herzleiden, dem weder der Verschiedene noch die Angehörigen und Freunde irgendwelche Bedeutung beigelegt hatten, raffte nach wenigen Stunden den kraftvollen, herrlichen, 45jährigen Mann aus unserer Mitte hinweg.

Die schnell verbreitete Trauerkunde konnte zunächst nicht geglaubt werden; es bedarf einiger Überlegung und Besinnung, um die traurige Wirklichkeit in ihrer vollen Schwere erfassen zu können.

Karl Pichelmayer wurde am 6. August 1868 in Bärndorf bei Bruck a. d. M. als Sohn des Privatbeamten Josef Pichelmayer geboren. Seine erste Jugend verbrachte er auf dem Lande in der schönen Obersteiermark und siedelte mit Beginn des Studienjahres 1879/80, das heißt nach Absolvierung der vierklassigen Volksschule in Bruck nach Graz über. Hier besuchte er sieben Jahre lang die steiermärkische Landes-Oberrealschule, stets als erster seiner Klasse, und legte 1886 mit ausgezeichnetem Erfolge die Maturitätsprüfung ab. In den vier folgenden Jahren widmete er sich dem Studium des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule in Graz, wo er ausgezeichnete Lehrer und Förderer (es seien nur die Namen Hlawatschek, Kulmer, Wittembauer und Bartl genannt) fand.

In diese Zeit fielen die ersten Anfänge der Starkstromtechnik; Siemens und Halske in Berlin und Wien bauten ihre ersten größeren Gleichstromzentralen nach dem Drei- und Fünfleitersystem, Ganz & Co. in Budapest begann mit großem Erfolge das Wechselstromsystem zu verbreiten, während aus England und Amerika Nachrichten über merkwürdige Wechselstromerscheinungen eintrafen, die die Fachleute in Staunen versetzten.

In einer solchen Zeit konnte es kaum anders kommen, daß ein mit so gediegenen Eigenschaften ausgestatteter junger Mann wie Pichelmayer sich zu der neuen Wissenschaft, zu der neuen Technik gewaltig hingerissen fühlte.

Und in der Tat betreibt schon jetzt der junge Student des Maschinenbaues eifrig elektrotechnische Studien. Zum Glück für seine weitere Entwicklung findet er auf der Hochschule in v. Ettingshausen einen Lehrer, der dem vorwärts drängenden Geist die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik mit seltener Klarheit und Tiefe vermittelt.

Neben der wissenschaftlichen Schulung wurde für die Entwicklung Pichelmayers die Bekanntschaft mit seinem um wenige Jahre älteren Freund, Ing. Franz Pichler aus Weiz, von Bedeutung. Dieser Freundschaft verdankt er die erste Berührung mit der Praxis, die den eminent praktisch veranlagten jungen Hochschüler mächtig förderte.

Nach Absolvierung der Hochschule mit ausgezeichnetem Erfolg wurde Pichelmayer ein Jahr

Digitized by Google

lang Assistent bei Hofrat v. Ettingshausen. Letzterer hatte seine großen Fähigkeiten und Begeisterung für die Elektrotechnik erkannt und Pichelmayer fühlte, daß er bei v. Ettingshausen die ihm noch abgehende tiefe wissenschaftliche Ausbildung in der Elektrotechnik sich aneignen könne. In diesem Assistentenjahre 1890/91 wurde Pichelmayer endgültig Elektrotechniker.

Länger als ein Jahr währte indessen seine Assistentenzeit nicht; sein Drang nach praktischer Betätigung war zu groß, um dem Studium noch mehr Zeit widmen zu können. Und so finden wir ihn bereits Ende 1891 zunächst in Hamburg bei der dortigen Filiale der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft und dann, und zwar schon im November desselben Jahres, bei Siemens und Halske in Wien. Hier arbeitete er zunächst in der Abteilung für Zentralen und Bahnen unter Schwieger und Hochenegg, um aber bald, seiner konstruktiven Neigung folgend, die Leitung des Konstruktionsbureaus zu übernehmen, die ihm sein späterer Gönner und Förderer, Dr. Fellinger, anvertraute. Nun hatte Pichelmayer die seiner Begabung und Neigung entsprechende Stellung erlangt und nun konnte seine erfolgreiche Tätigkeit als Konstrukteur beginnen.

Professor Dr. Karl Pichelmayer.

In die folgenden Jahre fallen keine wichtigeren oder gar epochemachenden Entdeckungen auf dem Gebiete des Dynamobaues; es ist die Zeit der ruhigen Weiterentwicklung und der konstruktiven Durchbildung der bereits bekannten Dynamotypen. Pichelmayers konstruktive Begabung war für eine solche Tätigkeit besonders geeignet und so ist es selbstverständlich, daß wir den jungen Ingenieur eifrig und mit Erfolg bemüht finden, neue konstruktive Formen zu ersinnen und alte, minder gute, zu beseitigen. Namentlich mit der konstruktiven Durchbildung der Gleichstrommaschine und der mit dieser innig verbundenen Frage der Stromwendung hatte Pichelmayer große Erfolge zu verzeichnen. So konnte seine Firma im Jahre 1900 auf der Pariser Weltausstellung die größte damals ausgestellte Gleichstrommaschine im Betriebe vorführen, während Pichelmayer durch Verleihung der goldenen Medaille für Mitarbeiterschaft ausgezeichnet wurde.

Die erste Pichelmayersche Arbeit über die Kommutierung erschien im Jahre 1901. In dieser Abhandlung und namentlich in jener des folgenden Jahres erkannte er die große praktische Bedeutung für das Kommutierungsproblem des durch Parshall und Hobart eingeführten Begriffes der Reaktanzspannung der Kommutation und entwickelte für letztere als erster seine bekannte Formel, die sich später als so brauchbar erwies.

Um diese Zeit arbeitete Pichelmayer bereits an seinem im Jahre 1908 erschienenen großen Werk über den Dynamobau. Vom richtigen Gedanken ausgehend, daß die elektrischen Maschinen in bezug auf ihre Wirkungsweise keine prinzipiellen Unterschiede aufweisen, wählte Pichelmayer dabei eine durchaus neue Anordnung des Stoffes. Die gebräuchliche Einteilung in Gleichstrom-, Synchron-, Asynchronmaschinen usw. wurde fallen gelassen und in besonderen Abschnitten über die Wicklungen, über die Ankerrückwirkung, über die Erwärmung, über die Vorausberechnung usw. die sämtlichen Maschinen gleichzeitig behandelt. Durch die gewählte Einteilung konnten Wiederholungen vollkommen vermieden und Übersichtlichkeit und Verständnis für die beschriebenen Erscheinungen bedeutend gefördert werden.

Der Beginn des erwähnten großen Werkes ist aber auch für das fernere Wirken Pichelmayers von großer Bedeutung; denn von diesem Zeitpunkte an beginnt sein Interesse für theoretische Fragen. Und in der Tat, erst jetzt setzt seine publizistische Tätigkeit auf theoretischem Gebiete ein, während vorher sein Wirken fast ausschließlich auf die konstruktive Ausbildung der elektrischen Maschinen gerichtet war.

Neben der Theorie der Stromwendung, die nach wie vor immer sein Lieblingsthema blieb, begann jetzt Pichelmayer die verschiedensten Fragen zu behandeln. Die Berechnung der Mehrphasengeneratoren (1901), die Kommutatormotoren für Einphasenstrom (1904), die Berechnung der Streuungskoeffizienten bei Asynchronmotoren (1905), die Ermittlung der Querfeldspannung (1910) und die Wahl der zweckmäßigsten Periodenzahl für die schwere Zugförderung (1911 und 1912) sind die Titel seiner in der E. T. Z. und in „Elektrotechnik und Maschinenbau“ veröffentlichten Abhandlungen.

Bei allen Arbeiten rückt Pichelmayer mit Meisterhand das Physikalische der Erscheinung in den Vordergrund und ist gleichzeitig bemüht, den mathematischen Apparat so weit als möglich einzuschränken. Auf die Verwendung der höheren Mathematik wird

Digitized by Google

fast ganz verzichtet, wodurch seine Arbeiten auch für nicht hochschulmäßig Vorgebildete verständlich werden. Der ihm im hohen Maße eigene Sinn für praktische Fragen beherrscht durchwegs seine Veröffentlichungen; niemals wird der Boden der Wirklichkeit verlassen; immer wieder verraten seine Arbeiten den vollendeten Ingenieur.

Leider war ihm kein längeres Leben, ja nicht einmal die Fertigstellung der zweiten Auflage seines Buches, auf die sich so viele gefreut hatten, gegönnt. Und so bleibt uns nur die Hoffnung, daß ein würdiger Nachfolger das bereits weit fortgeschrittene Werk im Pichelmayerschen Geist zu Ende führe.

Dem erfolgreichen Ingenieur fehlte im Leben die Anerkennung nicht. Im Jahre 1901 lehnte er einen Ruf an die Technische Hochschule zu München ab, um die ihm angebotene Direktorstelle der Maschinenfabrik in Leopoldau anzunehmen. Nach der Fusionierung von Siemens & Halske mit Schuckert kam er nach Berlin zu den Siemens-Schuckertwerken als Chef-Ingenieur, wo er bis zu seiner Berufung an die Wiener Hochschule verblieb. Hier begann er seine Lehrtätigkeit mit dem Studienjahre 1905/06. Im Jahre 1911 wurde Pichelmayer von der Technischen Hochschule in Graz zum Ehrendoktor der technischen Wissenschaften in Würdigung seiner hervorragenden Verdienste um die Entwicklung des Elektromaschinenbaues ernannt.

Trotz des an Arbeit und Erfolgen reichen Lebens bewahrte Pichelmayer Sinn für Natur, Kunst und Sport. Er liebte alle Arten von sportlicher Betätigung, leider vielleicht mehr als ihm mit Rücksicht auf sein Herzleiden zuträglich gewesen war; er liebte die Kunst, die er in langen Reisen namentlich in Italien pflegte und liebte vor allem die Natur. Und so ist es natürlich, daß er keine Sympathie dem Hasten und Treiben der Großstadt entgegenbringen konnte, und daß er sich im idyllischen Mödling zurückzog, wo er sich im Jahre 1908 auf einer Anhöhe am Waldesrand eine Villa, umgeben von schönen Gärten, bauen ließ. In den Erholungsstunden arbeitete er fleißig im Garten und schöpfte neue Kraft, neue Energie zu weiterer geistiger Arbeit. In seiner Mödlinger Besitzung, umgeben von der besorgten alten Mutter und von den teueren Geschwistern (Pichelmayer war unverheiratet), fühlte er sich glücklich!

Pichelmayers herrliche Gaben konnten ihm nur Freunde und Verehrer verschaffen. Der Tag der Beerdigung zeigte dies am deutlichsten. Fachgenossen, Bekannte und Freunde werden sein Andenken stets hochhalten und ehren. *Ossanna.*

* * *

Die beiden nachfolgenden Aufsätze hat uns Professor Pichelmayer einige Wochen vor seinem Ableben zur Veröffentlichung übergeben. Es waren dies offenbar seine letzten Arbeiten. Wie aus einem an uns anläßlich der Arbeit von Prof. Hallo im Heft 1 l. J. gerichteten Schreiben vom 6. Jänner hervorgeht, hat sich der Verstorbene in den letzten Tagen intensiv mit der Frage des allgemeinen Transformators beschäftigt. In diesem Briefe spricht er sich gegen die Einführung des Begriffes der „effektiven Windungszahlen" aus, der ihm überflüssig erscheint; er will vielmehr an den „Induktionskoeffizienten" festhalten.

Für die Durchsicht der Korrektur sind wir dem Herrn Supplenten Dr. Ritter v. Merkl bestens verbunden.

Die Redaktion.

Zur Theorie des „allgemeinen Transformators".

Von **Karl Pichelmayer.** †

Bei der Übertragung von Energie von einem Wicklungssystem auf ein anderes mit Hilfe eines magnetischen Feldes kann man bekanntlich die Spannungsverhältnisse ändern, was zu der Bezeichnung „Transformator" geführt hat. Die Änderung der Spannungsverhältnisse ist jedoch eine nebensächliche Eigenschaft der Energiekupplung, wenngleich sie von größtem praktischen Wert ist. Für die rein theoretische Betrachtung des Transformators ist jedoch die Art der Energieübertragung, unabhängig von dem willkürlich zu wählenden Übersetzungsverhältnis der Windungszahlen, das Wesentliche und Interessante.

Bei der numerischen Berechnung der Einphasenmotoren mit Kommutator trat eine neue Form des Transformators auf, jene des Transformators mit verteilten Windungen. Während bei der alten Form die Energieübertragung fast durch den ganzen Fluß im Eisenkern geschah und dieser sowohl mit allen primären als auch mit allen sekundären Windungen voll verkettet war, drang bei der neuen Form der Kupplungsfluß zwischen den Windungen hindurch, wobei diese außerdem noch verschieden verteilt sein mochten. So wird zum Beispiel bei allen Arten von Repulsionsmotoren, von der Statorwicklung aus Energie in die Gleichstromwicklung des Rotors übertragen und während die Statorwicklung in der Regel nur einen Bruchteil der Polteilung — etwa zwei Drittel — bedeckt, ergibt die Gleichstromwicklung (bei Durchmesserwicklung) volle Bedeckung.

Bei einem solchen Transformator treten gewisse Abweichungen von den gewöhnlichen Regeln auf. So hat schon Sumec in E. u. M. 1905, Seite 255, in der Arbeit: „Zur Berechnung einphasiger Kommutatormotoren" die wertvolle Anregung gegeben, bei der Untersuchung solcher magnetischer Energieübertragungen von den genau definierten Koeffizienten der Selbst- und Fremdinduktion beider Wicklungssysteme auszugehen. Dort finden sich auch die numerischen Werte solcher Koeffizienten für verschiedene relative Wicklungsbreiten. In „Dynamobau" (1908) sind ebenfalls Formeln zur genauen Berechnung der Selbst- und Fremdinduktion enthalten. Hier ist auch in einem Kapitel mit der Überschrift: „Transformation zwischen gleichachsigen Trapezfeldwicklungen" der Fall etwas verallgemeinert. Hier sind schon verschiedene Spulenbreiten angenommen und es wird auch die Anwendung auf die genaue Berechnung der Übersetzungsverhältnisse der Ströme und Spannungen in einem Winter-Eichberg-Motor gezeigt. Die in „Dynamobau" gegebenen Formeln (50) und (184) wurden von mir mit den analogen von Ossanna in „Starkstromtechnik" veröffentlichten verglichen und gleichlautend gefunden. In den E. T. Z. 1908 veröffentlicht Rogowsky eine Arbeit, in der zum erstenmal auf die Notwendigkeit, negative Streuungskoeffizienten einzuführen, hingewiesen wird. Diese Notwendigkeit tritt besonders stark im „Transformator mit verteilten Wicklungen" auf. In Arnolds „Wechselstromtechnik", Bd. V, 1912, wird ebenfalls der Fall dieses Transformators behandelt. In E. u. M. 1913 behandeln die Herren Niethammer und Siegel das gleiche Problem. Die vorliegende Arbeit verfolgt nun den Zweck, zu zeigen, daß alle Fragen des „allgemeinsten Transformators" von selbst gelöst sind und keine Unklarheit zurückbleibt, wenn man die

Digitized by Google

Koeffizienten der Selbst- und Fremdinduktion genau rechnen kann, wie es zum Beispiel mit den in „Dynamobau“ gegebenen Formeln möglich ist, auf die ich mich hier ausschließlich beziehe.

Da uns der Transformator mit verteilten Wicklungen hauptsächlich in der Form interessiert, wie er in den Motoren enthalten ist, so beziehen wir uns hier auf diese Form, bei welcher außerdem vorausgesetzt werden soll, daß die ganze Reluktanz im Luftspalt und den beiden Nutenschichten sitze. Wir nehmen ferner unendlich fein verteilte Wicklungen an. Schon die Wicklungen mit sieben bis acht Nuten pro Polteilung kommen bezüglich ihrer Koeffizienten der ganz verteilten Wicklung praktisch sehr nahe.

Die Hauptsache, worin sich der neu aufgenommene Transformator von dem Transformator mit voll verketteten Windungen unterscheidet, liegt darin, daß er die sogenannte „doppelt verkettete Streuung“ zeigt, auf welche Rogowsky zuerst hinweist. Diese Streuung folgt zwar auch schon aus dem Umstande, daß, wie Sumec zuerst nachwies, im allgemeinen bei verschiedenen relativen Wicklungsbreiten auch dann

$$L_1 L_2 = M^2$$

wird, wenn die Induktanzen L_1 und L_2 aus den den Luftspalt übersetzenden Flüssen allein gerechnet werden, allein es bedurfte doch noch manches Gedankens, um insbesondere die Konsequenz der negativen Streuung zu sichern, die hiebei auftreten kann. Scheinbar streufreie Felder ergaben eine Streuspannung, die aus einem mit beiden Wicklungssystemen verketteten Flusse entsprang. Es ist dies die Folge der Differenzfelder (vergl. Fig. 193 in „Dynamobau“, Fig. 162 *a*, 162 *b* in Bd. V, zweiter Teil der „Wechselstromtechnik“, I. Auflage), welche infolge des Formunterschiedes der primären und sekundären Feldlinien auftreten.

Da uns der „allgemeinste Transformator“ hauptsächlich in bezug auf seinen Betrieb mit harmonischen Strömen interessiert, führen wir statt der Induktanzen die Reaktanzen ein, welche sich von den ersteren nur durch den Periodenfaktor $2\pi\nu 10^{-8}$ unterscheiden.

Wir wenden ferner folgende Bezeichnungen an:

ρ = Reluktanz eines prismatischen Körpers vom Querschnitt: Ankerlänge × Polteilung und von der Höhe δ', wo δ' den „äquivalenten Luftspalt“ (in Beziehung auf die Reluktanz) vorstellt.
ν = Periodenzahl.
R = Reaktanz.
Δ = Klemmenspannung.
J = Strom.
z = Windungszahl.
β = Relative Wicklungsbreite.
E_r = Reaktanzspannung.
σ = Streufaktor.

Die Indizes 1 und 2 beziehen sich auf den primären und sekundären Kreis, der Index σ bezieht sich auf die Streuung, der Index σ_ν auf doppelt verkettete Streuung, R_{12} bedeutet gegenseitige Reaktanz usw., wobei wir unter gegenseitiger Reaktanz den Faktor verstehen, mit dem man bei primärer Speisung und leerem Sekundärkreis zufolge des Induktionsgesetzes für harmonische Ströme den primären Strom multiplizieren muß, um die sekundäre Spannung zu erhalten. Es ist dies auch bei ungleicher Wicklungsverteilung ganz genau der gleiche Faktor, mit dem man bei sekundärer Speisung und offenem primären Kreis den sekundären Strom multiplizieren muß, um die primär induzierte Spannung zu erhalten.

$$R_{12} = R_{21}.$$

Der Index 0 bedeutet „ohne Streuung“, und zwar ohne die „alte“ Streuung.

$E_{r\,1\,\sigma\nu}$ bedeutet zum Beispiel die Reaktanzspannung der primären, doppelt verketteten Streuung.

$E_{r\,1\,2}$ bedeutet die sekundär induzierte Spannung bei primärer Speisung usw.

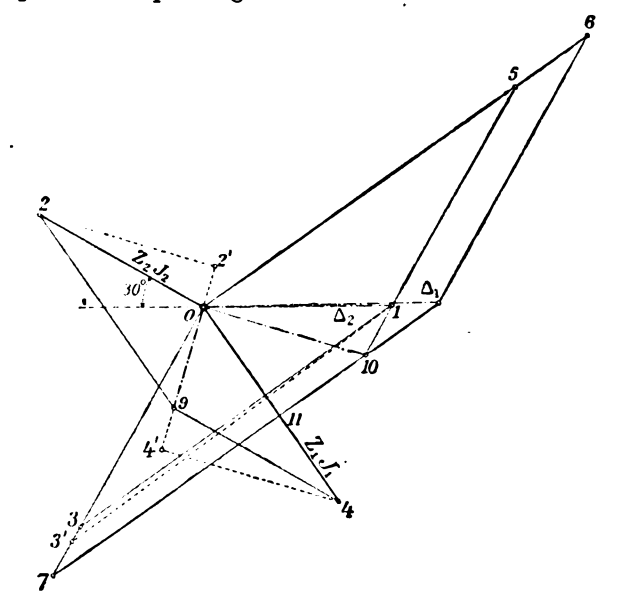


Fig. 1.

Im Gegensatz zur „doppelt verketteten Streuung“ nennen wir die bisher hauptsächlich betrachtete die „alte“ oder die einfach verkettete Streunng.

Nach „Dynamobau“, Seite 360 und 157, wird für

$$\frac{L_0 \tau}{\delta'} = \frac{1}{\rho}$$

$$\left.\begin{aligned} E_{r1} &= \frac{4\pi^2}{10}\,\nu\, z_1^2 J_1 \frac{1}{\rho}\left(1 - \frac{2}{3}\beta_1\right) 10^{-8} = R_{10} J_1 \\ E_{r2} &= \frac{4\pi^2}{10}\,\nu\, z_2^2 J_2 \frac{1}{\rho}\left(1 - \frac{2}{3}\beta_2\right) 10^{-8} = R_{20} J_2 \end{aligned}\right\} \quad 1).$$

Für $\beta_1 < \beta_2$ wird:

$$\left.\begin{aligned} E_{r12} &= \frac{4\pi^2}{10}\,\nu\, z_1 z_2 J_1 \frac{1}{\rho}\left(1 - \frac{\beta_1^2}{6\beta_2} - \frac{\beta_2}{2}\right) 10^{-8} = R_{12} J_1 \\ E_{r21} &= \frac{4\pi^2}{10}\,\nu\, z_1 z_2 J_2 \frac{1}{\rho}\left(1 - \frac{\beta_1^2}{6\beta_2} - \frac{\beta_2}{2}\right) 10^{-8} = R_{12} J_2 \end{aligned}\right\} \quad 2).$$

Für $\beta_1 > \beta_2$ wird:

$$\left.\begin{aligned} E_{r12} &= \frac{4\pi^2}{10}\,\nu\, z_1 z_2 J_1 \frac{1}{\rho}\left(1 - \frac{\beta_2^2}{6\beta_1} - \frac{\beta_1}{2}\right) 10^{-8} = R_{12} J_1 \\ E_{r21} &= \frac{4\pi_2}{10}\,\nu\, z_1 z_2 J_2 \frac{1}{\rho}\left(1 - \frac{\beta_2^2}{6\beta_1} - \frac{\beta_2}{2}\right) 10^{-8} = R_{12} J_2 \end{aligned}\right\} \quad 3).$$

Aus diesen Gleichungen ergeben sich sofort die Faktoren σ_ν jener „doppelt verketteten“ Streuungen, welche mit der eigentlichen alten Streuung nichts zu tun haben, es ist nämlich:

$$E_{r\,1\,\nu} = E_{r\,1\,0} - \frac{z_1}{z_2} E_{r\,1\,2},$$

somit

$$\sigma_{1\nu} = \frac{E_{r\,1\,\nu}}{\frac{z_1}{z_2} E_{r\,1\,2}} = \frac{1 - \frac{2}{3}\beta_1}{1 - \frac{\beta_1^2}{6\beta_2} - \frac{\beta_2}{2}} - 1 \quad . \quad 4),$$

Digitized by Google

analog

$$\sigma_{2v}=\frac{E_{r\,2\,v}}{\frac{z_2}{z_1}E_{r\,21}}=\frac{1-\frac{2}{3}\beta_2}{1-\frac{\beta_1^2}{6\,\beta_2}-\frac{\beta_2}{2}}-1 \quad . \quad 5),$$

gültig für $\beta_1<\beta_2$; ist $\beta_1>\beta_2$, so sind in den Nennern allein β_1 und β_2 zu vertauschen. Für $\beta_1<\beta_2$ wird σ_{2v}, für $\beta_1>\beta_2$ wird σ_{1v} stets negativ. Dies ist die von Rogowsky zuerst ermittelte negative Streuung, die im Spannungspolygon klar zum Ausdruck kommt.

Beispiel: Es sei $\beta_1=0{\cdot}75$; $\beta_2=1{\cdot}0$; $\Delta_2=50\ V$; $J_2=200\ A$; $\varphi_2=30^0$; (?) $\Delta_1 J_1\,\varphi_1$.

Setzen wir der Einfachheit wegen $z_1=z_2=100$ und $\frac{4\pi^2}{10}\nu\frac{1}{\rho}10^{-8}=10^{-4}$ so wird, wenn wir die alte Streuung vorläufig nicht beachten:

$$R_{10}=1-\frac{2}{3}\beta_1=0{\cdot}500$$

$$R_{12}=R_{21}=1-\frac{\beta_1^2}{6\,\beta_2}-\frac{\beta_2}{2}=0{\cdot}406$$

$$R_{20}=1-\frac{2}{3}\beta_2=0{\cdot}333$$

und

$$\sigma_{1v}=\frac{0{\cdot}500}{0{\cdot}406}-1=+\,0{\cdot}230$$

$$\sigma_{2v}=\frac{0{\cdot}333}{0{\cdot}406}-1=-\,0{\cdot}180.$$

Wir sehen, daß bedeutende Einzelstreuungen auftreten, obwohl das Produkt $R_{10}R_{20}=0{\cdot}167$ wenig von $R_{12}^2=0{\cdot}165$ abweicht.

Alle den Transformator betreffenden Fragen können durch die Spannungspolygone der einzelnen Wicklungen beantwortet werden.

In jeder Wicklung gibt es die drei Hauptspannungen der Selbst- und Fremdreaktanz und der Resultierenden dieser beiden Spannungen.

Wir zeichnen zuerst das Spannungsdreiek der sekundären Wicklung, wobei wir alle Spannungen mit $z_1:z_2$ multiplizieren wollen, um selbe auf den primären Kreis zu „reduzieren“. Obwohl hier $z_1=z_2$ gewählt wurde, soll der Faktor $z_1:z_2$ der Allgemeinheit wegen stets angeschrieben werden. Wir ziehen den Vektor der reduzierten sekundären Klemmenspannung $\overline{0,\,1}=(z_1:z_2)\,\Delta_2=50\ V$. Der Vektor $\overline{0,\,2}$ der sekundären AW ist unter 30^0 bezw. 150^0 zu $\overline{0,\,1}$ zu zeichnen, weil die sekundäre Leistung als Generatorleistung negativ zu nehmen ist. Wir ziehen hierauf $\perp\,\overline{0,\,2}$ den Strahl $\overline{0,\,3}=R_{20}J_2(z_1:z_2)=0{\cdot}333\times 200=66{\cdot}7\ V$, das ist die sekundäre Reaktanzspannung samt derjenigen der negativen, doppelt verketteten sekundären Streuung, dann muß $\overline{3,\,1}=R_{12}J_1(z_1:z_2)$ sein. Wir finden

$$R_{12}J_1(z_1:z_2)=101\ V,$$

woraus $J_1=249\ A$ folgt.

Wir tragen $z_1J_1=24.900\ AW$ in $\overline{0,\,4}\perp\overline{0,\,3}$ auf und übertragen $\overline{3,\,1}\,\#\,0,5$. Das Dreieck 0, 3, 1 oder auch 1, 5, 0 ist das Dreieck der reduzierten sekundären Spannungen, wobei wir die Resistanzspannungen sowie jene der „alten“ Streuungen nicht einbezogen haben. Um das Dreieck der primären Spannungen zu finden, ziehen wir $\overline{0,\,6}=R_1J_1=124{\cdot}5\ V$, machen

$$\overline{0,\,7}=R_{12}J_2=81{\cdot}2\ V$$

und übertragen $\overline{0,\,7}\,\#$ nach $\overline{6,\,8}$. Die Schlußlinie $\overline{0,\,8}$ gibt die primäre Klemmenspannung $\Delta_1=62\ V$.

Die streuungsfreien Spannungen $\overline{0,\,5}$ und $\overline{0,\,7}$, vektoriell zusammengesetzt, geben die auf den primären Kreis reduzierte Spannung $\overline{0,\,10}=44{\cdot}6\ V=E_{g1}$ des „gemeinsamen Feldes“, welches wahre und scheinbare Watt in den Sekundärkreis überträgt. Die vektorielle Zusammensetzung der primären und sekundären AW gibt in $\overline{0,\,9}$ die resultierenden AW des gemeinsamen Feldes, zu denen hier der Primärstrom den positiven Anteil $\overline{0,\,4'}=15.400\ AW$ der Sekundärstrom den negativen Anteil $\overline{0,\,2'}=4400\ AW$ beiträgt. Die Summe ist $\overline{0,\,9}=11.000\ AW$.

Der Beweis dafür, daß $\overline{0,\,9}$ die resultierenden AW des gemeinsamen Feldes sind, ergibt sich daraus, daß das Parallelogramm der AW, nämlich 0, 4, 9, 2 geometrisch ähnlich dem Parallelogramm 0, 5, 10, 7 der streufreien Spannungen ist. Multipliziert man nämlich diese letzteren alle mit $R_{12}:z_2$, so erhält man die ersteren.

Amperewindungen und Spannungen der Fremdinduktion sind also durchaus einander proportinal; gleiche Gesamt-AW in der primären oder sekundären Wicklung geben jederzeit in der jeweils anderen Wicklung Spannungen, die sich genau wie die Windungszahlen verhalten. Dies ist der Sinn der altbekannten Tatsache, daß die gegenseitigen Reaktanzen R_{12} und R_{21} gleich sind.

Es ist auch leicht einzusehen, daß die Konstante der gegenseitigen Induktion dieselbe ist, ob man primär speist oder sekundär, weil für das Zustandekommen einer gewissen Spannung im anderen als den gespeisten Kreis die Verteilung beider Wicklungen maßgebend ist; die Verteilung der gespeisten Wicklung, weil sie das Feld formt, jene der induzierten Wicklung, weil sie den „Wicklungsfaktor“ der Spannung beeinflußt. Die Verkettungszahlen des gemeinsamen oder Kupplungsfeldes, das ist eben desjenigen der gegenseitigen Induktion, sind also pro Amperewindung genau gleich, ob man primär oder sekundär speist. Diese Erkenntnis gehört zu den ältesten Ergebnissen der Elektrizitätslehre.

Der Koeffizient der gegenseitigen Induktion ist indessen nicht zu verwechseln mit dem Übersetzungsverhältnis der Spannungen, welches durchaus variabel ist und sehr davon abhängt, ob der primäre oder sekundäre Kreis gespeist wird und der jeweils andere leer oder belastet ist. Dieses Übersetzungsverhältnis ist beim Transformator mit ungleich verteilten Wicklungen besonders verschieden, je nachdem man primär oder sekundär speist. Dieser Umstand bedeutet jedoch gegenüber dem alten Transformator nur einen graduellen Unterschied, denn auch bei diesem war die gleiche Erscheinung vorhanden. Ungleiche Wicklungsverteilung bewirkt eben nur das Auftreten noch größerer Verschiedenheiten des primären und sekundären Streufaktors, was darin begründet erscheint, daß nach dem Vorigen einer der Streufaktoren negativ werden muß. An dieser Stelle sei auch des Umstandes gedacht, daß eine AW-Gruppe, zum Beispiel die primäre, magnetisch in den Sekundärkreis wirkt, und zwar mit dem gemeinsamen Feld, während sie nebenbei, das heißt ohne neuen AW-Aufwand ihr eigenes Streufeld schafft. Bei der Beurteilung der Spannungsübersetzung kommt

Digitized by Google

dieses Streufeld in Betracht, bei Beurteilung der übertragenen Spannung aber nicht.

Aus unserem Diagramm finden wir noch die folgenden Größen:

$\overline{0, 11} = 35\ V$, das ist die Wattspannungskomponente der primären Klemmenspannung $\overline{0, 8}$ oder auch der gemeinsamen oder Kupplungsspannung $\overline{0, 10}$ in bezug auf den primären Strom.

$\overline{8, 10} = 51{\cdot}8\ V$, das ist die wattlose Komponente der primären Klemmenspannung.

$\overline{10, 11} = 27{\cdot}7\ V$, das ist die wattlose Komponente der Kuplungsspannung.

Die Bilanz der wahren und scheinbaren Leistungen ergibt sich in folgender Weise:

Sekundäre wahre Leistung $50 \times 200 \times \cos 30^0$	8660 *W*
Primäre „ „ 35×249	8700 *W*
Fehler der Graphik usw. .	40 *W*
Primäre scheinbare Leistung $51{\cdot}5 \times 249$.	12.800 *VA*

Diese setzt sich zusammen aus der:

Scheinbaren Leistung des Magnetisierungsstromes $44{\cdot}6 \times 110$	4.906 *VA*
Desgleichen der primären Streuung $(0{\cdot}5 - 0{\cdot}406)\,\overline{249}^2$	5.828 *VA*
Desgleichen im äußeren Sekundärkreis $50 \times 200 \times \sin 30^0$	5.000 *VA*
Zusammen positive *VA* .	15.734 *VA*
Hievon ab negative scheinbare Leistung der sekundären Streuung $(0{\cdot}406 - 0{\cdot}333)\,\overline{200}^2$	2.908 *VA*
Zusammen .	12.826 *VA*

gegenüber 12.800 *VA* wie oben.

Um auch die alten Streuungen ins Diagramm zu bringen, brauchen wir nur die Streuspannung $\overline{8, 7}$ bezw. $\overline{5, 6}$ um die Streuspannungen der alten Streuung zu vermehren.

Es sei zum Beispiel

$$R_{1\sigma} = 0{\cdot}10\ R_{1\sigma} = 0{\cdot}05$$
$$R_{2\sigma} = 0{\cdot}06\ R_{2\sigma} = 0{\cdot}02$$

Wir tragen dann $R_{2\sigma} J_2 = 0{\cdot}02 \times 200 = 4\ V$ in 3, 3′ auf und ziehen 3′, 1. Hierauf wird das Diagramm wie früher entwickelt. Die resultierenden Streureaktanzen sind einfach die Summen der Reaktanzen der „alten“ oder einfach verketteten und der „doppelt verketteten“ Streuungen.

Wir sehen, daß der Transformator mit verteilten Wicklungen, abgesehen von der negativen Streuung eines Wicklungsteiles, sich vom Transformator mit voller Kraftlinienverkettung nicht wesentlich unterscheidet, und daß alle bei demselben auftretenden Fragen bei Kenntnis der Induktionskoeffizienten sich von selbst lösen. Seine Theorie war daher schon durch die Arbeiten von Sumec, Rogowsky, Ossanna und dem Verfasser dieses vollkommen erledigt.

Die Rolle des Ankerfeldes bei der Kommutierung.

Von **Karl Pichelmayer.** †

Zur Herbeiführung funkenfreien Ganges eines Kommutatorankers muß die kommutierte Spule möglichst spannungsfrei gemacht werden. Sind keine induzierten Spannungen vorhanden, sondern nur die Ohmschen, so findet unter dem Einfluß derselben eine Stromwendung nach einer möglichst gerade gestreckten Übergangskurve statt, genau so, als wenn der Anker nur ganz langsam liefe. Der Bürstenstrom überschiebt sich von der Ablauflamelle auf die Auflauflamelle im großen und ganzen proportional den abnehmenden und zunehmenden Kontaktflächen, so daß keine übermäßigen Stromdichten entstehen können. Es ist ganz gleichgültig, ob dieser Proportionalität mehr oder weniger strenge gilt, das heißt ob die Kommutierungskurve mehr oder weniger von der Geraden abweicht. Wichtig ist nur, daß gegen das Ende der Kommutierung der Auslauf der Stromkurve nicht derart ist, daß sehr hohe Stromdichten und damit Feuer eintreten können. Bei sehr hohen Stromdichten steigt die Kontaktspannung unter Umständen sehr weit über deren Wert bei den mittleren Stromdichten und verhindert eine allzu große Stromstauung in der Fläche der Ablaufkante. Daß Kontaktspannungen von weit mehr wie 1 bis 1·5 *V* bei Kohlebürsten auftreten können, beweist die Bürstenpotentialkurve, welche neuerdings vielfach zur Einstelllung der Wendepolerregung verwendet wird.

Will man spannungsfreie oder reine Widerstandskommutierung erzielen, so müssen alle bei höheren Geschwindigkeiten bemerkbar werdenden Spannungen sich gegenseitig kompensieren, und zwar womöglich während ihres ganzen zeitlichen Verlaufes und nicht nur bezüglich ihrer Mittelwerte. Zum Zwecke der Analyse der auftretenden Induktionsspannungen kann man sich denken, daß die Ankerwindungen einerseits ein magnetisierendes System bilden, welches fiktive Felder und daher fiktive Spannungen gibt, und daß andererseits die Wendepolwindungen die der Ankerfeldspannung gegenwirkende ebenfalls fiktive Spannung liefern. Die Wendepol-AW sind konstant und liefern daher eine ruhige „Wendefeldspannung“, sobald man peripherisches Schwingen des Wendefeldblockes durch Abrunden der Wendepolkanten, Annahme eines im Vergleich zur Nutenöffnung genügend großen Wendepol-Luftspaltes u. dgl. vermieden hat. Die Anker-AW hingegen sind nicht konstant, sondern ändern sich fortwährend. Dieser Umstand sowie der weitere, daß sie längs der Wendepolbreite verschieden verteilt sind, verhindert eine genaue Kompensierung der Ankerfeldspannung durch die Wendefeldspannung während des ganzen zeitlichen Verlaufes derselben. Will man daher untersuchen, inwieweit eine solche Kompensierung möglich ist, so muß man den zeitlichen Verlauf jeder dieser Spannungen möglichst genau kennen. Über den Verlauf der Wendefeldspannung ist nichts zu sagen nötig; hingegen soll hier der Verlauf der Ankerfeldspannung, und zwar nur jener des äußeren Ankerfeldes oder Ankerquerfeldes genauer untersucht werden, weil über die Art, wie das Ankerquerfeld in der kommutierten Spule Spannung induziert, keineswegs Klarheit herrscht. Wir bezeichnen diese Spannung mit e_q und bedienen uns bei dieser Untersuchung der von Rüdenberg zuerst geschaffenen Methode, für welche die Aufstellung der genauen Diagramme der MMKe des Ankers charakteristisch ist.

Digitized by Google

Es wird sich herausstellen, daß der Verlauf von e_q ein relativ ruhiger ist, daß die e_q-Spannung im wesentlichen eine „Rotationsspannung" ist, daß sie also der Hauptsache nach nicht „transformatorisch" induziert wird und daß die große Wahrscheinlichkeit besteht, man könne bis zu verhaltnismäßig hohen absoluten Werten derselben eine erträglich gute Kompensation nicht nur der Mittelwerte, sondern auch der Momentanwerte derselben durch einen möglichst konformen Verlauf der Wendefeldspannung herbeiführen. Es soll ein **bestimmter** Anker in bezug auf seine Kommutierung graphisch durchgearbeitet werden.

Zur Erleichterung der Darstellung wurde ein Anker mit relativ sehr wenig Stäben und Nuten gewählt, die Zahl der bedeckten Lamellen jedoch den praktischen Verhältnissen angepaßt. Die Zahl der nichtkommutierten Stäbe kann man sich beliebig vermehrt denken. Es wurde angenommen:

Polzahl	$2p = 2$
Nutenzahl	$N = 10$
Stäbezahl	$s = 40$
Zahl der Kommutatorlamellen	$k = 20$
Wicklungsschritte	$y_1 = 19$, $y_2 = 17$
Polteilung in Stabteilungen	$\tau = 20$
Zahl der von der Bürste bedeckten Lamellen	$m = 3{\cdot}5$
Strom in einem Ankerstab	$J = 140\ A$

Wir würden in der Kommutierungszone die gleichen Verhältnisse erhalten, wenn wir zum Beispiel $\tau = 40$, $s = 80$, $y_1 = 39$, $y_2 = 37$ machen würden.

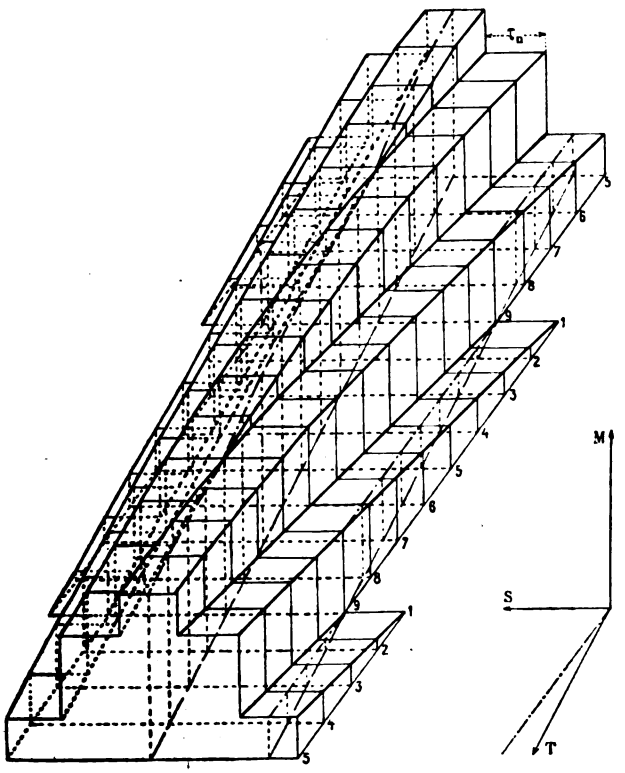


Fig. 1.

Wir untersuchen zuerst die örtlichen und zeitlichen Veränderungen der gesamten MMK des Ankers und stellen diese in einem Raumdiagramm (Fig. 1 und 2) dar, welches in folgender Weise erhalten wurde. Als erstes zeichnete man mit Zuhilfenahme des Wicklungsschemas ein Stromgraphikon der Stabströme unter Annahme geradliniger Kommutierung aus dem in jedem Augenblick der Wert des Stromes in einem beliebigen Ankerstab entnommen werden konnte. Hierauf wurden, da je vier Stäbe in einer Nut liegen, die gesamten Nutenströme durch Zusammenfassen von je vier Stabströmen bestimmt und auf der Abrollung des Ankerumfanges aufgetragen.

Die Integralkurve der Verteilung der Nutenströme für einen gegebenen Augenblick gibt die Kurve der magnetischen Spannungen oder der MMKe des Ankers für diesen Augenblick. Solche MMK- oder *M*-Linien wurden für acht Augenblicke innerhalb einer Nutendurchlaufsperiode, nach welcher die gleichen Verhältnisse wiederkehren, gezeichnet und, wie in Fig. 1, wo 17 solcher *M*-Linien dargestellt sind, derart schräg untereinander gezeichnet, daß sie als die Schnitte eines axonometrisch dargestellten Ankerweg—MMK—Zeit-Körpers — oder kurz *S-M-T*-Körpers parallel zur *SM*-Ebene erscheinen. Dieser Körper ist die Darstellung der zeitlichen und örtlichen Verteilung der MMKe des

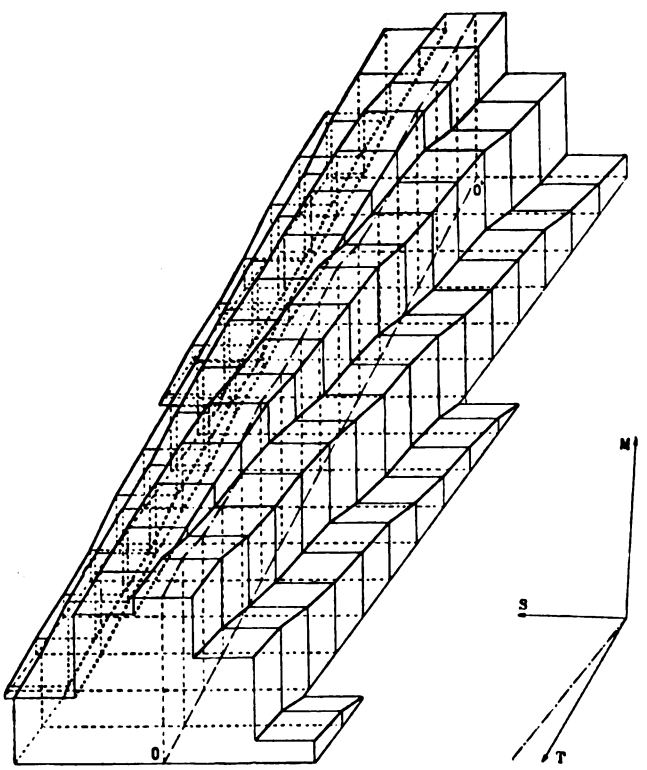


Fig. 2.

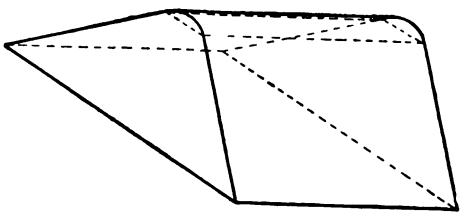
Ankers, während dieser sich bewegt und die Ströme (geradlinig) kommutiert werden. Die MMKe sind jeweils parallel zur *M*-Achse zu messen und erscheinen als die jeweiligen Höhen der Treppenflächenpunkte über der Basisebene, welch letztere die in bezug auf die MMKe neutrale Ebene des Ankers vorstellt, in welcher die MMKe durch Null gehen. Die einzelnen *M*-Schnitte gelten für den halben Anker bis zu dieser Nullebene und stellen die jeweils **örtliche** Verteilung der MMKe längs des Ankerumfanges vor. Die größte Staffelhöhe der *M*-Linien in den hier schmalen nichtkommutierten Zonen ist $4 \times 140 = 560\ A$. Dieser Wert geht während der Kommutierung durch Null in $-560\ A$ über. Verfolgt man eines der schräganssteigenden Bänder des Treppenkörpers, so erfährt man in seinem Ansteigen das allmähliche Wachsen der MMK über einem Ankerzahn, **während** sich dieser bewegt. Dieses Ansteigen ist nicht völlig stetig, die Steigung hat vielmehr Bruchpunkte, welche dem Einsetzen und Aufhören

Digitized by Google

von Stromwendungen entsprechen. Im „Kommutierungsrücken" erreicht die MMK ihre Maxima, die selber nur wenig veränderlich sind.

Will man die zeitlichen Veränderungen der MMK an einer im Raume festen Stelle gegenüber der Ankeroberfläche verfolgen, so schneide man den *S-M-T*-Körper nach einer Ebene parallel zur *M-T*-Ebene, wie dies in Fig. 1 für die Bürstenmittelebene und für eine Stelle geschehen ist, wo die MMK parallel zur Zeitachse periodisch langsam ansteigt, um plötzlich auf das Nullpotential der Basisebene des *S-M-T*-Körpers zu fallen. In der Bürstenmittelebene ist die MMK nur geringen Schwankungen unterworfen. Wir erkennen aus dem eigentümlichen Körper, daß die periodischen, langsamen und plötzlichen Hebungen und Senkungen der MMK an den verschiedenen Stellen des Raumes nicht gleichzeitig, sondern in verschiedenen Phasen erfolgen. Wir können uns vorstellen, daß die

Fig. 3.



Nutenstaffel entlang einer Leitfläche (Fig. 3), die sich für den *S-M-T*-Körper bei unendlicher Feinteilung der Wicklung ergeben wird, über den Kommutierungsrücken sichern, indem die Staffelhöhe erst ab- und dann wieder zunimmt. Es findet also keine peripherische Schwankung der *M*-Linie als Ganzes statt. Bei unendlicher Feinteilung des Kommutators ist das AW-Diagramm des Ankers vollkommen in Ruhe.

Große unstetige Veränderungen der MMK kommen nur bei Verfolgung der *M*-Linien längs des Ankerumfanges vor, wobei dieselben Sprünge um die volle Nutendurchflutung machen. Diese Sprünge kommen aber für die Induktion allfälliger starker Spannungsstöße in den betrachteten Kurzschlußwindungen nicht in Frage, weil diese Windungen mit den Stellen der Unstetigkeit, den Nutenmitteln mitwandern!

Wir wollen nun untersuchen, was für einen Verlauf die vom Ankerfelde induzierte fiktive Spannung in einer Spule hat und denken uns zu diesem Zwecke dem Anker Wendepole mit längs des Umfanges gleichbleibendem Luftspalt gegenübergestellt. In unserem Beispiel genügt eine Wendefeldbreite von zwei Nutenteilungen.

Die verschiedenen *M*-Linien des Ankers werden ähnlichen B_q-Diagrammen entsprechen, wenn wir mit B_q die Ankerquerfeldinduktion bezeichnen. Die Integration der einzelnen B_q-Linien gibt die fiktiven Flüsse des Ankerfeldes durch die Wendepole. Wir erhalten für diese die folgenden Relativzahlen:

Zeitmoment	1	2	3	4	5
Wendepolfluß Φ_q	1296	1274	1252	1246	1240

Zeitmoment	6	7	8	9
Wendepolfluß Φ_q	1246	1252	1274	1296

Diese gesamten Flüsse zeigen also, obwohl wir nur fünf Nuten pro Polteilung angenommen haben, relativ geringe Änderungen. Die größte Abweichung ist 3·5% des Mittelwertes. Bei einem Anker mit mehr Nuten und Lamellen würden die relativen Änderungen weit geringer sein.

Diese gesamten, beim wirklichen Betriebe jedoch fiktiven Wendepolflüsse sind indessen noch nicht maßgebend für die Ankerfeldspannungen. Um diese letzteren zu erhalten, wurden die *M*-Linien innerhalb der Wendepolbreite und zwar rechts und links von der jeweiligen Spulenstellung planimetriert. Man erhält so für verschiedene Augenblicke den jeweiligen fiktiven Ankerfeldfluß durch die Spule. Es wurden dieselben, und zwar 15 Zeitmomente gewählt, wie beim Entwerfen der *M*-Linien. Sie entsprechen dem Durchlauf einer Spule durch die Bürstenbreite. Letztere ist 3·5 Lamellenteilungen oder 1·75 Nutenteilungen, entsprechend 14 Zeitintervallen. In der Fig. 4 ist in Kurve Φ_g der

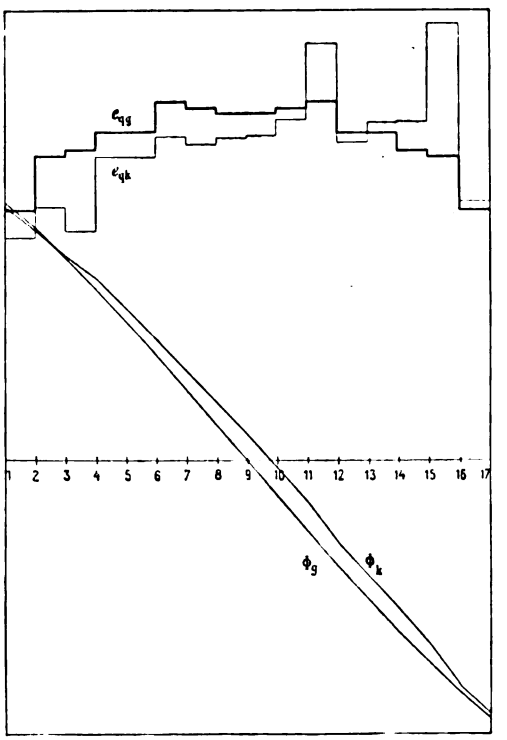


Fig. 4.

zeitliche Verlauf der Spulenflüsse dargestellt. Infolge des Induktionsgesetzes ist die Differentialkurve von Φ_g die Kurve der Ankerfeldspannung, wobei aber die Rotationsspannungen und die transformatorisch oder statisch induzierten zusammen berücksichtigt erscheinen. Man erhält die Linie e_{qg}. Der Index *g* bedeutet geradlinige Kommutierung. Wie wir diesem Linienzuge entnehmen, sind die Unterschiede der theoretischen gestaffelten Linie gegenüber der gewölbten stetigen Linie, die sich in praxi wegen der großen Dämpfungswirkungen einstellen wird, recht gering. Die e_q-Spannung ist im wesentlichen eine Rotationsspannung.

Dieselbe graphische Untersuchung wurde nun für eine krummlinige Kommutierung angestellt. Fig. 2 zeigt den *S-M-T*-Körper für diesen Fall. Die Änderungen der MMKe sind hier weit weniger stetig. Der Verlauf des Flusses durch die Spule wird Φ_k (Fig. 4). Die Deriviste e_{qk} ist nicht mehr symmetrisch, bedeutend unruhiger und steigt steil an. Bei gleichem oder symmetrisch gewölbtem Luftspalt ist jetzt von einer auch nur angenäherten Aufhebung der Momentanwerte der e_q-Spannung durch die entprechenden Momentanwerte der Wendefeldspannung nicht mehr die Rede. Auf dem bekannten Umstand, daß jetzt die Anker-AW compoundierend wirken, gehen wir hier nicht näher ein.

Bei der beschriebenen Untersuchung wurden die allfälligen Flußschwankungen durch die Hauptpole nicht berücksichtigt; dort tritt eine so starke Dämpfung ein,

Digitized by Google

daß dieselben kaum in Betracht kommen können. Natürlich müssen die Polhörner zweckmäßig geformt sein. Die Untersuchung erstreckte sich ferner nur auf eine fünf Nutenteilungen umspannende Ankerspule; es gibt deren auch, die nur vier Teilungen umspannen; diese werden etwas anders kommutieren. Das innere Nutenstreufeld und die Stirnwindungsfelder wurden nicht in die Untersuchung miteinbezogen. Für diese werden sich ähnliche Spannungskurven ergeben.

Die Ankerquerfeldspannung wird nach dem Gesagten eine relativ glatte Kurve haben und es sind bei gutgehender Kommutierung keine großen Abweichungen von einem gestreckten Verlauf der Übergangskurven zu erwarten. Dies wurde mir durch oszillographische Aufnahmen vollauf bestätigt, die jedoch erst später veröffentlicht werden können.

Die vorliegende Untersuchung zeigt, daß die plötzlichen Änderungen in der Kurve der e_q-Spannung nur durch die Lamellenteilung bezw. die Unterteilung des Ankerstromes bedingt sind. Es ist daher auf feingeteilte Kommutatoren hinzuarbeiten, sobald die absoluten Werte der sich kompensierenden Spulenspannungen groß werden. Leider ist dies gerade bei den Turbos so schwer möglich.

Wenn zwischen der Kurve von e_q und jener von e_w Abweichungen bestehen, welche die Stromkurve verzerren können, so kommt es auf die absolute Größe dieser Abweichungen an. Sei zum Beispiel die Ankerquerfeldspannung in einem gegebenen Falle im Mittel 50 *V* und enthielte die Kurve derselben plötzliche Änderungen im Betrage von 2% des Mittelwertes, so kommt eine Spannung von 1 *V* für die Entwicklung von Zusatzströmen in Frage.

Überlegt man, daß diese Differenzspannung von 1 *V* noch durch Dämpfung stark verringert werden wird, so ergibt sich, daß eine beträchtliche Beeinflussung der Übergangskurve durch die Lamellensprünge der e_q-Linie bei zu den relativ hohen absoluten Werten von e_q, welche die heutige Turbopraxis fordert, noch nicht zu befürchten ist, und zwar um so weniger als man diese Werte noch durch die Wahl von sehr großen Wendepolluftspaltlängen, 25 *mm* und mehr, noch erheblich herabdrücken kann.

Zum Schlusse sei noch auf gewisse Zweifel eingegangen, denen sich manche Autoren hingegeben haben, indem sie den Zusammenhang von Übergangskurve und Funkenbildung überhaupt leugneten, damit die Theorie von Thorburn Reid aufgaben und die ganze Kommutierungserscheinung als ein unbegreifliches Rätsel anzusehen gezwungen waren.

Jordan und Arnold haben nämlich seinerzeit aus Versuchen ableiten wollen, daß die Theorie von Thorburn Reid, welcher zufolge das Feuer großen Stromdichten am Ende der Kommutierungsperiode zuzuschreiben sei, nicht richtig sein könne, weil sie öfters gefunden hatten, daß gerade am Ende der Stromwendung die geringste Stromdichte in der ablaufenden Lamelle vorhanden sei. Nach unserer Ansicht ist dieser Umstand durch das oft beobachtete Zurückbrennen der Auslaufsbürstenkante genügend erklärt. Sehr häufig findet man auf der Schlifffläche die glänzende Kontaktzone durch eine scharfe Begrenzung gegen die mattgraue Zone der „Nachkommutierung" abgesetzt. An der Grenze der Kontaktzone ist schon die Kommutierung vollendet. In der mattgrauen Zone findet nur mehr ein mehr oder minder zufälliger Stromausgleich, wegen der Rauheiten der Kontaktflächen unregelmäßig erfolgend, statt. Auf diese Zone läßt sich aber keinerlei Theorie anwenden. Weil für diese Zone die Kommutierung schon fertig ist, ergibt sich in derselben eine sehr geringe Stromdichte und stärkere Lichtbogenbildung, daher hohe Spannungen. Die Theorie von Thorburn Reid läßt sich daher gegen diese scheinbaren Widersprüche zwanglos retten.

Der Einfluß meteorologischer Faktoren auf die drahtlose Telegraphie.

Von Dr. **Paul Ludewig.**

(Schluß von Heft 9, Seite 181.)

VII. Atmosphärische Störungen.

Neben den bisher erwähnten Versuchsergebnissen gibt es auf dem Übergangsgebiet zwischen drahtloser Telegraphie und Meteorologie noch eine zweite Erscheinung, die, wie es zunächst scheint, wenig mit dem bisher behandelten Problem zu tun hat, die aber doch in diesen Zusammenhang hineingehört. Man bemerkt nämlich bei jeder drahtlosen Übertragung im Empfangstelephon Störungen, die auf atmosphärische Ursachen zurückzuführen sind und denen man den Namen „atmosphärische Störungen" gegeben hat. Sie machen sich in der Weise bemerkbar, daß zwischen den eigentlichen drahtlos übermittelten Morsezeichen zum Teil scharfe Knacke, zum Teil brodelnde und zischende Geräusche auftreten, die naturgemäß die Verständigung wesentlich stören können. Bei den alten Systemen mit Knallfunken war zum Teil bei dem Vorhandensein von derartigen Störungen ein drahtloser Verkehr unmöglich, da die atmosphärischen Störungen denselben Klang hatten, wie die durch die Knallfunken hervorgebrachten Zeichen selbst. Dies hat sich seit Einführung der tönenden Funken geändert, da man bei ihrer Verwendung die tönenden Zeichen von hoher Frequenz aus dem knackenden Geräusch der atmosphärischen Störungen gut heraushören kann. Immerhin bilden sie, besonders in den Tropen, eine unangenehme Beigabe.

Das Studium der atmosphärischen Störungen ist in den letzten Jahren von verschiedenen Seiten aufgenommen. K. E. F. Schmidt berichtet, daß die Störungen zwei Perioden am Tage besitzen, deren eine um Mittag, deren andere um Mitternacht liegt. Er macht darauf aufmerksam, daß diese Periode mit der Periode der Elektrizitätszerstreuung einen Parallelismus aufweist.

Untersuchungen von Esau ergaben eine jährliche Periode mit je einem Maximum im Juni und August und einem Hauptminimum im Juli. Weiter fand Esau, daß die Störungen zunehmen mit wachsender Durchsichtigkeit der Luft, mit abnehmender relativer Feuchtigkeit, mit wachsender Windgeschwindigkeit, mit Kumulus- und Gewitterbildung, und daß sie abnehmen mit zunehmender Bewölkung, mit wachsendem Dunstgehalt der Atmosphäre, mit Nebelbildung.

Dieckmann folgert aus seinen Messungen, daß „der Gang der Gesamttätigkeit des Antennenstromes mit dem Gang des Potentialgefälles im wesentlichen direkt parallel geht".

Besonders wichtig scheint die Bemerkung von Eccles und Airey, daß bei ihren Messungen 80% aller Störungen gleichzeitig auf zwei 500 *km* voneinander entfernten Stationen auftraten und daß 50% derselben an beiden Orten gleiche Intensität hatten.

Mosler hat eingehende quantitative Untersuchungen auf die Dauer eines ganzen Jahres ausgedehnt, und zwar hat er vom August 1911 bis zum Juli 1912 be-

Digitized by Google

obachtet. Benutzt wurde eine 18 *m* hohe, sechsdrähtige Schirmantenne, mit der ein aperiodischer Kreis mit Gleichrichterzelle gekuppelt war. An jedem Versuchstage wurde zu bestimmten Zeiten die Anzahl der Störungen pro Minute festgestellt. Es ergab sich für die Wintermonate eine geringe, für die Sommermonate eine hohe Störungszahl, ferner ein tägliches Minimum in den frühen Morgenstunden. An besonders außergewöhnlich warmen Tagen war die Zahl der Störungen ganz erheblich und besonders auch dann, wenn bleigraue Gewitterwolken über die Antenne hinwegzogen. Es ließ sich feststellen, daß die Anzahl der Störungen im gleichen Verhältnis mit den Schwankungen des Luftpotentials sich änderte. Den Verlauf bei Annäherung eines Gewitters zeigt die Kurve Fig. 8, die in der Nacht vom

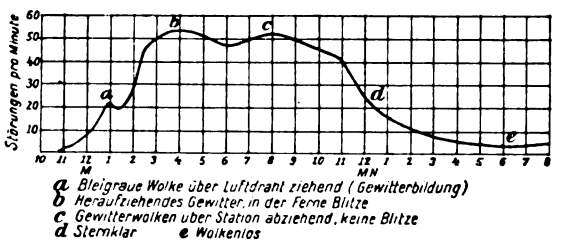


Fig. 8.

24. auf den 25. Juli 1912 aufgenommen wurde. Man sieht bei dem Herannahen des Gewitters das ungewöhnlich starke Anwachsen der Störungszahl. Beim Abziehen des Gewitters nehmen die durch die Blitze verursachten Zischgeräusche schnell ab. Am 29. März 1912 wurden die Blitze eines in etwa 200 *km* Entfernung niedergehenden starken Gewitters nicht wahrgenommen.

Diese letzten Beobachtungen stehen im Gegensatz zu den erwähnten von Eccles und Airey beschriebenen, nach denen gerade die in großer Entfernung niedergehenden Gewitter hörbar sind.

Mosler faßt seine Beobachtungen folgendermaßen zusammen: „Wie aus den angeführten Beobachtungen und aus den Abbildungen über den Störungsverlauf folgt, sind die atmosphärischen Störungen hauptsächlich auf örtliche Einflüsse zurückzuführen und entstehen überwiegend infolge Potentialschwankungen der Luftschichten, welche auf stoßweise Änderung der Ladungsverteilungen schließen lassen. Durch Ausgleichsvorgänge in der atmosphärischen Elektrizität werden wechselnde Ladungen der Antenne hervorgerufen und hierdurch Schwingungen derselben erzeugt, welche die Störungszeichen im Detektor bilden. Zu diesen Erscheinungen durch Ladung kommen bei Gewittern noch Störungen durch elektromagnetische Wellen hinzu, die durch Blitze hervorgerufen werden. Es ließ sich feststellen, daß Blitze ein markantes Zischen im Empfangstelephon entstehen lassen, welches gut gegen die teils knackenden, brodelnden, teilweise zusammenhängenden und wieder abgerissenen Geräusche durch atmosphärische Ladungen zu unterscheiden ist."

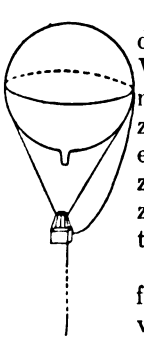


Fig. 9.

Da diese Versuche ergeben hatten, daß bei derartigen Messungen die meteorologischen Verhältnisse eine große Rolle spielen, unternahmen es Wigand und Lutze, gleichzeitige Beobachtungen auf einer Ballon- und einer Landstation für drahtlose Telegraphie vorzunehmen. Es liegen zunächst die Berichte von zwei Freiballonfahrten, vom 24. bis 25. September 1912 und vom 27. Oktober 1912 vor*).

Bei der Ballonstation wurde eine Empfangsantenne nach der von Ludewig (Fig. 9) vorgeschlagenen Form benutzt, und zwar wurden in Abständen von zirka 2 *m* drei Ringe aus 1 *mm* Gummiaderdraht um den Ballon geschlungen und ihr Verbindungsdraht in den Korb geführt. Der untere Antennenteil bestand aus einem nach unten hängenden Draht von 50 bezw. 70 *m*.

Als feste Landstation wurde die in Halle-Gröllwitz liegende Versuchsstation für drahtlose Telegraphie benutzt. Es diente hier als Antenne ein 18·5 *m* hoch und 22 *m* lang horizontal ausgespannter Kupferdraht mit der Erde als Gegengewicht.

Auf beiden Stationen wurden die im Empfangstelephon gehörten Geräusche registriert. Das geschah in der Weise, daß die Geräusche ihrer Intensität nach in einer fünfteiligen Skala gewertet wurden und die in je drei Minuten auftretende Anzahl von Störungen als Maß für die Disposition der Atmosphäre zu Störungserscheinungen angesehen wurde. Auf beiden Stationen waren die Detektoren direkt in die Antenne eingeschaltet.

Außer diesen Messungen wurde noch zur Untersuchung der meteorologischen und luftelektrischen Eigenschaften der Atmosphäre im Ballon gemessen: Temperatur und Feuchtigkeit mit Hilfe eines Aßmannschen Aspirationspsychrometers, der Luftdruck, die elektrische Leitfähigkeit der Atmosphäre und die Anzahl von Kondensationskeone pro cm^3 Luft mit Hilfe eines etwas abgeänderten Aitkenschen Staubzählers.

Die erste Fahrt begann am 24. September abends 6 Uhr und führte von Halle bis in die Nähe von Diedenhofen, wo die Landung mittags am 25. September erfolgte. Die zahlreichen Beobachtungen sind in Diagrammen aufgetragen, aus denen sich ergibt, daß die im Ballon und den Landstationen gemessenen Störungen im großen und ganzen parallelen Verlauf nehmen, daß auch hier die früher beobachtete doppelte Periode auftritt, daß aber, im einzelnen betrachtet, die Zahl der Störungen auf den beiden Stationen wesentlich voneinander abweichen können. So sind auch die meteorologischen Verhältnisse auf den beiden Stationen zur gleichen Zeit wesentlich verschieden, zum Beispiel gehen gegen Schluß der Beobachtungen über die Hallenser Station starke Regengüsse nieder, während der Ballon über einer Gegend schwebte, die nur von einer dünnen unterbrochenen Strato-Cummlus-Decke überzogen war.

Die zweite Fahrt fand am 27. Oktober morgens um 7 Uhr von Halle aus statt und führte bis nach Mecklenburg. An diesem Tage kam Mitteldeutschland in den Bereich eines von Westen heranziehenden starken Tiefdruckgebietes, das die Fahrt wesentlich beeinflußte. Es zeigt sich bei dieser Fahrt in der zeitlichen Änderung der Störungszahlen kein Parallelismus in den Beobachtungen im Ballon und auf dem Lande.

Speziell die Beobachtungen in Halle scheinen durch starke lokale Einflüsse, wie Landregen usw., wesentlich modifiziert zu sein. Bei der Ballonstation andererseits scheinen Schichtungen in der Atmosphäre Einfluß gehabt zu haben. Inmitten einer Wolkenschicht erreichen die Störungszahlen zum Beispiel ein Maximum, nahezu proportional dem Abfall der Temperatur und Feuchtigkeit gehen sie beim Heraustreten des Ballons aus den Wolken zurück.

Die Verfasser folgern aus ihren Versuchen:

„Durch gleichzeitige Beobachtungen im Freiballon und auf einer Landstation wird eine Übereinstimmung des täglichen Ganges der luftelektrischen Empfangsstörungen an beiden Orten, wie er sich ausprägt in der doppelten Periode, festgestellt. Die tägliche Periode steht in engem Zusammenhange mit dem Stand der Sonne.

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 895.

Digitized by Google

Die einzelnen Störungsgeräusche werden bei größeren Entfernungen zwischen beiden Stationen nicht zeitlich übereinstimmend gefunden.

Verschiedenheiten in den Störungszahlen auf den beiden Beobachtungsstationen lassen sich auf lokale meteorologische Einflüsse zurückführen.

Die Häufigkeit der Störungen ändert sich mit dem Wechsel der vom Ballon durchfahrenen Luftschicht.

Eine derartige Übereinstimmung des Ganges der luftelektrischen Empfangsstörungen mit den gleichzeitigen Änderungen der nach der Zerstreuungsmethode gemessenen luftelektrischen Leitfähigkeit der Kondensationskeonzahl läßt sich aus den Beobachtungen nicht entnehmen."

Weiter sind die Störungen von Eccles untersucht, und zwar wird von ihm berichtet, daß die Zahl und Intensität der Störungen in ähnlicher Weise um Sonnenaufgang bezw. -untergang schwankt, wie es von Marconi von den drahtlos übermittelten Zeichen berichtet wurde. Eccles berichtet darüber: „Wenn man etwa eine Viertelstunde vor Sonnenuntergang an einem günstigen Nachmittage im Spätherbst oder Winter zu horchen beginnt, so sind die im Telephon gehörten Störungen wenig zahlreich und schwach, wie sie den ganzen Tag über gewesen sind; fünf Minuten nach Sonnenuntergang tritt dann eine Veränderung ein, die Störungen werden erheblich seltener und schwächer, bis 10 Minuten nach Sonnenuntergang eine plötzliche deutliche Beruhigung einsetzt und etwa eine Minute anhält. In dieser Periode herrscht häufig vollständige eindrucksvolle Stille. Dann fangen die Störungen an, wiederzukommen, sie nehmen rasch an Zahl und Stärke zu und gehen im Verlaufe weniger Minuten in den stetigen Strom starker Störungen über, wie er der Nacht eigentümlich ist."

Weiter findet Eccles, daß während der erwähnten Sonnenfinsternis die Stärke der Störungen in ähnlicher Weise schwankt, wie die von Clifden ankommenden elektrischen Wellen.

VIII. Erklärungen für die Reichweitenänderung.

Es wurde von verschiedenen Seiten versucht, für die Erscheinung der Reichweitenänderung eine Erklärung zu finden.

Marconi:

Die Erklärung, die Marconi gibt, ist bereits erwähnt. Er nimmt, wie gesagt, an, daß die Einwirkung der Sonnenstrahlen schon bei der Antenne einsetzt, daß an den Drähten der Antenne ein photoelektrischer Effekt aufträte, der die Aufladung der Antenne zum Teil unwirksam macht.

Fischer:

Fischer macht die Annahme, daß in einem Gase die Absorption der elektromagnetischen Wellen von der Zahl und der Beweglichkeit der vorhandenen Ionen abhängt. Er nimmt also an, daß bei dem Durchlaufen der Wellen durch die zwischen Sende- und Empfangsstation liegende Luftstrecke die elektromagnetische Energie des oszillierenden Feldes in kinetische Energie der in der Luft suspendierten elektrisch geladenen Teilchen umgewandelt wird und daß infolgedessen die Wellen um so mehr geschwächt werden, je mehr solcher Teilchen in der Luft sich befinden. Es hat sich nun bei Freiballonfahrten ergeben, daß in antizyklonaler Wetterlage eine beträchtliche Zunahme der Leitfähigkeit in größeren Höhen vorhanden ist, daß dagegen in zyklonaler Wetterlage eine solche Zunahme nur an der oberen Grenze der Wolken zu bemerken ist. Dies ist daraus zu erklären, daß in zyklonaler Wetterlage der Wasserdampf sich an den einzelnen Ionen kondensiert und sie damit für die luftelektrische Leitfähigkeit unwirksam macht. Im Hochdruckgebiet bleiben dagegen die elektrisch geladenen Teilchen in der Luft und können bei der Schwächung der elektrischen Wellen zur Wirkung kommen. Die Ionen stammen zum Teil aus der sogenannten Bodenatmung, die besonders in zyklonaler Wetterlage auftritt und die darin besteht, daß Ionen aus der Erde in die Luft eintreten oder in der Nähe der Erde durch die von der radioaktiven Umsetzung herrührende γ-Strahlung gebildet werden. Fischer faßt seine Hypothese in folgender Weise zusammen: „Eine Anwendung der bisherigen Erörterungen läßt im Tiefdruckgebiet zunächst eine Zunahme der Ionenzahlen am Boden erwarten. Verhältnismäßig warme, feuchte Luft strömt über die Erde hin in die Zyklone ein. Aufwirbelnd trägt sie die Elektronen und Ionen bis zu bedeutenden Höhen empor, in denen diese durch Kondensation des mitgeführten Wasserdampfes ihre Beweglichkeit verlieren. In verschiedenen Höhen ziehen die Ionen in den einzelnen Zirrusarten, nach Vorzeichen getrennt weiter: Die Zyklone wird frei von elektrischen Kernen und zu einem Gebiete geringer luftelektrischer Leitfähigkeit. Das bestätigen die Ergebnisse der Ballonfahrten." — — —

„Jene hochgewirbelten Luftmassen mit ihren zahlreichen Ionen geringer Beweglichkeit sinken nieder und bilden die Hochdruckgebiete. Die Wolken lösen sich, die Ionen werden wieder beweglicher und die Antizyklone erhält eine hohe luftelektrische Leitfähigkeit. Dieses Resultat entspricht den angestellten Messungen." — — —

„Somit hat sich ergeben, daß Zyklone und Antizyklone hinsichtlich ihrer luftelektrischen Leitfähigkeit verschieden sein müssen. Wir dürfen erwarten, daß die Tiefdruckgebiete die funkentelegraphischen Erfolge fördern, die Hochdruckgebiete dieselben beeinträchtigen. Der Unterschied der Reichweiten kann in beiden Wetterlagen recht bedeutend werden. Dafür sprechen die bereits erwähnten Tatsachen, daß in Wolken die Leitfähigkeit um 95% ihres Normalwertes sinkt, und daß durch Niederschläge fast sämtliche Ionen ausgefüllt werden können."

Diese Ausführungen machen es wahrscheinlich, daß die jeweilige Wetterlage auf den funkentelegraphischen Verkehr von Einfluß ist, daß eine verschiedene Reichweite erzielt wird, je nachdem zwischen zwei entfernt voneinander liegenden Stationen ein Hochdruckgebiet oder ein Tiefdruckgebiet sich befinden. Beobachtungen darüber liegen nicht vor. Eventuell könnte man die erwähnten Versuche, nach denen am Tage zu allen Jahreszeiten ein wenig voneinander abweichender Wert für die Reichweite gefunden wurde, dahin deuten, daß die von Fischer angenommene Einwirkung der Wetterlage nicht zu Recht besteht. Immerhin ist die Fischersche Annahme nur durch systematische Versuche zu entscheiden.

Zehnder:

Bei dem Bericht über seine Versuche mit einer Art von Erdantenne gibt Zehnder eine Erklärung der Abhängigkeit der Reichweite von dem Stand der Sonne in folgenden Ausführungen: „Unsere Überlegungen scheinen mir auch die Frage zu klären, weshalb die Reichweite im allgemeinen in der Nacht größer ist als am Tage. Man hat hiefür Ionisationen der Luft herbeiziehen wollen, ohne daß aber die angestellten Versuche solche Einflüsse als genügend nachgewiesen hätten. Ich glaube, daß die Veränderlichkeit der Brechungsverhältnisse der Atmosphäre und der Erdoberfläche die Schuld an den genannten Störungen trägt. Daß in benachbarten Luftschichten ganz verschiedene Fortpflanzungsgeschwindigkeiten möglich sind, wissen wir aus der Akustik, aus dem Echo am Waldrand, aus dem Rollen des Donners und der Geschütze usw. Die

Digitized by Google

ungleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in verschiedenen benachbarten Luftschichten zeigt uns zum Beispiel die Fata morgana. Genau dieselbe Erscheinung muß also auch bei elektrischen Wellen auftreten. Wenn die Sonne ungleiche Erwärmungen der Erdoberfläche hervorbringt, wenn Luftströmungen, Winde, Regen usw. die elektrischen Brechungsexponenten der Luft und des Erdbodens ändern, treten bei der Fortpflanzung der elektrischen Wellen Richtungsänderungen auf, um so häufiger, je unregelmäßiger die Luft- und Erdschichten beschaffen sind. Solche Erscheinungen müssen zutage treten, ob nun die Fortpflanzung der Wellen nur durch die Luft allein oder ob sie durch die Erdschichten und durch die Luft gleichzeitig zustande kommt, so wie es der Herstellung des elektrischen Feldes am besten entspricht. Jene Richtungsänderungen haben wieder Interferenzwirkungen und diffuse Zerstreuung der Wellen zur Folge, so daß die Reichweite der Wellenwirkungen selbstverständlich vermindert werden muß. Bei Nacht, überhaupt bei gleichbleibenden Witterungsverhältnissen, kann man daher besonders große Reichweiten erwarten."

Zenneck:

In seinem bekannten Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie gibt Zenneck folgende Ausführungen: „Bei den vorangehenden Überlegungen war immer die Luft als absoluter Isolator behandelt. Tatsächlich besitzt aber die atmosphärische Luft stets eine gewisse Ionisation. Als Ursachen kommen in Betracht: radioaktive Emanationen aus dem Erdboden, die Wirkung der ultravioletten Sonnenstrahlen und wohl auch Elektronen, die von der glühenden Sonne ausgesandt werden."

„Das Leitvermögen, das die Atmosphäre vermöge dieser Ionisation besitzt, ist bis zu den Höhen, in denen es bei Ballonfahrten untersucht werden konnte (etwa 6000 *m*) sehr klein, viel kleiner als das Leitvermögen des trockensten Bodens. Auf die Form der Wellen kann dieses Leitvermögen kaum einen erheblichen Einfluß haben, die Absorption derselben müßte zwar gesteigert werden, aber nur um einen sehr geringen Betrag."

„Aber schon in den für Ballons zugänglichen Höhen zeigt sich, daß die Ionisation der Luft in großer Höhe mit der Höhe wächst. Daß sie in sehr großen Höhen einen noch erheblich größeren Betrag annimmt, ist sehr wahrscheinlich, da dort die Wirkung der ultravioletten Sonnenstrahlen und eventuell der von der Sonne ausgesandten Elektronen sehr viel größer sein muß als in den tieferen Schichten der Atmosphäre, wo beide zum größten Teile schon absorbiert sind."

„Es sind nun zwei Fälle möglich. Entweder das Leitvermögen, das die Luft auch in den höchsten Schichten bekommt, ist immer noch sehr klein gegenüber dem Leitvermögen zum Beispiel von nassem Boden; dann wird der Einfluß der oberen Schichten der Atmosphäre im wesentlichen in einer Vergrößerung der Absorption der Wellen bestehen. Oder das Leitvermögen in den oberen Schichten der Atmosphäre ist schon von derselben Größenordnung, wie etwa dasjenige von nassem Boden, dann würden die Verhältnisse ganz anders liegen als früher vorausgesetzt wurde. Man hätte nicht die leitende Erde, umgeben von einem praktisch homogenen Medium von verschwindend kleinem Leitvermögen, sondern man hätte drei konzentrische Schichten: die obere Erdschicht mit relativ gutem Leitvermögen, dann die unteren Schichten mit verschwindend kleinen und endlich die obere Atmosphärenschicht mit gutem Leitvermögen, zwischen beiden letzteren ein mehr oder weniger allmählicher Übergang. In diesem Falle würden die von einem Sender an der Erdoberfläche ausgesandten Wellen zwei leitende Schichten als Führung vorfinden und sich zwischen ihnen fortpflanzen."

„— — — Wenn eine so starke Ionisation in der Atmosphäre überhaupt möglich ist, daß dieselbe einen erheblichen direkten oder indirekten Einfluß auf die Wellen besitzt, so muß man auch damit rechnen, daß in der Atmosphäre durch vertikale Luftströmungen, durch Wolken, Nebel usw. das Leitvermögen in Schichten derselben Höhe an verschiedenen Stellen sehr verschieden sein kann. Solche Inhomogenitäten können dann wieder die Wellen durch Dispersion, Reflexion, Absorption usw. erheblich stören und eventuell zu Interferenzerscheinungen Anlaß geben."

Die auch an dieser Stelle besprochenen, von Marconi zuerst gefundenen Unregelmäßigkeiten beim Sonnenunter- bezw. -aufgang erklärt Zenneck durch die Fig. 10.

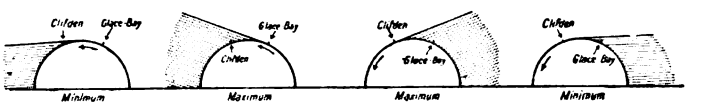


Fig. 10.

„In den Figuren ist die Verteilung von Licht und Dunkelheit (die letztere schraffiert) für die Zeiten maximaler und minimaler Lautstärke dargestellt. Es geht daraus hervor, daß die Beobachtungen Marconis eine Erklärung finden würden, wenn die Wellen in dem ionisierten Teil eine geringere Fortpflanzungsgeschwindigkeit hätten, als in dem nicht ionisierten und bei dem Übergang von dem schwach ionisierten in die stark ionisierten Partien der Atmosphäre und umgekehrt eine starke Reflexion erlitten."

Kiebitz:

Eine der Zehnderschen ähnliche Erklärung gibt Kiebitz. „Die Dichte und damit der Berechnungsexponent für elektrische Wellen nimmt mit der Höhe über dem Erdboden ab. Infolgedessen ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen in hohen Schichten etwas größer als in tiefen und ein geradlinig polarisierter Wellenzug, der parallel zur Erdoberfläche fortschreitet, muß nach der Erde hin gebrochen werden."

Eine Durchbrechung dieser Verhältnisse liefert ihm folgendes Resultat: „Die Dichte der Atmosphäre müßte sich also für 1 *km* Entfernung über dem Erdboden im Verhältnis 29:13 verringern, wenn sie eine so starke Brechung der elektrischen Wellen verursachen sollte, daß sie unabhängig von den Eigenschaften der Erdoberfläche der Erdkrümmung folgen können. In Wirklichkeit nimmt die Dichte in diesem Bereich nur im Verhältnis 76:67 oder 29:26 ab. Die Prismenwirkung der Atmosphäre kann also die Strahlung nicht hindern, in hohe Schichten zu gelangen; immerhin ist sie stark genug, um das Telegraphieren über Entfernungen, bei denen die Erdkrümmung eine Rolle spielt, erheblich zu begünstigen."

„Ist ferner die Atmosphäre nicht homogen geschichtet, sondern findet infolge von Sonnenstrahlung usw. ungleichmäßige Erwärmung statt, so können Brechungserscheinungen auftreten, die analog wirken, wie die Schlieren bei den optischen Wellen. Derartige Schlierenbildungen großen Maßstabes im Strahlengange (Böen, Niederschläge) werden daher die Reichweiten herabsetzen; da sie bei Sonnenlicht und über Land naturgemäß am stärksten auftreten müssen, so erklärt sich die bekannte Tatsache, daß am Tage geringere Entfernungen überbrückt werden als bei Nacht und über Land geringere als über Wasser."

Eccles:

Eine ganz besonders eingehende Erklärung sämtlicher hier dargelegter Erscheinungen hat Eccles gegeben,

Digitized by Google

die, wenn es auch nur eine Hypothese ist, doch ein recht hohes Maß von Wahrscheinlichkeit besitzt. Aus seinen sehr eingehenden Ausführungen entnehmen wir folgenden Hauptgedanken. Eccles nimmt mit Heaviside an, daß in großer Höhe in unserer Atmosphäre eine dauernd ionisierte Schicht vorhanden ist. Ein direkter Beweis hiefür fehlt bisher. Humphrey führt ihre Entstehung darauf zurück, daß die äußersten Schichten unserer Atmosphäre durch Bombardement mit Staub kosmischer Herkunft dauernd ionisiert werden. Diese ionisierte Schicht ist in gleicher Weise tags und nachts vorhanden. Die darunter liegenden Schichten der Atmosphäre sind nicht dauernd ionisiert, sondern werden es, wenigstens in den höher gelegenen Teilen, nur bei Sonnenstrahlung. Die Konzentration der von der Sonnenstrahlung herrührenden Ionen wird mit zunehmender Entfernung von der Erde wachsen. Bezeichnet man nun mit

u_0 die Geschwindigkeit in nicht ionisierter Luft,
u die Geschwindigkeit in ionisierter Luft,

so gilt für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit u die Gleichung:

$$u = u_0 \left(1 + \frac{1}{2}\gamma\right)$$

γ ist in hohen Luftschichten der Konzentration der Ionen direkt und dem Quadrat der Frequenz umgekehrt proportional. Die Formel besagt also, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in ionisierter Luft größer ist und die Folge davon ist, daß mit zunehmender Höhe über der Erde die Geschwindigkeit elektrischer Wellen zunehmen wird. Infolgedessen wird eine vertikale Wellenfront bei ihrem Fortschreiten sich nach vorn überneigen und sich eventuell mehr oder weniger als die Erdoberfläche krümmen.

Die Betrachtung würde zunächst das Ergebnis liefern, daß die elektrischen Wellen längs der Erdoberfläche entlang laufen können.

Weiter erklärt nun Eccles die großen Unterschiede zwischen den Tag- und Nachtbeobachtungen durch die Annahme, daß bei Nacht die dauernd ionisierte Heaviside-Schicht wie eine reflektierende Oberfläche wirkt, „etwa in der Art wie eine Flüstergalerie" und daß am Tage die reflektierende Wirkung der oberen Schicht infolge der durch die Sonnenstrahlung erzeugten Zwischenschicht, die nach der obigen Betrachtung die Wellen nicht bis zur Heaviside-Schicht gelangen läßt, unmöglich gemacht wird. Durch die reflektierende Wirkung der Heaviside-Schicht würden damit in der Nacht bei geeigneter Entfernung und Wellenlänge die außergewöhnlichen Reichweiten erzielt.

Diese Hypothese erklärt ihm fast alle Beobachtungsresultate; so zum Beispiel die Tatsache, daß man bei Nacht über bergiges Terrain leichter telegraphiert als am Tage. „Wir haben nur nötig, anzunehmen, daß bei Nacht die Heaviside-Schicht Wellen aller Frequenzen gleich gut reflektiert, daß der Himmel in elektrischem Sinne durch die Strahlung seitens der Sendestation aufgehellt wird und Strahlen in die jenseits der Berge liegenden Täler sendet, wobei die Wirksamkeit der Signalgebung größer ist, wenn die Stationen nicht zu dicht unter den Hügeln liegen. Bei Tage verschleiert die ionisierende Mittelschicht der Atmosphäre die reflektierende Schicht und bricht die Wellen in gewissem Grade über die Berge hinweg. Die Brechung ist, wie wir gesehen haben, bei einer Frequenz von 100.000 hundertfach kräftiger als bei einer Frequenz von 1,000.000, woraus sich die bereits angedeutete, den Ingenieuren bekannte Erfahrung erklärt."

Daß beim Übergang von Tag zu Nacht besonders starke Änderungen der Empfangsintensität auftreten, erklärt sich nach seiner Hypothese in der Weise, daß bei Sonnenuntergang oder -aufgang durch Wiedervereinigung oder Bildung von Ionen starke Störungen in der Atmosphäre auftreten, die zum Teil Flecken oder Bänke ionisierter Luft und damit unregelmäßige Zerstreuungen infolge Brechung usw. entstehen lassen. Die von Marconi erhaltenen Kurven erklärt Eccles folgendermaßen:

„Erstens biegt während des Tages die Brechung in der ionisierten Mittelschicht der Atmosphäre einige der von Cape Breton kommenden Strahlen direkt nach Clifden, vielleicht unter Absorption; zweitens wird nach Sonnenuntergang in Clifden, aber vor Sonnenuntergang in Cape Breton die von letzterem Punkte ausgehende Strahlung längs einer gekrümmten Bahn in dem Teile der mittleren Atmosphäre gebrochen, der noch beleuchtet ist, sie durchdringt dann den Dämmerungsgürtel und wird weiterhin auf ihrem Wege um die Erdkrümmung durch die Heaviside-Schicht unterstützt; drittens bezeichnet die Dämmerung, während sie nach Westen fortschreitet, die Vernichtung einer brechenden Struktur, in welcher die Fortpflanzung eine gute ist, und die Struktur, in welcher die Fortpflanzung gleichfalls besser ist als in dem Gürtel selbst. Es wird daher eine Lage des Gürtels geben, die ein Minimum der Signalstärke bewirken wird, und diese wird tatsächlich erreicht, wenn der Gürtel nicht sehr weit unterhalb des Horizontes der Empfangsstation liegt. Viertens und letztens scheint es, daß der Dämmerungsgürtel, wenn er über oder hinter der Sendestation durchgegangen ist, die Signale in willkürlicher, unregelmäßiger Weise durch einen Reflexionsvorgang, oder, weniger wahrscheinlich, durch irgendeine linsenartige Wirkung verstärken kann."

Daß weiter, wie früher erwähnt, die atmosphärischen Störungen (gleichfalls nach Angaben von Eccles) fünf Minuten nach Sonnenuntergang seltener und schwächer werden und daß etwa 10 Minuten nach Sonnenuntergang eine plötzliche Stille eintritt, wird durch die erwähnte Wirkung des Dämmerungsgürtels erklärt und eine gleiche Erklärung finden die Erscheinungen beim Eintritt der Sonnenfinsternis.

Ferner wurde gelegentlich beobachtet, daß bei Versuchen mit gerichteter drahtloser Telegraphie, bei denen die Lage einer Sendestation bestimmt werden sollte, die Bestimmung des Azimutes der 40 Meilen entfernten Sendestation um nahezu einen Kompaßpunkt voneinander abweichen. Hier sucht Eccles die Erklärung darin, daß Bänke ionisierter Luft wirksam sind, die die Wellen brechen.

IX. Schluß.

Faßt man die Ergebnisse der beschriebenen Untersuchungen kurz zusammen, so ergeben sich folgende Tatsachen:

1. Die Intensität der auf einer Empfangsstation ankommenden Zeichen einer Sendestation ist am Tage so gut wie konstant.

2. Nachts wechselt sie außerordentlich stark und ist ihrem Betrage nach größer als am Tage, bisweilen um das vier- bis achtfache.

3. Bei einer drahtlosen Übertragung am Tage erhält man mit größeren Wellenlängen größere Reichweite; nachts ist eine derartige Abhängigkeit nicht vorhanden.

4. Um Sonnenuntergang und Sonnenaufgang schwanken die Zeichen besonders stark, und zwar in einem ganz bestimmten Rhytmus.

5. Alle diese Erscheinungen treten um so deutlicher hervor, je weiter die beiden Stationen voneinander entfernt sind.

6. Eine Sonnenfinsternis wirkt in ähnlicher Weise wie der Sonnenuntergang. Auch hier nimmt die Wirkung zu mit größer werdender Entfernung der Stationen.

Digitized by Google

7. Auf die am Tage übermittelte Intensität der ankommenden Wellen hat die Jahreszeit geringen Einfluß.

8. Der Einfluß des Mondes und des Polarlichtes ist noch nicht genügend geklärt. Das letztere soll teils fördernd, teils schwächend wirken, jedenfalls einen sehr merklichen Einfluß haben.

9. Die Dämpfung der Sendestation schwankt am Tage oft um den Betrag von 20 bis 30%, zum Teil ist diese Schwankung allmählich (Maximum und Minimum in der Kurve), zum Teil plötzlich.

10. Die atmosphärischen Störungen nehmen zu mit wachsender Durchsichtigkeit der Luft, mit wachsender relativer Feuchtigkeit, mit wachsender Windgeschwindigkeit, mit Kumulus- und Gewitterbildung; sie nehmen ab mit zunehmender Bewölkung, mit wachsendem Dunstgehalt der Atmosphäre, mit Nebelbildung;

sie sind besonders stark, wenn Gewitterwolken über die Antenne hinwegziehen.

11. Die Störungen ändern ihre Stärke um Sonnenaufgang und -untergang in ähnlicher Weise wie die drahtlos übermittelten Zeichen.

Aus dem vorhergehenden geht hervor, daß die eigentlichen meteorologischen Elemente so gut wie keinen Einfluß auf die drahtlose Übertragung haben, daß aber doch die Faktoren, deren Einfluß so überaus stark ist, mit der Meteorologie sehr eng verknüpft sind. Es ist zu hoffen, daß bei dem Zusammenarbeiten der an der Meteorologie und drahtlosen Telegraphie interessierten Kreise die Fragen einer vollen Aufklärung zugeführt werden.

Physikalisches Laboratorium der Kgl. Sächs. Bergakademie zu Freiburg i. Sa.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Entwicklung der Elektrizitätswerke in den Vereinigten Staaten. Im Anschlusse an die früheren Mitteilungen*) seien noch einige Zahlen über die besonders rasche Entwicklung des mehrere Staaten im Nordosten der Union umfassenden Versorgungsgebietes (Neu-England) wiedergegeben. In diesen Staaten hat die Zahl der Elektrizitätswerke in den Jahren 1902 bis 1912 nach der Statistik des Bureau of Census von 314 auf 368 (70%) zugenommen; hievon sind 311 gesellschaftliche (Zunahme 11%) und 57 städtische Werke (+ 63%). Die Einnahmen stiegen um 175% (53 gegen 147 Millionen Kronen), der Reingewinn um 300%, von 13 auf 40 Millionen Kronen; die Leistung von 275.000 auf 716.000 *PS* (+ 160%), wovon gegenwärtig 208.500 *PS* (1902: 62.000 *PS*, + 235%) auf Wasserkraftmaschinen entfallen. Die Generatorleistung stieg (um 217%) auf 515.000 *kW*, die Stromabgabe um 255% (247 gegen 879 Millionen *kWh*), der Glühlampenanschluß um 228% (2·4 gegen 7·9 Millionen), während die Bogenlampenzahl seit 1907 um 20% zurückging. Die Zahl der angeschlossenen Motoren hat um 332% (12.700 : 55.000). Die Leistung der Motoren ist um 579% (!) auf 391.300 *PS* angewachsen.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Wärme- oder Wasserkraftanlage. Barth gibt einen kritischen Überblick über moderne Kraftanlagen, insbesondere für landwirtschaftliche Zwecke. Zur Dampferzeugung dienen Flammrohr- und Wasserrohrkessel, letztere fast ausschließlich mit Wanderrostfeuerung. Bei Wasserrohrkesseln kann die Heizfläche bis zu 40 *kg* pro 1 m^2, bei Steilrohrkesseln, die die kleinste Grundfläche beanspruchen, auch mehr ausgenutzt werden. Bei größeren Aggregaten werden Kessel, Ekonomiser und Schornstein möglichst organisch miteinander vereinigt.

Die Kolbenmaschinen werden fast ausnahmslos mit überhitztem Dampf (300 bis 350° C) betrieben. In den letzten Jahren hat sich gezeigt, daß gut gebaute Einzylindermaschinen, vor allem die Gleichstromdampfmaschine, mit viel einfacheren Mitteln ein beinahe ebenso günstiges Ergebnis liefern, als Mehrfach-Expansionsdampfmaschinen. Um die Vorzüge der Gleichstromwirkung mit denen der Verbundanordnung zu vereinigen, werden auch Verbundmaschinen gebaut, deren Niederdruckzylinder nach dem Gleichstromprinzip arbeitet. In neuester Zeit wurde auch die Lokomobile so durchgebildet, daß sie heute in bezug auf technische Vollkommenheit den besten stationären Dampfmaschinen gleichkommt. Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit ist die Lokomobile infolge Vermeidung der Rohrleitungsverluste und der Verringerung der Zylinderverluste den stationären Anlagen sogar überlegen. Man hat bei Lokomobilen schon wärmetechnische Gesamtwirkungsgrade von 17·3% erreicht, entsprechend einem Dampfverbrauch von rund 4 *kg* und einem Kohlenverbrauch von rund 0·5 *kg* für die *PS*$_e$/Std. Lokomobilen werden bis zu 1000 *PS* Leistungen gebaut. Für das Gebiet der großen Leistungen (Kraftwerke) wird heute gewöhnlich die Dampfturbine der Kolbenmaschine vorgezogen. Es werden bereits Einheiten bis zu 40.000 *PS* Leistung ausgeführt. In der Regel wird für Frischdampfturbinen die sogenannte kombinierte Bauart (Geschwindigkeitsabstufung im Hochdruckteil) angewendet. Hiedurch wird gegenüber früher eine wesentliche Verringerung der Stufenzahl und damit eine Verkürzung der Baulänge, somit eine Verbilligung der Turbine erreicht. Die Vorschaltung eines Geschwindigkeitsrades ergibt für Reaktionsturbinen auch den wesentlichen dampftechnischen Vorteil einer partiellen Beaufschlagung und somit volle Druckausnutzung des Dampfes auch bei Teilbelastungen. Überdies eignen sich die Dampfturbinen sehr gut für den Betrieb mit niedergespanntem Dampf, zur Ausnutznng des Abdampfes von Kolbenmaschinen.

Von den Verbrennungskraftmaschinen wird die Dieselmaschine mit Gasölspeisung oder neuerdings mit Teerölbetrieb heute sowohl in stehender als auch liegender Anordnung in Viertakt- oder Zweitaktbauart bis zu Gesamtleistungen (für alle Zylinder) von 4000 *PS* gebaut. Kraftgas- oder Sauggasanlagen kommen nur mehr noch in Betracht, wenn ein billiger Brennstoff zur Verfügung steht (Braunkohle, Torf usw). In neuerer Zeit werden Anstrengungen gemacht, das Hochofenprinzip auch auf Sauggasgeneratoren zu übertragen, das heißt den Generator sehr stark zu belasten und keinen oder nur verhältnismäßig wenig Dampf zuzuführen, um eine dünnflüssige Schlacke zu erzielen. Große Kraftgasanlagen hat man auch schon mit Einrichtungen ausgerüstet, um die im Brennstoff enthaltenen wertvollen Bestandteile, Stickstoff und Teer, zu gewinnen. Die Großgasmaschine, die wichtigste Kraftmaschine der Hüttenwerke, baut man heute für Hochofengichtgasbetrieb in Zwillingstandemanordnung (Viertaktbauart) schon für Leistungen von 6000 bis 7000 *PS*. Neuerdings versucht man durch Anwendung des sogenannten Spül- und Aufladeverfahrens die Leistung der Großgasmaschinen zu steigern.

Die Wasserkraftanlagen haben gegenüber den Wärmekraftanlagen den grundsätzlichen Nachteil, daß ihre Leistung in erheblichem Maße durch die schwankenden Wasserverhältnisse, Niederwasser, Hochwasser sowie durch Eisgang stark beeinflußt wird.

Am günstigsten sind die Anlagen im Gebirge mit ihren hohen Gefällen und mit der Aufspeicherungsmöglichkeit in Stauseen. Bei der neuzeitlichen Ausnutzung von Wasserkräften geht man einerseits darauf aus, die Leistung der Maschineneinheiten zu steigern und dabei große Schluckfähigkeit der Turbinen und hohe spezifische Umlaufszahlen zu erreichen (größte Einheiten bis heute 16.000 bis 19.000 *PS*). Andererseits werden immer höhere Gefälle ausgenutzt, die zu bedeutenden Geschwindigkeiten und Drücken des Wassers in den Rohrleitungen und in den Turbinen führen. (Wasserkraftanlage bei Martigny im Kanton Wallis für ein Gefälle von 1650 *m*.)*) Von den zahlreichen Turbinensystemen kommen heute fast nur in Betracht die Francis-Turbine und das Pelton-Rad. Die Francis-Turbine wird vor allem für kleine und mittlere Gefälle, das Becherrad hingegen für hohe Gefälle und kleine Wassermengen angewendet. Diese beiden Turbinensysteme entsprechen am besten den Forderungen, die heute in bezug auf Gefällhöhe, Wassermenge, Wirkungsgrad, Drehzahl, Regulierbarkeit, Zugänglichkeit, Anpassungsfähigkeit an örtliche Verhältnisse usw. an Wasserkraftmaschinen gestellt werden. Um dem Nachteil schwankenden Wasserzuflusses zu begegnen, werden natürliche oder künstliche Sammelbecken zu Ausgleichszwecken herangezogen.

(Z. f. Dampfk.- u. Maschinenbetr. 2. u. 16. Jänner 1914.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Abnahmeversuche mit einer elektrisch betriebenen Wasserhaltungsanlage. Für die Zeche Grimberg der Gelsenkirchener Bergwerks-A.-G. ist von dem Pumpen- und Gebläsewerk C. H. Jaeger & Co. in Leipzig eine Anlage geliefert worden, die bei 3000 T. p. M. 2 m^3 pro Min. auf rund 1000 *m* hebt. Der Pumpensatz besteht aus einer Hoch- und einer Niederdruck-Turbinenpumpe zu je sechs Stufen und von gleicher

*) E. u. M. 1913, Seiten 689 und 910.

*) Siehe E. u. M. 1913, Seite 307.

Digitized by Google

Ausführung. Eine dritte Pumpe steht als Beserve in Bereitschaft. Jede einzelne Pumpe wird mittels beweglicher Kupplung durch einen besonderen Drehstrommotor von Chr. Weuste & Overbeck in Duisburg angetrieben, der für 5000 *V*, 2960 T. p. M. und 50 Per./Sek. ausgeführt ist. Pumpen und Motoren sitzen auf gemeinsamen Grundplatten und die Stutzen aller Pumpen sind genau gleichgerichtet, so daß man die Pumpen ohne weiteres austauschen kann. Die Axialschubentlastung erfolgt durch einen im Druckstück eingebauten Teller, so daß Kamm- oder Kugellager entbehrlich sind. Die Hochdruckstopfbüchse ist fast vollständig entlastet. Das für 125 Atm. bemessene Gehäuse ist aus Stahlguß, das Innere aus einer bestimmten Bronze.

Zur Messung der Wassermenge über Tage diente eine Überfallwehr von 500 *m* Breite. Aus den Überfallhöhen wurden die geförderten Wassermengen ermittelt (Formel von Frese); Saug- und Druckhöhen wurden mit Manometern, die Motorleistung nach nach dem Zweiwattmeterverfahren bestimmt.

Die Förderleistung der Pumpe betrug im Mittel (bei offenem Druckschieber) 2·22 m^3/Min. bei 935 *m* manometrischer Förderhöhe und 2965 T. p. M. Nachstehende Daten sind gemessene Mittelwerte: Druckhöhe 931 *m*, Saughöhe 4 *m*, Überfallhöhe 114·4 *mm*, Motor-Kraftverbrauch 670 *PS*, Gesamtwirkungsgrad 68·9%, Motorwirkungsgrad 93%, Kraftverbrauch der Pumpe 621 *PS*, Pumpennutzleistung 460 *PS* und Pumpenwirkungsgrad 73%. Zugesichert waren 2 m^3/Min. Wassermenge und 950 *m* manometrische Förderhöhe bei 2960 T. p. M. und ein Pumpenwirkungsgrad von 68%. Das spezifische Gewicht des Grubwassers betrug 1·046.

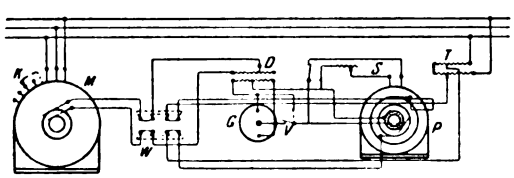
Der Abnahmeversuch liegt im Bereich der schon früher ermittelten Druckkurve, die sich sehr genau den tatsächlichen Betriebsverhältnissen (geometrische Höhe, Rohrreibung, Wassergewicht) anpaßt. Das ist bei Turbinenpumpen wichtig, damit bei der festliegenden Umlaufszahl die garantierte Leistung erreicht und der Motor nicht überlastet wird. Die Versuche haben danach gezeigt, daß Turbinenpumpen für große Förderhöhen auch bei kleineren Förderleistungen wirtschaftlich berechtigt sind, wozu bisher nur die Kolbenpumpen geeignet schienen.

(Z. d. V. D. I., 7. 2. 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Die Verwendung von Quecksilberdampfgleichrichtern in Regulierbetrieben. F. W. Meyer. Die Regelung von Drehstrombetrieben unter Verwendung von Kollektormaschinen hat zwar gute Erfolge gehabt, allein die Maschinen werden sehr groß, insbesondere erfordert der nur für 200 *V* Kollektorspannung gut kommutierende Kollektor große Abmessungen. Durch Einbau von Gleichrichtern läßt sich bei günstigen Dimensionsverhältnissen der Regulierbereich vergrößern. Als Beispiel gilt der Betrieb eines Drehstrommotors *M* mit Periodenumformer *P* (Fig. 1) der bei Untersynchronismus Energie ins Netz gibt, bei übersynchronem Lauf solche aus dem Netz aufnimmt. Für höhere Leistungen,

Fig. 1.



über 100 *V* Regulierbereich, kann man dann durch Umstellung des Schalters *V* den Gleichrichter *G* heranziehen, wobei der vom Gleichrichter rückgelieferte Gleichstrom in Wechselstrom normaler Periodenzahl umgeformt wird. Man regelt beim Transformator *D*. Die Maschine *P* arbeitet dann als synchroner Gleichstrom-Drehstromumformer und liefert den Magnetisierungsstrom. Bei stark übersynchronem Betrieb kann man, indem man den Wendeschalter *W* einlegt, Gleichrichter und Periodenumformer miteinander vertauschen; dabei wird Netzstrom in den Gleichrichter geliefert und sodann vom Umformer auf die erforderliche sekundäre Periode von *M* gebracht. Bei stark untersynchronem Betrieb kann man den Periodenumformer durch einen Gleichstrommotor ersetzen, der mit zwischengeschaltetem Gleichrichter arbeitet.

Der Verfasser beschreibt die Verwendung des Gleichrichters bei anderen Arten von Regulierbetrieben der Drehstrommotoren, Betrieb mit Hilfs-, Synchron- und Asynchronmaschinen, bei Motoren mit Polumschaltung und Kaskadenschaltung.

(E. T. Z. Hefte 1, 2, 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Sicherheitsschaltung für feuchte Räume. O. Heinisch. Wenn in Ställen mit Eisenkonstruktion Tiere mit eisernen Ketten an Säulen oder Träger angebunden werden, so zeigt sich, daß bei Erdschlüssen in der Anlage die Tiere sehr empfindlich sind. Versuche, die das Rheinisch-westfälische Elektrizitätswerk anstellen ließ, haben gezeigt, daß die Tiere bis 100 *V* Potentialdifferenz auszuhalten haben. Momentane Stromstöße bis zu 220 *V*, die sich beliebig oft wiederholen können, werden von den Tieren gut vertragen; ein längerer Stromdurchgung von weniger als 20 Milliampere bei 40 *V* kann aber tödlich wirken. Tiere sind also viel empfindlicher und weniger widerstandsfähig als der Mensch. Diesen Gefahren begegnet man in derartigen feuchten Räumen durch Anschluß der Metallkonstruktion an den Nulleiter des Netzes (380/220 *V*). Phasenleiter und Nulleiter sind als säurefeste Gummiaderleitung auf Isolatoren oder auf großen Mantelrollen zu verlegen. Alle Metallkonstruktionen sind unter sich mit 4 $n.m^2$ starkem Kupferdraht zu verbinden und durch einen automatischen Schalter bei eintretendem Erdschluß an Erde zu legen (Fig. 2). Zwischen der Eisenkonstruktion und Erde liegt die Magnetspule des Schalters; wird bei Erdschluß der Träger stromführend, so zieht die Spule einen Anker an, wodurch der Schutzschalter

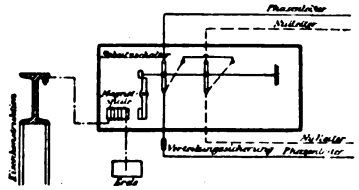


Fig. 2.

ausgelöst, der fehlerhafte Stromkreis also abgeschaltet und kurzgeschlossen wird. Die Sicherung darf erst dann erneuert werden, wenn der Fehler beseitigt ist. Diese Einrichtung wurde vielfach ausprobiert und hat sich sehr gut bewährt.

(E. T. Z. Heft 2, 1914.)

Stromverteilung.

Die Verteilung der Reaktanz in elektrischen Leitungsnetzen. E. P. Hollis. Die Verwendung künstlicher Reaktanzen (Drosselspulen) in elektrischen Netzen beschränkte sich ursprünglich auf Umformeranlagen, hat in neuerer Zeit jedoch als Schutzmittel in ausgedehnten Netzen vielfach zur Begrenzung der Kurzschlußströme Verbreitung gefunden. Die Spulen werden sowohl in die Phasenleitungen der Generatoren als auch zwischen die einzelnen Sammelschienengruppen eingeschaltet; werden alle Generatoren mit einer neutralen Schiene verbunden, welche über eine Drosselspule oder Widerstand geerdet ist, so verteilt sich der reduzierte Kurzschlußstrom gleichmäßig auf alle Einheiten und kann die bei Erdung einer Maschine auftretende Höhe nicht erreichen. Die Reaktanz soll jedoch so bemessen sein, daß hiedurch die Ausgleichsströme zwischen den Sammelschienengruppen nicht gestört werden und den Parallelbetrieb nicht verhindern. Der Spannungsabfall in der Spule soll 20% der Generatorspannung (bei Vollast) nicht überschreiten; auch sind bei langen Speisekabeln zur Erhaltung des Parallelbetriebes in die Verbindungsleitungen Reaktanzen einzuschalten. Die Erhaltung der guten Regulierung erfordert, daß ein möglichst großer Teil der Reaktanz in die Generatorwicklung verlegt wird. Die Reaktanzen sind gewöhnlich in Reihe mit dem Netze geschaltet, können jedoch zweckmäßig beim Schließen der Hauptschalter kurzgeschlossen werden. Beim „selbstsynchronisierenden" Synchronmotor (mit Dämpferanordnung) kann die Reaktanzspule an Stelle eines Anlassers verwendet werden.

Bei Transformatoren und Generatoren wird durch die Verwendung von Drosselspulen auch die mechanische Beanspruchung der Wicklung bei Kurzschlüssen herabgesetzt. Die Verwendung eisenloser Drosselspulen bei langen Übertragungsleitungen ist nicht zweckmäßig, dagegen zum Schutze der Generatoren zu empfehlen; bei langen Leitungen mit konstanter Spannung und hoher Kapazität sind Drosselspulen unbedingt erforderlich, welche am Generatorende einzuschalten sind, besonders bei Verwendung synchroner Kondensatoren am Leitungsende; der Spannungsabfall wird dadurch nur unwesentlich erhöht.

Die Konstruktion eisenloser Drosselspulen ist in letzter Zeit vielfach verbessert worden und sind solche mit Betonkernen und Porzellanumkleidung in Amerika in Verwendung gelangt*).

(Journal Inst. of E. E., 2. 2. 1914.)

Elektrische Beleuchtung.

Reinkohlen oder Leuchtkohlen für Bogenlampen. A. T. Baldwin. Die häufigste Ursache des Flackerns bei Reinkohlen bildet die Graphitisierung der Kohle bei zu geringer Lichtbogenentfernung bezw. Spannung. Leuchtkohlen mit Docht brennen am besten in geneigter Stellung (unter 22°) und erfordern ein genaues Festhalten des Elektrodenabstandes; sie sind empfindlicher gegen Unregelmäßigkeiten als die dochtlosen Leuchtkohlen, welche in vertikaler Stellung brennen können. Die Schlackenbildung kann durch richtige Zusammensetzung und Vermeidung

*) E. u. M. 1913, Seite 37, 78, 169.

Digitized by Google

der Kondensation (Ekonomiser) vermieden werden. Der metallische Überzug der Kohlen (Kupfer) erhöht die Lebensdauer um zirka 15%. Die Brenndauer der dochtlosen Leuchtkohlen beträgt 10 bis 30 Stunden, je nach der Länge, in offenen Lampen, während bei geschlossenem Lichtbogen 70 bis 125 Stunden erzielt werden. Eine Vergrößerung des Luftzutrittes von 6 auf 31% des Elektrodenquerschnittes verringert die Brenndauer um nahezu 25%. Die Farbe des Lichtbogens hängt wesentlich von der Spannung ab und werden beim offenen Wechselstromlichtbogen und Leuchtkohlen mit Docht die rein weiße Farbe bei 45 bis 47 *V* (10 *A*) erzielt, während beim eingeschlossenen Bogen 47 bis 49 *V* erforderlich werden; bei 72 *V* (0·58 *NK* pro *W*) brennt die Reinkohle blauweiß, während beim eingeschlossenen Lichtbogen mit Leuchtkohlen ohne Docht nur 56 *V* benötigt werden. Einen Vergleich der Ökonomie dieser Lampen zeigt folgende Tabelle:

Lampentype	Licht	Pro *W* erzeugte sph. *NK* Gleichstrom	Wechselstrom
Eingeschlossene Reinkohle .	blauweiß	0·67	0·58
Offene Effektlampe (mit Docht)	schneeweiß	1·62	1·88
	gelb	2·69	3·00
Eingeschlossene Effektkohle (ohne Draht)	schneeweiß	2·3	3·16
	gelb	3·3	3·96

Die Tabelle zeigt, daß die höchste Ausbeute bei eingeschlossenen Wechselstromeffektkohlen ohne Docht erzielt wird, während bei eingeschlossenen Reinkohlen die Gleichstromlampe eine bessere Ausbeute zeigt. Die Lichtverteilungskurven zeigen eine höhere Ökonomie der Gleichstromlampen und eine mehrfach höhere Ausbeute des Flammenbogens im Vergleich mit dem eingeschlossenen reinen Lichtbogen. Die Lichtkurve ist bei Verwendung der positiven Kohle als untere beim Flammenbogen bedeutend günstiger als bei negativen unteren Kohlen und der Bogen brennt beständiger. (The Electr., 23. 1. 1914.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Untersuchungen über die Verhinderung elektrolytischer Zerstörungen durch Erdströme. Rosa und Burton Mc Collum. Die Untersuchungen wurden zunächst vom Bureau of Standards in Springfield, Ohio, durchgeführt, um die zur Verhinderung der Elektrolyse empfehlenswerten Maßnahmen zu beurteilen; bei Rohrleitungen kommen als praktische Methoden die Oberflächenisolation, die Verwendung isolierter Rohrverbindungen und das Ableitungssystem (direkte Verbindung zwischen Rohrleitung und Schiene oder mit negativen Rückleitungen) in Betracht. Die bei Straßenbahnen gebräuchlichen Verfahren, bei isolierter negativer Speiseleitung, verwenden entweder keine Zusatzmaschinen oder solche mit eigener Zuleitung oder auch direkt angeschlossene Booster. Zusammenfassend geht aus dem Bericht hervor, daß die angegebenen Methoden im allgemeinen als unzureichend anzusehen sind, insbesondere bei solchen Gasrohrleitungen, wie in Springfield, wo eine große Zahl von isolierten Rohrverbindungen vorhanden ist; die Verwendung der mit der Rohrleitung verbundenen negativen Rückleitungen erweist sich bei Vorhandensein isolierter Rohrkupplungen als schädlich, wogegen die direkte Verbindung der Rückleitung mit der Schiene in solchen Fällen vorteilhaft ist, da die Potentialdifferenz zwischen verschiedenen Punkten des Netzes gering genug wird, um elektrolytische Wirkungen hintanzuhalten, und gleichzeitig die isolierten Rohrverbindungen dem Strom einen hohen Widerstand entgegensetzen. Die Feuergefährlichkeit und persönliche Gefahr wird auch durch die Verbindung von Rohrleitungen mit dem negativen Rückleiter erhöht.

Die Verfasser empfehlen daher als wirksamste Maßnahme gegen die Zerstörung von Rohrleitungen die direkte Verbindung der negativen (isolierten) Rückleiter mit der Schiene, besonders in allen Fällen bei Verwendung zahlreicher, isolierter Rohrverbindungen; es wird des weiteren empfohlen, alle Schienenverbindungen in Intervallen von höchstens sechs Monaten zu überprüfen, wobei der Widerstand derselben jenen von 1 *m* Schienenlänge nicht überschreiten darf. Es ist auch erforderlich, die Schienen an allen Kreuzungen untereinander zu verbinden; die Vernachlässigung der Querverbindungen kann oft die Ursache elektrolytischer Zerstörungen von Rohrleitungen sein.

Das empfohlene Schutzsystem mit negativen Schienenrückleitungen erhöht auch die Wirtschaftlichkeit des Bahnnetzes durch Stromersparnis und wiegt die geringen Anlagekosten desselben vollkommen auf; im Vergleich mit dem gebräuchlichen System wird der Spannungsabfall an der negativen Rückleitung bedeutend herabgesetzt und die Nutzspannung am Motorwagen entsprechend erhöht.

(Bureau of Standards, Techn. Paper No. 27, 1913.)

Telegraphie und Telephonie.

Über Fernsprechautomaten. Teuffert beschreibt die Wirkungs- und Betriebsweise der gegenwärtig im Reichs-Telegraphengebiete gebräuchlichen Fernsprechautomaten.

Der Benutzer solcher Automaten muß erst zahlen, sonst erlangt er keine Verbindung mit dem Amt; das Geld wird ihm aber selbsttätig zurückgegeben, wenn die von ihm verlangte Verbindung aus irgendeinem Grunde nicht zur Ausführung kommt. Im Amt brauchen die Automatenleitungen nicht mehr besonders gekennzeichnet zu sein; die Automatenanrufe können wie gewöhnliche Ortsgespräche behandelt werden. Die Beamtin fordert — soweit es sich nicht um den Vorort- und Nachbarverkehr handelt — nicht mehr zum Zahlen auf und überwacht die Zahlung nicht. Der unkundige Automatenbenutzer kommt nicht mehr in die Lage, vorzeitig zu zahlen und dann nachzuzahlen. (Dies kann bei Apparaten vorkommen, wo die Beamtin zum Zahlen erst auffordert und die eventuelle erste vorzeitige Zahlung nicht überwacht hat.) Der beschriebene Apparat läßt eben kein Gespräch ohne Zahlung vor sich gehen.

Ein diesen Anforderungen entsprechender Apparat ist in Fig. 3 dargestellt. Bei seiner Benutzung wird durch Abnehmen

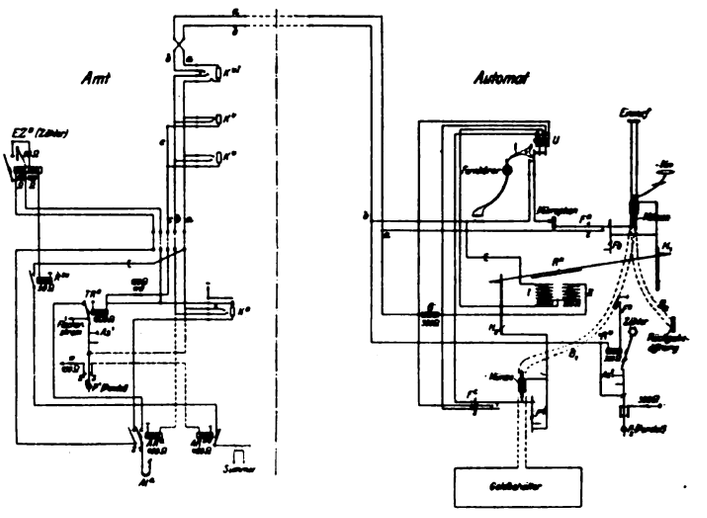


Fig. 3.

des Hörers — das Amt hat Z. B.-Betrieb — zunächst nur die Einwurfsöffnung freigemacht (aus der Skizze nicht ersichtlich). Erst nach Einwurf der Münze ist das Amt erreichbar. Die Münze fällt auf die obere Feder von Kontakt F_a und schließt den Speisestrom. AR_1 spricht an und Al_1 flackert. Außer AR_a wird noch AR_{aa} unter Strom gesetzt. Dieses Relais tritt an die Stelle der zweiten Wicklung von AR_a, dem Speiserelais der gewöhnlichen Amtsschaltung. Der Automatenanruf wird wie jede gewöhnliche Ortsverbindung über B-Amt zum C-Amt weitergegeben. Beim Einführen des Stöpsels in K_a spricht TR_1 an. Sein Anker hat außer seiner bisherigen Tätigkeit der Kontaktgebung noch die Aufgabe zu erfüllen, das kleine Pendel P_1 aus seiner Ruhelage (von rechts nach links) zu entfernen und in der neuen Lage so lange festzuhalten, bis TR_a nach Trennung der Verbindung stromlos wird. Beim Abfallen des Ankers von TR_a kehrt P_1 in die Ruhelage zurück. Infolge Anschlagens gegen die Anschlagschraube As_1 führt die mittlere Feder von P_1 einige Schwingungen aus und berührt dabei die Feder 2 von P_1, während sie sich von Feder 3 entfernt. Hiedurch wird einerseits dem a-Zweig der Automatenleitung — Strom zugeführt, andererseits aber das Relais AR_{aa} abgeschaltet.

Ist die gewünschte Leitung besetzt, muß der Automatenbesitzer den Hörer einhängen und später wieder anrufen oder auf das Gespräch verzichten. Die Münze muß zurückgegeben werden. Dies geschieht mit Anhängen des Hörers, sobald im A-Amt der Stöpsel aus der K_a-Klinke entfernt wird. Dann wird TR_1 stromlos, sein Anker fällt ab, das Pendel P_1 schwingt und über seine Federn 2 und 1 fließt Strom in den a-Zweig der Automatenleitung und weiter durch die Wicklung II vom polarisierten Relais R_k im Automatenapparat und U zur Erde. R_k spricht an und gibt den Hebel H_1 als Klappe frei. Dieser Hebel, der solange das Geldstück festgehalten hat, legt sich zur Seite (nach rechts) und die Münze fällt in die Rückgabebahn B_2 und durch die Rückgabeöffnung aus dem Apparat heraus. Gleichzeitig wird Kontakt F_a geöffnet, weil seine Feder 1 nicht mehr durch die Münze beschwert und nach Abfallen des Hebels H_1 auch von der Sperrfeder F_b befreit ist. Letztere soll den Kontakt F_a besser schließen, als dies durch das Gewicht der Münze allein möglich ist. Mit H_1 ist auch Hebel H_2 abgefallen.

Digitized by Google

Sobald nun der Hörer zu einem neuen Anruf abgenommen, schiebt sein Haken die beiden Hebel H_1 und H_2 über die Nasen des Ankers R_k und die eingeworfene Münze findet die Rückgabebahn B_2 durch den oberen Arm von H_1 wieder verschlossen. Auf dem Amt spielt sich derselbe Vorgang ab wie früher, nur mit dem Unterschiede, daß jetzt die Verbindung zustande kam. Nun sprechen beim ersten Abgehen des Rufstromes im Amte der Gesprächszähler EZ_a und das mit seiner Haltewicklung in Reihe geschaltete Relais R_{au} an. Dann wird über die angezogenen Anker von AR_a und R_{au} ein Summerstromkreis an den a-Zweig der Automatenleitung angeschaltet. Der jede Verständigung verhindernde Summerstrom hört erst auf, nachdem der Automatenbenutzer auf den aus dem Apparatengehäuse herausragenden Knopf K gedrückt und hiedurch die Münze aus ihrer Abwartelage gebracht hat. Sie fällt durch die Kassierbahn B_1 auf die Feder 1 von Kontakt F_c. Der Kontakt F_a bleibt trotz der Entfernung der Münze von seiner Feder 1 geschlossen, weil eben diese Feder nun allein von der Sperrfeder F_b gehalten wird, und zwar so lange, bis der Hörer angehängt ist und H_1 abfällt. Letzteres geschieht aber erst, wie oben erörtert, nach Trennung der Verbindung im Amt. Die auf F_c fallende Münze legt die Feder 1 auf Feder 3 und entfernt diese von 2. Dadurch wird der a-Zweig der Automatenleitung im Apparat selbst über den Graduator G, die Federn 3 und 1 von F_c und über die Federn 1 und 2 vom Umschalter U geerdet. Im Amt fällt daher der Anker von AR_{Ia} ab, der Summerton hört auf; Kontakt F_c wird durch die Sperrfeder F_d gesichert. Sobald das Gespräch beendet und die Verbindung getrennt ist, wird TR_a stromlos, das Pendel P_1 schwingt und sendet — Strom in den a-Zweig der Automatenleitung. R_k im Apparat wird betätigt, H_2 fällt ab, die Münze gleitet in den Behälter, die Sperrfedern F_b und F_d nehmen die Ruhelage ein und die Kontakte F_a und F_c öffnen sich.

Die Schwierigkeiten, die der Verkehr mit den Vororten und der Nachtverkehr wegen der Einkassierung von zwei 10 Pfg.-Stücken für die Konstruktion eines selbsttätigen Automatenapparate mit sich bringen, werden in sehr einfacher und sicherer Weise durch den Einbau des Pendels P_2 und mit Hilfe des Relais R_v beseitigt, das, ähnlich wie bei Schnarrwerken, für einige Sekunden ein Geräusch erzeugt, welches der überwachenden Vorort- bezw. Nachtdienstbeamtin die erfolgte Zahlung anzeigt. Das Relais kann nebenbei als Gebührenzähler verwendet werden.

(E. T. Z. Heft 1, 1914.)

Schutzschaltung für Schwachstromapparate im Wechselstrombahnbetrieb. Bei den französischen Bahnen ist die in Fig. 4 dargestellte Einrichtung getroffen. Der Empfänger (Relais usw.) erhält zwei Wicklungen $W_1 W_2$, deren Verbindungspunkt an Erde liegt. Die Zuleilung ist in zwei Stromzweige gegabelt, einer enthält den Widerstand R_1 und die ein Wicklung W_2 — dies ist der normale, den Apparat zum Ansprechen bringende Weg für den Betriebsgleichstrom — und den zweiten Kreis, der eine Kapazität C, Spule L und die zweite Wicklung W_1 besitzt. Tritt durch Berührung mit der Fahrleitung Wechselstrom ein, so gabelt er sich in zwei Zweige, die bei Gleichheit der Widerstände R und R_1 und bei Abstimmung von C und L auf Resonanz gleich stark sind, daher den Empfangsapparat, indem die Wicklungen W_1 W_2 in entgegengesetzter Richtung durchflossen werden, nicht betätigen.

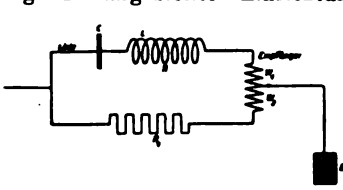


Fig. 4.

(E. K. B. Heft 2, 1914.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Untersuchung der Vorgänge bei Stoßerregung mit der Braunschen Röhre. F. F. Martens. Um abklingende periodische Wechselgrößen, wie sie bei der Stoßerregung von Antennen auftreten, mit der Braunschen Röhre zu verfolgen, hat der Verfasser in den Primärkreis vor der Funkenstrecke zwei kleine Spulen angeordnet, zwischen welchen das Rohr liegt, so daß der Lichtstrahl eine der momentanen Stromstärke im Primärkreis entsprechende Ablenkung erfährt. Senkrecht dazu stehen zwei Platten, die an Punkte des Sekundärkreises angelegt sind, so daß die Ablenkung der Sekundärspannung proportional ist.

Hält man sich vor Augen, daß bei der Stoßerregung die primären Schwingungen sehr rasch gedämpft werden und dabei die sekundären auf ein Maximum hinaufschaukeln, von dem sie nach Aufhören der primären Entladung langsam abklingen, so muß der Lichtfleck der Braunschen Röhre den Verlauf in Fig. 5 annehmen, der für eine Dämpfung von 19·8% gerechnet ist. Mit 1, 3, 5 sind die ungeraden Halbschwingungen rechts oben, mit 2, 4, 6 die geraden links unten dargestellt. Nach Vollendung der fünften Halbschwingung bleibt der Primärkreis stromlos, während die Sekundärspannung ganz allmählich abklingende, durch einen dicken weißen Strich zeichnende Schwingungen ausführt.

Fig. 6 zeigt eine bei derselben Schaltung ausgeführte Lissajous-Figur; die Kupplung betrug nur etwa 7·4%. Man erkennt links unten die 1. bis 11., rechts oben die 2. bis 12. Halbschwingung.

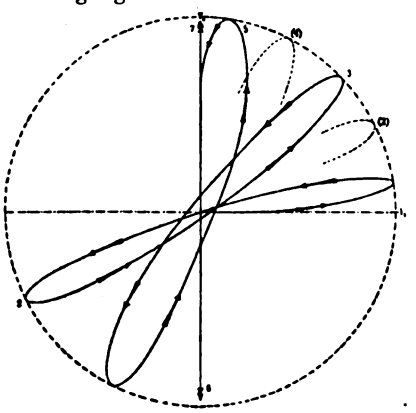


Fig. 5.

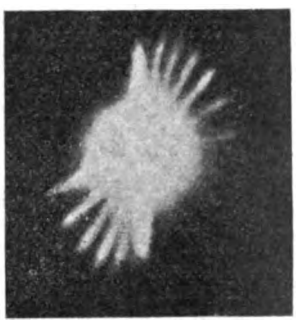


Fig. 6.

Die Anzahl der Halbschwingungen rechnet der Verfasser mit $z = 0{\cdot}9/k$ abgeleitet. Die hienach berechnete Anzahl der Halbschwingungen stimmt mit der beobachteten (Fig. 6) gut überein.

Als Kapazität des benutzten Sekundärkreises diente die Antenne der Handelshochschule Berlin ($C = 8{\cdot}8 \cdot 10^{-10}$ Farad). Die Wellenlänge der Station betrug 1100 *m*. Zur Erregung diente eine kleine Maschine für 500 Perioden.

Der Ton in einem Empfangskreis muß außerordentlich rein sein, die rotierende Leuchtröhre muß ein ganz sauberes Speichengitter zeigen; nur dann entsteht eine völlig ruhige Figur, so daß die photographische Platte mehrere Sekunden hindurch belichtet werden kann. (Antenne, Heft 6, 1913.)

Hochfrequenzerzeuger. W. J. Book. Innerhalb eines hohlen Eisenrohres, das die Pole eines starken Magneten bildet, und das in dem ringförmigen Raum der zugewendeten beiden Kegel ein starkes Magnetfeld erzeugt, rotiert ein Lichtbogen. Die Anode ist eine Zinkscheibe *e* von 54 *mm* Durchmesser, durch einen Messingstift *d* in dem Hartgummipfropfen *c* gehalten. Als Kathode dient ein zu einem Kreis zusammengebogener Kupferdraht Nr. 10, auf dem ein weicher Kupferdraht Nr. 16 aufgewickelt ist; dieser gewickelte Ring ist in eine kreisförmige Höhlung eingelegt und eingelötet, die in eine zur Stromzuführung und Kühlung dienende Kupferplatte *r* eingeschnitten ist. Diese sitzt in einem Fiberring *b*. An Kathode und Anode ist einerseits über eine Drossel, andererseits über einen Regelwiderstand eine Gleichstromspannung von 500 *V* angeschlossen und gleichzeitig auch der Duddell-Kreis angelegt. Der Funke im Ringraum kommt unter dem Einfluß des Magneten zur Rotation. Zufolge der abwechselnden Erhöhungen und Vertiefungen auf der bewickelten Kathode ändert sich die Länge der Funkenstrecke und damit der Widerstand rasch von einem Maximum zu einem Minimum, es tritt also ein periodisches Auf- und Abfluten der Energie im primären Kreis ein. Die Länge der Funken soll zwischen 0·4 und 1·5 *mm* liegen. Am besten ist es, bis zu zehn Unebenheiten auf dem Ring pro 1 *cm* Länge anzubringen. Mit steigendem Feld nimmt der Primärstrom zu, bei Überschreiten eines Maximums tritt aber Zischen ein und die Entladeenergie nimmt ab.

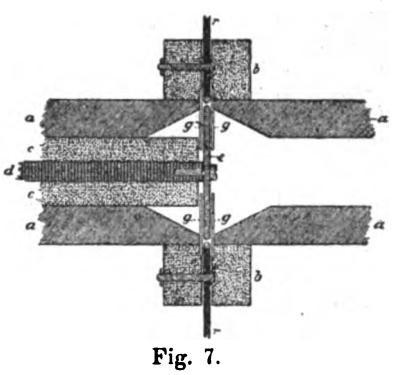


Fig. 7.

(Z. f. Schwachstromtechnik. Heft 1, 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über den störenden Einfluß des Zimmers bei Wellenlängen- und Dekrementsbestimmungen kurzer Hertzscher Wellen. Martin Sjöström (Upsala) hat einen Oszillator für kurze Hertzsche Wellen konstruiert, bei dem die Funken in einer alkoholgesättigten Wasserstoffatmosphäre zwischen ebenen Silberelektroden von kleinem Abstand überschlagen und der eine konstante Strahlung von großer Energie aussendet. Mit diesem Apparat wurde eine

Digitized by Google

Untersuchung über den Einfluß einiger Gase und Gasmischungen auf die Aktivität des Funkens ausgeführt und gezeigt, daß die Funken in gewissen Gasmischungen weit aktiver sind als in den reinen Bestandteilen der Mischungen. Nach früheren Versuchen kann das Strahlungsdekrement eines offenen Oszillators nicht mit einem Resonatorkreis, der nahe am Oszillator liegt, bestimmt werden, da das Dekrement in diesem Falle zu groß ausfällt. Nach Sjööströms Ansicht, ist hier die Ursache in der Bildung einer Art gekuppelter Schwingungen gelegen. Bei größerem Abstand tritt wiederum eine andere, bisher wenig beachtete Fehlerquelle auf: die Reflexion der Wellen an den begrenzenden Flächen des Raumes, wobei, wenn der Oszillator horizontal ist, Fußboden und Decke die wichtigsten spiegelnden Flächen darstellen. Ihr Einfluß zeigt sich unter anderem in periodischen Schwankungen der Intensitätsverteilung der Strahlung auf der Mittellinie des Oszillators, in konstanter Höhe über dem Fußboden. Sjöström konnte nachweisen, daß diese Störungen in verwickelter Weise die Resonanzkurven deformieren und das Dekrement bald zu groß, bald zu klein ausfallen lassen, je nach der besonderen Aufstellung der Schwingungskreise. Auch wenn Oszillator und Resonator einander ziemlich nahe und von Fußboden und Decke weit entfernt sind, kommen diese Erscheinungen noch zur Beobachtung. Die Störungen verursachen naturgemäß auch große Fehler bei den Bestimmungen der Wellenlänge, die auf Resonanzkurven beruhen. Betrachtet man die Strahlung von Oszillator und Resonator als spektral, so sind die Deformationen der Resonanzkurven im einzelnen leicht erklärlich. Es ist durch die erwähnten Versuche nachgewiesen, daß die besondere Aufstellung der elektrischen Schwingungskreise zu erheblichen Veränderungen im normalen Verlauf der Resonanzkurven führen kann, die bisher nur bemerkt wurden, wenn sie sehr auffällig waren. Die Nichtbeachtung dieser Fehlerquelle kann unter Umständen Dekrements- und Wellenlängenbestimmungen völlig wertlos machen.

(Ann. d. Phys. Nr. 16, 1913.)

Strahlungslehre.

Über den Einfluß der Glimmentladung auf den Voltaeffekt. F. Wertheimer, Zürich. Nach Versuchen von Greinacher läßt sich der lichtelektrische Strom eines Metalls durch Glimmentladung in verschiedenen Gasen um mehr als das Tausendfache variieren. Die Größe des Effektes schien von der Stellung des betreffenden Metalls in der Spannungsreihe unabhängig zu sein. Da es nahe lag, auch einen Einfluß der Glimmentladung auf den Voltaeffekt zu vermuten und von hier aus möglicherweise neues Licht auf die Vorgänge beim Photoeffekt fallen könnte, hat Wertheimer entsprechende Versuche unternommen. Die Versuche erstreckten sich auf Platin, Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Nickel, Blei, Kadmium und Zink. Es ergab sich, daß durch Glimmentladung in Luft oder Sauerstoff eine Polarisation des Voltaeffektes von der Größenordnung eines Volts hervorgerufen werden kann. Die Metalle werden hiebei elektronegativer (edler). Durch Glimmentladung in Wasserstoff ließ sich die Polarisation momentan rückgängig machen, ebenso durch den einige Sekunden einwirkenden Dampf siedenden Wassers. Eine allmähliche, spontane Rückbildung der Polarisation trat ebenfalls ein, erforderte aber Stunden oder Tage. In einer Kadmiumzelle (Cd – Cd-Zelle) konnte eine Polarisationsspannung von 1·75 *V* erreicht werden. (Ber. d. deutschen Phys. Ges. Nr. 24, 1913.)

Interferenz von Röntgenstrahlen und Wärmebewegung. P. Debye, Utrecht, hat eine theoretische Untersuchung darüber angestellt, ob die Wärmebewegung der Kristallatome die von Friedrich, Knipping und Laue entdeckten, von letzterem bereits theoretisch behandelten Röntgenstrahleninterferenzen wesentlich beeinflussen. Die Theorie führt zunächst dazu, diese Frage zu bejahen. Die Beeinflussung erstreckt sich auf die Intensität und deren räumliche Verteilung, nicht aber auf die Schärfe der Interferenzmaxima. Die Interferenzintensität nimmt infolge der Wärmebewegung exponentiell ab und zwar mit wachsendem Winkelabstand zwischen Einfalls- und Beobachtungsrichtung, mit wachsender Temperatur und mit sinkender Wellenlänge. Ist keine Nullpunktsenergie (im Sinne der Relativitätstheorie) vorhanden, so verschwindet der Exponent der Exponentialfunktion für $T = 0$; existiert hingegen eine Nullpunktsenergie, so behält er einen endlichen, nicht zu vernachlässigenden Wert. Der Exponent ist stets umgekehrt proportional dem Quadrate der Wellenlänge. Neben der Interferenzintensität ist stets eine zerstreute Intensität vorhanden, die dort am stärksten ist, wo die Interferenzintensität die größte Schwächung erfährt und umgekehrt. Sind Daten über den Verlauf der spezifischen Wärme als Funktion der Temperatur vorhanden, so läßt sich der Verlauf der Erscheinungen voraus berechnen. (Ann. d. Phys. Nr. 1, 1914.)

Chronik.

Statistik der Starkstromunfälle in Österreich im Jahre 1913*). Der Elektrotechnische Verein in Wien erhielt im abgelaufenen Jahre 86 (im Vorjahre 150) Anzeigen über Unfälle durch den elektrischen Strom, von welchen 13 (im Vorjahre 8) tödlich verliefen.

Von den Unfallsanzeigen entfallen 48 (im Vorjahre 122) auf die Städtischen Straßenbahnen in Wien und 38 (im Vorjahre 28) auf andere Betriebe; die letzteren verteilen sich wie folgt:

Berg- und Hüttenbetriebe 13 (im Vorjahre 13), davon tödlich 6 (im Vorjahre 4);

Fabriken und Bauunternehmungen 16 (im Vorjahre 8), davon tödlich 3 (im Vorjahre 3);

Elektrizitätswerke und Leitungsanlagen 9 (im Vorjahre 7), davon tödlich 3 (im Vorjahre 1).

Nach der Ursache und Art des Unfalles geordnet, ergibt sich folgende Einteilung:

Kurzschluß an Schaltern, Sicherungen und Schalttafeln 10 (davon tödlich 2);

Kurzschluß an Leitungen 14 (davon tödlich 7);

Kurzschluß an Maschinen und Apparaten 6 (davon tödlich keiner);

Kurzschluß an Lampen und deren Zuleitung 4 (davon tödlich 3);

sonstige Ursachen 4 (davon tödlich 1).

Durch eigenes Verschulden wurden nachweislich 9 Todesfälle (75%) herbeigeführt; 10 tödliche Unfälle betreffen Hilfsarbeiter und Handwerker und nur 3 geschultes Personal. Zu bemerken ist, daß 4 Todesfälle sich bei Spannungen ereigneten, welche unterhalb der, in den Sicherheitsvorschriften vorgesehenen Gefahrengrenzen liegen.

Hinsichtlich der Unfälle bei den elektrischen Straßenbahnen der Gemeinde Wien sei nur bemerkt, daß dieselben zumeist nur leichte Elektrisierungen und Verletzungen beim Hantieren an den Deck- und Signallampen, Steckdosen und Lichtleitungen betreffen und häufig durch mangelhafte Isolation, namentlich bei Regenwetter, hervorgerufen wurden. Es sei auch bemerkt, daß im zweiten Halbjahr 1913 nur vier Unfälle zur Anzeige gelangten.

Im nachstehenden wird an Hand der Unfallsanzeigen über die Todesfälle durch den elektrischen Strom berichtet.

J. P. Aushilfsheizer im Kesselhause, obertags, des H.-Schachtes der Gewerkschaft in D. Wechselstrom 120 *V*, Leitungen mit U-Isolation. J. P. arbeitete an der Abdichtung einer Kesselspeisewasserleitung; neben ihm hing eine brennende Kohlenfadenlampe von gewöhnlicher Ausführung, daher ohne Strom im äußeren Mantel der Fassung. Plötzlich brach P. mit einem Schrei zusammen und war tot. Gleichzeitig erlosch die Lampe, ohne daß nachher an letzterer ein anderer Mangel festgestellt werden konnte als der, daß die Birne nicht vollständig hineingeschraubt war. Der Verletzte zeigte äußerlich nur eine schwache Brandwunde an der linken Schläfe, welche nach dem Ergebnisse der Erhebung nicht auf den Strom, sondern auf eine Berührung mit dem heißen Speiserohr zurückzuführen ist. Die Sezierung der Leiche hatte auch ein durchaus negatives Ergebnis.

Zwei andere tödliche Unfälle von Hilfsarbeitern ereigneten sich bei Drehstrom von 220 *V* an der Lichtleitung der alten Zuckerfabrik in T. Der Draht der elektrischen Lichtleitung ist über einem Obstgarten in T. gezogen, in welchem seitens einer Tiefbohrunternehmung Bohrungen vorgenommen wurden. Bei der Umstellung des eisernen Bohrturmes kam dieser Turm in Berührung mit der elektrischen Lichtleitung und wurden vier Hilfsarbeiter vom elektrischen Strom getroffen, wobei A. C. und A. S. getötet wurden.

A. B., Vorarbeiter der Bauunternehmung V. F. in B., Unfallsstelle obertags, am unteren Plateau beim Bau der Röstöfen. Der Unfall geschah an einer Oberleitung, welche in der vorgeschriebenen Höhe von 2·5 *m* über Schienenoberkante gelegt ist; der positive Pol der Leitung ist doppelt isoliert, der negative Pol an die Schienenleitung angelegt. Der Vorarbeiter A. B. wollte mit einem Eisendraht die straßenseitige Mauerflucht der Röstöfen fixieren; der Maurer T. C. war ihm dabei behilflich. Der Draht sollte über das Oberleitungsnetz (550 *V* Gleichstrom), welches der elektrischen Förderung dient, gespannt werden. B. warf die Drahtspule, deren Ende er in der Hand hielt, über den Fahrdraht des Leitungsnetzes und stellte dadurch mit seinem Körper, wobei er unvorsichtigerweise in einer Wasserlache stand, die leitende Verbindung mit dem negativen Pol der Geleiseschiene her. A. B. fiel bewußtlos zu Boden, T. wollte ihm zu Hilfe

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 172.

Digitized by Google

kommen, indem er ihm den Draht, den der Verunglückte noch in der Hand umwunden hielt, mit seinem Hute entfernte; dabei wurde letzterer auch elektrisiert und fortgeschleudert. Unterdessen war der Strom im Leitungsnetze ausgeschaltet und es konnte der Verunglückte entfernt werden. Es wurde der Tod des B. durch Herzlähmung infolge Einwirkung des elektrischen Stromes festgestellt; T. C. wurde nur leicht verletzt und erlitt eine Verbrennung an der rechten Hand.

W. S., Schmierer (Obertagsjunge) im Steinkohlenschacht in P. Wechselstrom von normal 150 *V*, zur Zeit des Unfalles zirka 350 *V*; etwa 1½ Stunden nach dem Unfalle wurde die Spannung zwischen Lampenfassung und Erde mit 320 *V* gemessen. W. S. war am Tage des Unfalles als Schmierer in der elektrischen Zentrale beschäftigt. Um 1 Uhr nachmittags begab er sich in das Materialmagazin, um verschiedene Materialien für die elektrische Zentrale zu holen; anschließend an das Magazin befindet sich eine Spenglerwerkstätte. S. verweilte am offenen Fenster dieser Werkstätte, in deren Innern sich, zirka 20 *cm* vom Fenster entfernt, eine gewöhnliche Glühlampe von normal 150 *V* befindet. S. wollte sich nach Aussage des Zeugen mittels eines Drahtes an der Glühlampe elektrisieren; hiebei erlitt er einen derartig heftigen Schlag, daß er tot niederstürzte.

Hiezu wird bemerkt: Der zur Beleuchtung erforderliche Strom wird mittels eines Drehstromtransformators von 525 *V* auf 150 *V* bei 50 ∼ transformiert. Der Transformator wurde vom Betriebe als ein normaler Transformator angesehen, erst bei der Untersuchung stellte sich heraus, daß er ein Autotransformator (Spartransformator) ist; der Nullpunkt war nicht geerdet. Die Niederspannungsklemme hat je eine Durchschlagssicherung, bestehend aus einer vollen Glimmerplatte von 0·3 *mm* Stärke zwischen zwei Metallkontakten. Am Unfallstage ist in einer Phase des an die 525 *V*-Anlage angeschlossenen Grubenkabels ein Erdschluß aufgetreten, so daß zwischen der Lampe und Erde eine Spannung von 352 *V* auftreten konnte.

A. P., Schaltbrettwärter der elektrischen Zentrale der Kohlengewerkschaft T. Unfallstelle: Blitzschutzraum der Zentrale. Drehstrom 3000 *V*. Der zu reinigende Teil war stromlos. Der eigentliche Blitzschutz besteht aus zwei Teilen mit je drei Röhrensicherungen; vom oberhalb gelegenen Raume führen die Zuleitungsdrähte zu den oberen Klemmen der Sicherung, während von den unteren Klemmen die Leitungen über Wasserwiderstände zu den „Hörnern" abzweigen. Die Sicherung nahm Maschinenmeister A. E. vor Inangriffnahme der Reparatur bezw. Reinigung mittels Isolierzange heraus, wodurch die Blitzschutzanlage stromlos wurde. A. E. machte den Aufseher F. T. und den Verunglückten P. A. auf die oberen unter Spannung stehenden Drähte wiederholt aufmerksam. Entgegen dem mehrfach erteilten Befehl griff P. mit der rechten Hand an einen der oberen Drähte und blieb an der Leitung hängen. T. schaltete beim Hauptschaltbrett aus; die sofort angestellten Wiederbelebungsversuche blieben ohne Erfolg. Der Arzt wurde sofort verständigt und kam gleich. Eintritt des Stromes von 3000 *V* an der volaren Seite des rechten Mittel-, Ring- und kleinen Fingers mit dem Austritt an der linken Fußsohle. Der vom Unfall betroffene war früher vollkommen gesund.

J. K., Schlosser (Monteurgehilfe) der Glanzkohlenwerke E. Hochspannungsmast am Dach der elektrischen Zentrale, Drehstrom 525/330 *V*; blanke Freileitung. J. K. wurde vom Oberwerkmeister O. D. persönlich angewiesen, an Ort und Stelle ein Loch im Dach, durch welches ein Rohr hindurchgeht, das die Leitungsdrähte ins Innere führt, abzudichten. Am darauffolgenden Tage fand man K. auf dem Dache tot auf, unterhalb des Hochspannungsmastes. Nähere Umstände sind unbekannt. Starke Rötung der linken Brustseite; sonst keine spezifischen durch den elektrischen Strom herbeigeführte Verletzungen.

A. L., Zimmermann der Elektrikerpartie der T. Kohlenwerksgesellschaft am Hochspannungsverteiler. Drehstrom 3000 *V*, Nullpunkt geerdet. Der Hochspannungsverteiler ist dreifedrig und in einem eigenen Gebäude, in einem Raum von 5 × 5·4 *m*, untergebracht; der Verteiler besteht aus einem Fassoneisengerüst, welches geerdet ist, auf welchem Schalter, Schmelz- und Blitzschutzsicherung mittels Porzellanisolatoren an Marmortafeln befestigt sind. Während der Betriebswoche vor dem Unfalle waren sehr heftige Gewitter und es sind infolge starker atmosphärischer Entladungen drei Isolatoren der Blitzschutzhörner defekt geworden, welche durch den Verunfallten ausgewechselt werden sollten. Der Verunglückte betrat den Verteilerraum, wurde aber von seinem Helfer ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß noch keine telephonische Meldung eingelangt sei; der Helfer ging darauf zu dem etwa 15 *m* vom Verteilerraum entfernten, beim Telephon befindlichen Posten, von welchem er erfuhr, daß die Meldung noch ausständig sei. Beim Wiederbetreten des Verteilerraumes fand er den Verunglückten mit beiden Armen am Eisengerüste und einer Hand an der Eisenkappe des Isolators des Blitzschutzhornes ohne Lebenszeichen hängend vor. Man fand Brandwunden an beiden Ellbogen und am Handgelenke.

B. P., Taglöhner beim Bau des Preßhauses der Zementfabrik in S. Drehstrom 500 *V*. Der Unfall geschah dadurch, daß der verunglückte P. die Drähte der Starkstromleitung berührte und vom elektrischen Strom getötet wurde, obwohl er vom Vorarbeiter K. vor Inangriffnahme der Gerüstung wiederholt aufmerksam gemacht wurde, die am Preßhaus vorbeiführenden Leitungsdrähte nicht zu berühren. Es wurde sofort der nächste Arzt gerufen, doch blieben alle Wiederbelebungsversuche erfolglos. Der Verunglückte starb 1¾ Stunde nach dem Unfall. Bemerkt wird, daß der Verunglückte zu dem Gerüst auch durch eine Fensteröffnung hätte gelangen können, daher durch eigene Unvorsichtigkeit getötet wurde.

R. B., Maurer, Maschinenhaus der elektrischen Zentrale der Brauerei in P. B. war mit der Abisolierung eines Zuleitungsdrahtes in der Zentrale beschäftigt, wobei er entweder infolge eines Fehltrittes oder Unwohlseins von der Leiter abrutschte und mit der linken Hand die Starkstromleitung (500 *V*) erfaßte, während er mit dem linken Fuß auf ein Schalttafelgerüst trat, wodurch der Kontakt hergestellt wurde und der Verunfallte hiebei vom Strome getötet wurde.

F. T., Hilfsarbeiter beim Bau des Elektrizitätswerkes in F. Beim Aufschrauben des Bügels an einem Leitungsmast kam der Verunfallte in Berührung mit der elektrischen Leitung, was seinen Tod zur Folge hatte. (Keine näheren Angaben.)

H. F., Hilfsmonteur im Installationsbureau in E. Der Verunglückte hatte einen Leitungsmast auf der Straße erklommen, wobei er den Draht berührte und tot herabstürzte. Der Monteur T. hatte vom Montageinspektor H. den Auftrag erhalten, den Strom vorher auszuschalten, hatte dies aber unterlassen und sich einem, seiner Arbeitsgruppe gültigen Auftrag gemäß, bei der Arbeitsstelle in R. eingefunden, wo er mit dreiviertelstündige Verspätung eintraf, so daß man annehmen konnte, er habe seinen Auftrag ausgeführt.

L. S., Hilfsarbeiter (Maschinengehilfe) der Zellulosefabrik in St. M. Der Genannte war mit der Reinigung des Rührwerkes in der Bleicherei, welches zu diesem Zweck außer Betrieb gesetzt wurde, beschäftigt. Kurze Zeit darauf fand man denselben am Boden des Rührwerkes, die elektrische Handlampe im erloschenen Zustand in der Hand haltend, tot vor. (Nähere Angaben fehlen.) Die Stromspannung der Lichtleitung betrug 110 *V*.

Mit der Vervollständigung der Statistik zum Zwecke der Unfallsverhütung beschäftigt sich derzeit ein Komitee, welchem auch das elektropathologische Museum der Wiener Universität angehört. *L. R.*

Literatur-Bericht.

Transport de force, Calculs techniques et économiques des lignes de transport et de distribution d'énergie électrique. Von C. Le Roy, 1. Teil, Paris, Lebrairie scientifique, A. Hermann et fils 1912. Frcs. 6.

Dieses Buch behandelt auf 168 Seiten die elektrische Kraftübertragung hinsichtlich der Leitungsbemessung. Es geht von den Sicherheitsvorschriften aus, wie es die Pflicht eines guten Untertans ist. In ihnen steckt ein gutes Stück der Grenzbedingungen für die Leitungswahl. Sie führen sofort zur Überhitzung der Leitungen, diesem ersten Leitungsfeind, den Edison mit seiner Schmelzsicherung bändigte. Dann folgen die Betriebsbedingungen, die Spannungseinhaltung und die weiten Regulierungsverfahren, welche von der Glühlampe zum Motor, von dem Betrieb mit einer oder mehreren Zentralen in ein gemeinschaftliches Netz ein weites Feld zu beherrschen haben. Und dieses wird vornehmlich von wirtschaftlichen Rücksichten, wie unser ganzes Leben, beherrscht. Die Dynamik des Geldes nimmt auch von diesen Teilen Besitz. Das Buch führt die hauptsächlichsten Gedanken hierüber an und erläutert sie in Formeln, Kurven und in Zahlen.

Die Formeln dürfen in dieser Hinsicht ihre Schärfe einbüßen. Sobald es sich um Herstellungs- und Erzeugungskosten und um Verzinsung und Abschreibungen handelt, um Aufgaben mit überzähligen abhängigen Größen und mit Konstanten, die gar keine Festwerte sein wollen, da trügt sehr leicht die überempfindliche Formel, die gezeichnete feine Kurve. Ein breiter Flächenstreifen würde da nur den unsicheren Funktionsverlauf ersetzen. Die einschlägige Literatur ist gut gewählt, namentlich sind eine Reihe breitspuriger Doktor-Dissertationen hierüber gänzlich vermieden worden, welche dieses Gebiet schier in Verruf zu bringen drohten. Das fünfte Kapitel wendet sich ausführlich den Wechselstromleitungen zu, deren Induktanz und Reaktanz sehr sachgemäß gegeben wird. Leider sind die bezüglichen Erklärungen

Digitized by Google

nicht bei den verschiedenen Nationen einheitlich, ebenso wie die Bezeichnungen. Die langen Leitungen werden nach A. Blondel behandelt, der auf diesem Arbeitsgebiete, wie auf vielen anderen, führend war.

Das Buch ist anzuempfehlen, weil es seinem Zwecke vollauf und billig entspricht. Man darf daher dem zweiten Teil mit Interesse entgegensehen. *Josef Herzog.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Rotationspumpen.

(Schluß von Heft 9, Seite 196.)

Pumpen mit kreisendem Kolben.

Für Pumpen mit kreisendem, in der Kolbentrommel absatzweise drehbarem Kolbenkreuz gibt W. Isringhausen in Schildesche die in Fig. 13 dargestellte Kolbensteuerung an. Wird die Trommel *a* mittels der Achse *b* in der Pfeilrichtung angetrieben, so saugt der in der Kammer *c* laufende Kolben *d* aus *e* an und fördert nach *f*. Hiebei stützt sich *d* mit dem unteren Arm des Kolbenkreuzes gegen die in der Trommel befestigte drehbare, mit einem Ausschnitt versehene Walze *i*. Die Umlegung des Kolbens *d* zum Vorbeigang am Widerlager *g* erfolgt dadurch, daß ein mit der Walze verbundener Arm *h* mit seiner Nase *n* gegen einen festen Zapfen *l* anschlägt, wodurch die Walze *i* derart gedreht wird, daß der untere Arm des Kolbenkreuzes frei wird und der Kolben sich durch den Flüssigkeitsdruck um 90° dreht. Damit wird aber auch die Walze *i* wieder so zurückgedreht, daß der untere Arm des Kolbenkreuzes entlang der Wand des Walzenausschnittes gleitet. Es kann sich also der frühere Arbeitskolben auf die Walze auflegen, so daß er nunmehr als Stütze für den auf der anderen Seite des Widerlagers in den Arbeitsraum hineingedrehten neuen Arbeitskolben dient.

(D. R. P. Nr. 262.813.)

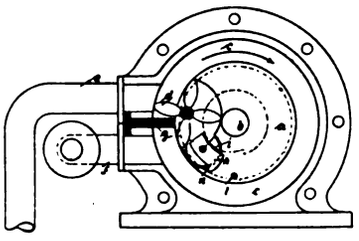


Fig. 13.

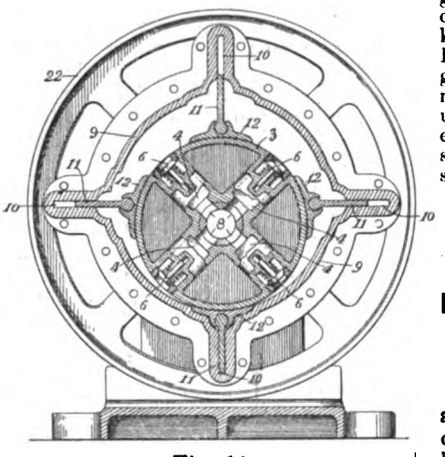


Fig. 14.

Fig. 14 zeigt eine Pumpe der Wernicke-Hatcher Pump Company in Grand Rapids (Michigan, Ver. St. v. A.), bei der sich die Kolbentrommel 3 mittels eines (nicht dargestellten) Getriebes in derselben Richtung und in derselben Geschwindigkeit dreht wie das mit dem Antriebsrad 22 verbundene Gehäuse 9. Letzteres besitzt Taschen 10, in denen Flügel 11 gleiten, die ihrerseits mittels gelenkiger Schuhe 12 und in (nicht dargestellten) Schlitzen der Trommel geführten Platten sich auf der Trommelumfläche verschieben können. Der Ein- und Austritt der Flüssigkeit erfolgt durch die mit einer Scheidewand versehene hohle Welle, von der Bohrungen einerseits zu sich nach außen öffnenden Rückschlagventilen in der Trommelumfläche führen (vor der Zeichenebene gelegen), wogegen Bohrungen 8 das durch die Rückschlagventile 6 und Kanäle 4 geförderte Mittel nach der Druckleitung führen. Die Einströmgeschwindigkeit wird durch die Fliehkraft infolge der radialen Richtung der Einströmkanäle gesteigert.

(Br. P. Nr. 13.596 A. D. 1913.)

Bei der Bauart mit abwechselnd bewegten und feststehenden, zwangschlüssig gesteuerten Kolben wird nach einer Erfindung von E. Armbruster in Mannheim die wechselweise Kupplung der Kolben mit der Treibwelle bezw. mit dem feststehenden Gehäuse durch je eine in der Kolbentrommel und im Gehäuse vorgesehene Nut bewirkt, in die die radial bewegten Kolben unter Vermittlung einer Nockensteuerung wechselweise eingreifen. Die für die letztere erforderlichen Hebel sind an der Kolbentrommel bezw. am Gehäuse angebracht und ruhen während der ganzen Kolbenbewegung. Erst im Zeitpunkt der Auslösung treten sie in Tätigkeit und haben dann nur die Kolben radial zu verschieben. Der verhältnismäßig hohe Druck auf die Kolben wird also unabhängig von den Hebeln von der Kolbentrommel bezw. vom Gehäuse aufgenommen, so daß die Kupplungseinrichtung entlastet ist, daher klein gehalten werden kann und keinen hohem Verschleiß unterliegt.

(D. R. P. Nr. 268.303.)

Eine elektrisch betriebene Schraubenpumpe mit axialer Flüssigkeitsbewegung erhält nach einer Erfindung von P. W. Fuller in Boston folgenden Aufbau. In Fig. 15 sind zum Beispiel drei Pumpenelemente 1, 2, 3 dargestellt, jedes von der Form eines rotierenden Rohres. Das Element 1 enthält eine konische Achse 4 und die Schraubenflügel 5, wobei die Konizität vom Einlaß 4 zum Auslaß 7 zu wächst, in welchem Sinne auch die Steigung der Schraubenflügel zunimmt. In ähnlicher Weise sind auch die Achsen 8 und 12 mit den Flügeln 9 bezw. 15 der anderen Elemente 2 bezw. 3 ausgebildet, nämlich mit von den Einlässen 10 bezw. 13 nach den Auslässen 11 bezw. 14 zunehmender Weite und Steigung. Der Einlaß 6 des Elementes 1 ist mit der an das Zuführrohr 17 angeschlossenen Saugkammer 16, der Auslaß 14 des Elementes 3 mit dem Druckrohr 18 verbunden. Die einzelnen Elemente werden voneinander unabhängig und mit verschiedenen Geschwindigkeiten angetrieben, und zwar das Element 3 mit größerer Geschwindigkeit als 2 und dieses wieder schneller als 1. Zum Antrieb dienen Induktionsmotoren, die aus den feststehenden Teilen 20 bezw. 37 und 28 und den Rotoren 21 bezw. 38 und 29 bestehen. Der Stator 20 ist mit Ständern 22, 23 verbunden, die Lagerhülsen 26, 27 tragen, in denen der Rotor 21 mittels Naben 24, 25 läuft. In ähnlicher Weise trägt der Stator 28 die Ständer 30, 31, die die Lagerhülsen 32, 33 halten, in denen die Naben 34, 35

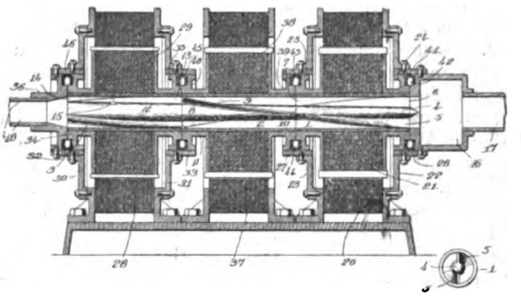


Fig. 15.

des Rotors 29 laufen. Die Verbindung mit dem Druckrohr 18 erfolgt durch ein Anschlußstück 36. Die Abdichtung erfolgt durch U-förmige Ringe 41, 43, 45, 46, die durch die etwa entweichende Flüssigkeit fest gegen die Kammerwände gepreßt werden. Die Motoren können ein- oder mehrphasig sein und werden mit den entsprechenden Geschwindigkeitsabstufungen angetrieben. Diese Pumpe ist insbesondere für hohe Pressungen bestimmt. Soll hingegen eine größere Fördermenge unter geringerem Druck geliefert werden, so läßt man die lichten Durchmesser der Pumpenelemente vom Ein- zum Auslaß allmählich zunehmen und bildet dementsprechend die Achse und Flügel aus. Der Antrieb erfolgt wieder mit verschiedenen Geschwindigkeiten. Schließlich beschreibt die Patentschrift noch eine Ausführung mit zwei gleichen, aber sich in entgegengesetzten Richtungen drehenden Elementen.

(U. S. P. Nr. 1,071.042.)

Vereins-Nachrichten.

Einladung zur XXXII. ordentlichen Generalversammlung.

Wien, den 24. Februar 1914.

An die P. T. Vereinsmitglieder!

Die gefertigte Vereinsleitung ladet hiemit zur Teilnahme an der **Mittwoch den 18. März 1914, 6 Uhr abends** im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbe-Vereines (Wien, I. Eschenbachgasse 11) stattfindenden XXXII. Generalversammlung ein.

Tagesordnung:

1. Bericht über die Vereinstätigkeit im Jahre 1913.
2. Bericht des Kassaverwalters über den Gebarungsausweis und die Bilanz pro 1913.
3. Bericht der Revisoren.
4. Beschlußfassung über den Rechnungsabschluß.
5. Wahl eines Vizepräsidenten.
6. Wahl von 9 Ausschußmitgliedern.
7. Wahl der Rechnungsrevisoren und der Ersatzmänner.
8. Wahl von 20 Schiedsrichtern.
9. Ernennung von Ehrenmitgliedern.
10. Beschlußfassung über die Revision der Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen. (Neufassung der §§ 66, 74, 75, 76 betreffend Freileitungen.)
11. Beschlußfassung über die „Normalien für Freileitungen".
12. Statutenänderung.
13. Eventuelle Anträge (§ 8 der Statuten).

Vereinsversammlungen.

Die Vereinsversammlungen werden, wenn nicht anders angegeben, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 11, I. Stock, abgehalten und wurden hiefür für die Vortragsaison 1913/14 folgende Tage festgesetzt: 18. März und 1. und 8. April 1914.

Vortrag.

Mittwoch den 18. März, 6 Uhr abends: XXXII. ordentliche Generalversammlung. Nach der Generalversammlung Vortrag des Herrn Professor Dipl.-Ing. S. Ruppel über: „Vereinfachung des Gebäudeblitzschutzes".

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 3. März 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Hersegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Abänderung der „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen" betreffend Freileitungen 221
Professor Dr. A. v. Waltenhofen † 225
Das Stromübersetzungsverhältnis im allgemeinen Transformator. Von F. Niethammer und E. Siegel . . 226
Rundschau:
Elektrizitätswerke, Anlagen 231
Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger . . 231
Dynamomaschinen, Transformatoren 231
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 232
Funkentelegraphie und -Telephonie 232
Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 233
Stoffe für die Elektrotechnik 233
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 233
Wirtschaftliches 234
Chronik 235
Literatur-Bericht 235
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Schleuderpumpen für Luft oder Gase 235
Briefe an die Redaktion 238
Vereinsnachrichten 240
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *141—152*

Abänderung der „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen" betreffend Freileitungen.

Wir geben bekannt, daß zufolge der in Heft 49, 1913, der E. u. M. veröffentlichten Aufforderung, dem Regulativkomitee Abänderungsanträge zu dem in dieser Nummer abgedruckten Entwurf für „Normalien für Freileitungen" und für die notwendigen Änderungen der Bestimmungen der §§ 66 und 74 bis 76 unserer „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen" zu übermitteln, solche von mehreren Seiten eingelangt sind, welche seitens des Regulativkomitees zum größten Teile auch akzeptiert wurden.

Wir haben überdies Kenntnis erhalten, daß der Verband Deutscher Elektrotechniker bezw. dessen Kommission für „Normalien für Freileitungen" in mehreren in den letzten Monaten abgehaltenen Sitzungen verschiedene zum Teil weitgehende Abänderungen der auf der Jahresversammlung 1913 angenommenen „Normalien für Freileitungen" in Behandlung genommen hat.

Um nun eine so weit als tunlich mit der Fassung der „Normalien für Freileitungen" des Verbandes Deutscher Elektrotechniker übereinstimmende Fassung zum Vorschlage bringen zu können, sieht sich das Regulativkomitee bezw. der Ausschuß des Vereines genötigt, vorläufig von einer endgültigen Regelung dieser Angelegenheit, die in der Herausgabe von „Normalien für Freileitungen" für Österreich bestehen würde, Abstand zu nehmen und der bevorstehenden XXXII. ordentlichen Generalversammlung vorzuschlagen, zu beschließen, daß bis zu dem Zeitpunkte, in welchem die Beratungen über neue Normalien für Freileitungen einem Abschlusse zugeführt werden können, die vor kurzem unter Anlehnung an die bisherigen Arbeiten des Regulativkomitees*) vom k. k. Handelsministerium im Einvernehmen mit dem k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten, dem k. k. Ministerium des Innern und dem k. k. Eisenbahnministerium verlautbarten „Grundsätzlichen Bestimmungen" als provisorischer Ersatz für die in den §§ 74 bis 76 unserer „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen" enthaltenen Bestimmungen zu gelten haben.

Vorerwähnte Bestimmungen sowie der diesbezügliche Erlaß des k. k. Handelsministeriums an die k. k. Statthaltereien und die Zuschrift des k. k. Ministeriums für öffentliche Arbeiten an den Elektrotechnischen Verein in Wien werden im nachfolgenden veröffentlicht.

Die Vereinsleitung.

K. K. MINISTERIUM
FÜR ÖFFENTLICHE ARBEITEN.
Z. 10103 – VI. Wien, am 23. Februar 1914.

An den geehrten Vorstand
des Elektrotechnischen Vereines in Wien!

Wie der geehrte Verein bereits vor geraumer Zeit durch Einsetzung eines Komitees zur Revision der im Jahre 1907 herausgegebenen Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen selbst anerkannt hat, entsprechen deren Bestimmungen im Hinblicke auf die Fortschritte der Starkstromtechnik gegenwärtig in manchen Punkten nicht mehr allen Anforderungen und erscheint insbesondere die Partie über den Freileitungsbau vielfach veraltet. Hieraus haben sich bei dem Umstande, als die politischen Behörden infolge der behördlichen Anerkennung der Sicherheitsvorschriften im allgemeinen gehalten waren, bei Vorschreibung der in technischer Beziehung be-

*) Vergl. Heft 49, 1913.

Digitized by Google

züglich der Herstellung, der Instandhaltung und des Betriebes von Starkstromanlagen zu beobachtenden Bedingungen die Sicherheitsvorschriften zur Grundlage zu nehmen, Anstände und Schwierigkeiten ergeben, deren Beseitigung im Interesse ebenso der Staatsverwaltung als der beteiligten Parteien dringend geboten erschien.

Auch konnte mit einer Abhilfe nicht zugewartet werden, bis die Aktion wegen Neuredaktion der Sicherheitsvorschriften seitens des geehrten Vereines zum Abschlusse gebracht und seitens sämtlicher beteiligter Ressorts über eine allfällige behördliche Anerkennung des Operates in der neuen Fassung entschieden sein wird, da bis dahin voraussichtlich noch ein längerer Zeitraum verstreichen wird. Demgemäß erschien es zweckmäßig, für die Amtshandlung der politischen Behörden betreffend elektrische Starkstromanlagen provisorisch an Stelle der besonders reformbedürftigen §§ 74 bis 76 der Sicherheitsvorschriften eine neue Direktive aufzustellen.

Infolgedessen hat das Handelsministerium im Einvernehmen mit den übrigen beteiligten Ressorts den ·/. angeschlossenen Runderlaß vom 5. Februar 1914, Z. 17.285/13, an die politischen Landesbehörden erlassen, demzufolge vorbehaltlich eventueller späterer Maßnahmen nach dem Zustandekommen einer Revision der Sicherheitsvorschriften bei allen Amtshandlungen betreffend elektrische Starkstromanlagen, anstatt der Bestimmnngen der §§ 74 bis 76 derselben die in der Beilage 2 angeführten Bestimmungen als Direktive anzuwenden sind.

Indem hievon der geehrte Verein in Kenntnis gesetzt wird, wird es ihm gleichzeitig anheimgegeben, die Interessenten durch Abdruck des Runderlasses, bezw. der mit demselben erlassenen provisorischen Ersatzvorschriften, in der Vereinszeitschrift auf die getroffenen behördlichen Anordnungen aufmerksam zu machen.

Für den k. k. Minister:
Diwald m. p.

* * *

K. K. HANDELSMINISTERIUM.
Z. 17.285 ex 1913.
Betreff: Genehmigung gewerblicher Starkstromanlagen.

Wien, am 5. Februar 1914.

An die k. k. Statthalterei
in .....

Mit dem im Einvernehmen mit dem Ministerium des Innern, dem Handelsministerium und dem Eisenbahnministerium ergangenen Erlasse des Ministeriums für öffentliche Arbeiten vom 29. Oktober 1909, Z. 12/2 – XXII—1908, wurde die Einhaltung der vom Elektrotechnischen Verein in Wien hinausgegebenen „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen, Ausgabe 1907", bei allen Amtshandlungen innerhalb der beteiligten Ressorts über elektrische Starkstromanlagen vorgeschrieben, insoferne nicht durch etwaige Spezialvorschriften bereits anderweitige Anordnungen erlassen wurden, oder durch besondere Umstände des konkreten Falles ein Abgehen von diesen Sicherheitsvorschriften erforderlich erscheint. Demgemäß bilden die erwähnten Vorschriften die maßgebende Grundlage hinsichtlich jener Vorsichten, die im Interesse der öffentlichen Sicherheit und der beteiligten Anrainer bei der Herstellung, Instandhaltung und beim Betriebe solcher Anlagen gefordert werden müssen.

An der Hand der seither geschöpften Erfahrungen hat es sich jedoch gezeigt, daß im Hinblick auf die Fortschritte auf dem Gebiete der Starkstromtechnik die Anwendung jener Bestimmungen der „Sicherheitsvorschriften", die sich mit dem Freileitungsbau befassen, derzeit nicht ganz entspricht, da einerseits durch die Anwendung jener Bestimmungen den im Interesse der öffentlichen Sicherheit und des Nachbarschutzes zu stellenden Forderungen nicht im erwünschten Ausmaß Rechnung getragen wird, andernteils aber diese Anwendung wieder über das Maß des Notwendigen weit hinausgehende Erschwerungen für die Anlage solcher Leitungen zur Folge hat.

Infolgedessen sehen sich die beteiligten Zentralstellen im Interesse eines zweckdienlichen und gleichmäßigen Vorgehens der Unterbehörden veranlaßt, vorbehaltlich eventueller späterer Maßnahmen nach dem Zustandekommen einer Revision der mehrerwähnten Sicherheitsvorschriften die Anordnung zu treffen, daß bei allen Amtshandlungen, betreffend elektrische Starkstromanlagen bis auf weiteres anstatt der Bestimmungen der §§ 74 bis 76 der „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen des Elektrotechnischen Vereines in Wien, Ausgabe 1907", die in der Beilage angeführten Bestimmungen als Direktive anzuwenden sind.

Hiebei wird die k. k. Statthalterei insbesondere auf § 24 dieser Bestimmungen aufmerksam gemacht. Gemäß dieser Bestimmung wird hinsichtlich der Dimensionierung und Montage der Leitungen und des Leitungsgestänges bei Kreuzungen mit staatlichen oder in staatlicher Instandhaltung stehenden Telegraphen-, Telephon- und Signalleitungen sowie hinsichtlich der Maßnahmen zum Schutze dieser Leitungen überhaupt an der bestehenden Praxis nichts geändert; im gleichen bleiben hinsichtlich der Kreuzung von Eisenbahnen bezw. hinsichtlich der Entlangführung von privaten Freileitungen (Starkstromleitungen) an Bahnen die bestehenden eisenbahnbehördlichen Vorschriften, namentlich der Runderlaß des Eisenbahnministeriums vom 16. Dezember 1912, Z. 44531 (Amtsblatt des E.-M. LVIII – 1912, Nr. 170) auch weiterhin ungeändert in Kraft.

Die k. k. Statthalterei wird eingeladen, die Unterbehörden von diesen Verfügungen umgehend in Kenntnis zu setzen.

Für den k. k. Handelsminister:
Kreutzbruck m. p.

* * *

ad H. M. Z. 17.285 ex 1913.

„Grundsätzliche Bestimmungen für Freileitungen", die an Stelle der §§ 74 bis 76 der Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen des Elektrotechnischen Vereines in Wien, Ausgabe 1907, zu treten haben.

A. Beschaffenheit und Festigkeitsberechnung der Leitungen.

§ 1.

Als Material für die Herstellung von Freileitungen sind in allgemeinen blanke Drähte oder Seile zu verwenden.

§ 2.

Alle Leitungen, welche im Freien geführt werden sollen, (mit Ausnahme von Kabeln mit nahtlosem Bleimantel) sind, auch wenn mit einer Isolationsschicht versehen, an aufrechtstehenden oder hängenden Isolatoren von entsprechender mechanischer Festig-

Digitized by Google

keit und Durchschlagssicherheit zu montieren und derart zu führen, daß eine zufällige Berührung derselben ohne Zuhilfenahme besonderer Hilfsmittel durch Unbefugte ausgeschlossen erscheint.

Die Verlegung der Freileitungen hat so zu erfolgen, daß der tiefste Punkt der Leitung sowohl bei 40° C Temperatur über dem Gefrierpunkt, als in dem im § 5 angegebenen Falle, wenn eine Eisbelastung zu erwarten ist, auch bei — 5° C Temperatur und gleichzeitiger Belastung mit Eis, auf der freien Strecke sowie bei Entlangführungen an öffentlichen Verkehrswegen mindestens 5 *m* über dem Erdboden, bei Straßenkreuzungen mindestens 6 *m* und bei Leitungsführungen über Dächer u. dgl. mindestens 3 *m* über Standfläche verbleibt.

Bei Betriebsspannungen bis 300 *V* bei Wechselstrom oder 600 *V* bei Gleichstrom ist eine Führung der Leitung auch in geringerer Höhe zulässig, wenn durch die Art der Führung der Leitung eine Feuersgefahr durch Ableitung oder Funkenbildung ausgeschlossen sowie eine Berührung der Leitung durch Unberufene ohne Zuhilfenahme besonderer Hilfsmittel nicht zu befürchten ist. Derartige Leitungen müssen jedoch mindestens 3 *m* über Standfläche geführt werden.

Zwischen Leitungen von weniger als 300 *V* Wechselstrom oder 600 *V* Gleichstromspannung sind folgende Minimalabstände einzuhalten, soferne die Leitungen nicht unausschaltbare gleichpolige Parallelzweige bilden:

Bei Führung der Leitungen nebeneinander soll der Abstand von Mitte zu Mitte 100 *mm* mehr $^1/_{200}$ des Abstandes der Stützpunkte oder der Distanzhalter, mindestens aber 150 *mm* betragen. Bei Führung der Leitungen übereinander ist ein Abstand von Mitte zu Mitte von $^1/_{200}$ des Abstandes der Stützpunkte mindestens aber von 150 *mm* einzuhalten.

§ 3.

Bei Kupferleitungen dürfen die nachfolgenden Beanspruchungen nicht überschritten werden:

bei halbhartem Kupfer	10 *kg/mm²*
bei hart gezogenem Kupfer	12 „
bei Seilen aus hart gezogenen Kupferdrähten	16 „

Als hart gezogenes Kupfer gilt ein Material, welches eine ruhende Zuglast von 40 *kg/mm²* mindestens eine Minute aushält, ohne daß ein Bruch eintritt.

§ 4.

Die auf Grund der Festigkeitsberechnungen ermittelte größte Beanspruchung von Leitungen aus anderem Material als Kupfer darf den dritten Teil der Beanspruchung des betreffenden Materials an der Bruchgrenze nicht überschreiten.

§ 5.

Die Leitungen sind derart zu verlegen, daß die unter § 3 bezw. 4 angegebene Höchstbeanspruchung sowohl bei — 5° C Temperatur und Belastung der Leitung durch Wind bezw. durch Eis, als bei — 25° C Temperatur ohne zusätzliche Belastung der Leitung nicht überschritten wird.

Hiebei ist als Windbelastung ein Wert von 150 *kg/m²* vom Winde senkrecht getroffener Fläche zugrunde zu legen. Bei Drähten ist diese Fläche gleich dem 0·7fachen des Durchmessers, multipliziert mit der Länge, anzunehmen. Bei Seilen ist als vom Winde getroffene Fläche der 0·7fache Durchmesser des dem Seil umschriebenen Kreises multipliziert mit der Länge anzunehmen. In Gegenden, in welchen besonders hohe Windgeschwindigkeiten vorkommen (zum Beispiel Boragegenden), ist mit einer dementsprechend höheren Windbelastung bis maximal 250 *kg/m²* ebener Fläche zu rechnen.

In Gegenden, in welchen eine Belastung der Leitung durch Eis (Rauhreif) zu erwarten ist, ist die nach §§ 3 und 4 zulässige Beanspruchung der Leitung bei einer Temperatur von — 5° C mit einer gleichzeitigen Eisbelastung von 0·015 *kg/mm²* Querschnitt und 1 *m* Leitungslänge nachzuweisen. Eine gleichzeitige Berücksichtigung von Eis- und Windbelastung ist nicht erforderlich.

Von vorstehenden Bestimmungen abweichende für die Beanspruchung der Leitungen günstigere Annahmen hinsichtlich der tiefsten zu berücksichtigenden Temperatur und der Belastung durch Wind oder Eis sind zulässig, wenn sie sich auf verbürgte meteorologische Beobachtungsreihen stützen.

§ 6.

Die Verbindung von Drähten und Seilen hat durch derartige Leitungsverbindungen zu erfolgen, welche mindestens 85% der Festigkeit der zu verbindenden Leitungen besitzen. Lötverbindungen müssen vom Zug entlastet sein. Leitungen aus hart gezogenem Kupfer dürfen überhaupt nicht gelötet werden.

B. Beschaffenheit und Festigkeitsberechnung des Leitungsgestänges.

a) Allgemeines.

§ 7.

Soweit für das Leitungsgestänge gemäß den nachfolgenden Bestimmungen der Nachweis ausreichender Festigkeit zu erbringen ist, hat dies unter Berücksichtigung folgender Annahme zu geschehen:

Das Vorhandensein der vorgeschriebenen Festigkeit ist unter Berücksichtigung des Winddruckes, angenommen nach den Bestimmungen des § 5, und zwar bei horizontaler Windrichtung nachzuweisen. Als Windbeanspruchung des Leitungsgestänges ist der Winddruck auf das Gestänge selbst, vermehrt um den auf das Gestänge übertragenen Teil des Winddruckes auf die Leitungen in die Rechnung einzuführen. Die Windrichtung ist bei geraden Leitungsstrecken senkrecht zur Leitungsrichtung anzunehmen. In Eckpunkten der Leitung ist der auf das Gestänge übertragene Anteil des Winddruckes auf die Leitungen unter der Annahme zu ermitteln, daß der Wind in der Richtung der Winkelhalbierenden der den Eckpunkt bildenden beiden Leitungsrichtungen wirkt und ist als vom Wind getroffene Fläche die Projektion der Leitung auf eine senkrecht zur Windrichtung gedachte Ebene anzunehmen. Bei der Berechnung der Eckmaste ist die Beanspruchung durch die Resultierende der beiderseitigen Leitungszüge zu berücksichtigen; diese Beanspruchung ist nach ihren gemäß § 5 bei — 5° C und Windbelastung jeweils zu erwartenden Höchstwerte in die Rechnung einzuführen. Hiebei darf der Umstand, daß der Wind die Leitung nicht senkrecht trifft und infolgedessen die Drahtspannung geringer ist, als unter sonst gleichen Verhältnissen in der geraden Strecke entsprechende Berücksichtigung finden. Die Beanspruchung der Eckmaste ist überdies für diejenigen anderen im § 5 angeführten Fälle (— 25° C Temperatur ohne zusätzliche Belastung oder — 5° C Temperatur und Eisbelastung) zu kontrollieren, in welchen die höchsten Beanspruchungen der Leitungen auftreten können.

In geraden Strecken sind bei Verwendung eiserner Maste mindestens alle 3 *km* besondere Abspannmaste zu setzen. Bei der Berechnung derartiger Abspannmaste ist außer der Windbelastung, welche senkrecht zur Leitungsrichtung anzunehmen ist, auch die Beanspruchung durch zwei Drittel des gesamten einseitigen Leitungszuges bei — 5° C und Windbelastung in die Rechnung einzuführen.

Bei der Errichtung von Leitungen mit Holzmasten in Gegenden, die besonders heftigen Stürmen ausgesetzt sind, ist alle 500 *m* ein verankerter oder ein gekuppelter Mast zu setzen.

Bei Freileitungen für Betriebsspannungen über 300 *V* bei Wechselstrom oder 600 *V* bei Gleichstrom müssen bei Holzmasten die Ankerdrähte entweder zuverlässig geerdet oder in einer Höhe von mindestens 3 *m* über Standfläche mit Isolatoren versehen werden. Eisenmaste und deren Ankerdrähte müssen bei solchen Leitungen zuverlässig geerdet werden.

§ 8.

Die im folgenden für Gestänge aus verschiedenem Material angegebenen Höchstbeanspruchungen gelten sinngemäß auch für Querträger, Isolatorenstützen, Isolatorenaufhängung, Abspannungen u. dgl.

§ 9.

Alle Maste müssen der Bodenbeschaffenheit entsprechend fundiert sein. Holzmaste sollen in mittleren Boden auf eine Tiefe von 1·5 bis 2·5 *m*, mindestens jedoch auf ein Siebentel ihrer Länge in den Boden eingegraben und gut verrammt werden. Eisenmaste müssen entweder einbetoniert werden oder durch am Fußende angebrachte Wellbleche, entsprechend ausgebildete Mastfüße oder dgl. derart ausgestattet sein, daß die auftretende Bodenbeanspruchung die jeweils zulässige Größe nicht überschreitet. Bei der Dimensionierung der Betonfundamente ist der passive Erddruck zu berücksichtigen.

§ 10.

Bei Freileitungen für Betriebsspannungen über 300 *V* Wechselstrom oder 600 *V* Gleichstrom muß mindestens an jedem dritten Stützpunkt durch Aufschriften in den landesüblichen Sprachen sowie überdies noch durch Anbringung des Gefahrzeichens (rote Blitzpfeife) auf die Gefährlichkeit der Berührung der Leitungen aufmerksam gemacht werden.

b) Holzgestänge.

§ 11.

Holzmaste für Betriebsspannungen über 300 *V* Wechselstrom oder 600 *V* Gleichstrom müssen mindestens 15 *cm*, Holzmaste für Betriebsspannungen über 1000 *V* mindestens 17 *cm* und alle Holzmaste bei Richtungsänderungen mindestens 18 *cm* Zopfstärke haben.

§ 12.

Im allgemeinen ist der Nachweis zu erbringen, daß die unter Berücksichtigung der Bestimmungen des § 7 ermittelte höchste Beanspruchung der Holzmaste bei imprägnierten oder gegen Fäulnis in anderer Weise geschützten Stangen oder bei solchen aus besonders widerstandsfähigen Holzgattungen (wie zum Beispiel Lärche) 110 *kg/cm²* bei nicht imprägnierten Weichholzstangen 70 *kg/cm²* nicht überschreitet.

An Stelle der Rechnung auf vorstehender Grundlage kann für gerade Strecken und einfache Holzmaste die Zopfstärke *Z* ent-

Digitized by Google

sprechend der Formel: $Z = 1{\cdot}2\sqrt{H \cdot D}$ bestimmt werden, wobei für die Mastentfernungen folgende Höchstwerte zulässig sind: Für Linien mit einem Gesamtquerschnitt der Leitungsdrähte und Schutzdrähte

a) bis 110 mm^2 . . . . . 80 *m*
b) über 110 bis 210 mm^2. . . . . 60 *m*
c) über 210 bis 300 mm^2. . . . . 50 *m*
d) über 300 mm^2 . . . . . 40 *m*

In obiger Formel bedeutet *D* die Summe der Durchmesser aller an den Mast verlegten Leitungen in *mm* und *H* die mittlere Höhe der Leitungen am Mast in *m*.

Im übrigen wird die Mastentfernung, soweit nicht konstruktive und wirtschaftliche Gründe von selbst dagegen sprechen, für die laufende Strecke nicht begrenzt.

c) Flußeisengestänge.

§ 13.

Bei Flußeisengestängen darf die höchste Beanspruchung der Konstruktionsteile in keinem Falle 1500 kg/cm^2 überschreiten.

Die einzelnen Konstruktionsteile sind hiebei auf Knickbeanspruchung zu rechnen und muß die Zugbeanspruchung derselben ebenfalls unterhalb der angegebenen Höchstgrenze von 1500 kg/cm^2 verbleiben.

d) Gestänge aus besonderem Material.

§ 14.

Bei Verwendung anderer Materialien für die Herstellung des Leitungsgestänges dürfen dieselben bis zu einem Drittel ihrer Bruchfestigkeit, die durch eine glaubwürdige Bescheinigung über angestellte Versuche nachzuweisen ist, beansprucht werden.

C. Besondere Bestimmungen für die Ausführung von Hochspannungsleitungen bei Kreuzungen mit öffentlichen Verkehrswegen (Reichsstraßen, Bezirksstraßen und Fahrwege in geschlossenen Ortsgebieten.

§ 15.

Wenn Leitungen für Betriebsspannungen von über 300 *V* Wechselstrom oder 600 *V* Gleichstrom über öffentliche Verkehrswege geführt werden, darf die maximale Beanspruchung der Leitungsdrähte bezw. Seile im Kreuzungsfeld nicht größer als drei Fünftel der gemäß §§ 3 und 4 zulässigen Höchstwerte gewählt werden. Die Leitungsberechnung selbst hat sinngemäß den Bestimmungen des § 5 zu erfolgen. Im Kreuzungsfeld und in den benachbarten Spannfeldern darf als Leitungsmaterial nur hart gezogener Kupferdraht bezw. aus solchem Draht hergestellte Seile verwendet werden.

§ 16.

Bei Kreuzungsmasten aus Flußeisen darf die höchste Beanspruchung der Konstruktionsteile in keinem Falle 1200 kg/cm^2, bei solchen aus imprägnierten oder besonders widerstandsfähigen Holzgattungen (wie zum Beispiel Lärche) 80 kg/cm^2 überschreiten. Die Berechnung der Maste hat sinngemäß den Bestimmungen des § 7 zu erfolgen. Für die Fundierung der Kreuzungsmaste gelten die Bestimmungen des § 9. Das Kreuzungsfeld ist tunlich kurz, in der Regel nicht länger als 25 *m* auszuführen.

§ 17.

Die Leitungen sind in den Kreuzungsmasten, das heißt auf den beiderseits der Kreuzungsstelle aufzustellenden Masten an je drei Punkten bruchsicher aufzuhängen. Die zur Befestigung der Leitungsseile an den Kreuzungsmasten dienenden Isolatoren dürfen nur auf Druck beansprucht werden. Für diese Isolatoren ist eine derartige Konstruktion zu wählen, daß selbst beim Bruche von Isolatoren ein Herabfallen der Leitung ausgeschlossen erscheint. Dies ist als erreicht anzusehen, wenn zum Beispiel bei Standisolatoren die Isolatorstütze über den Bund hinausragt.

D). Besondere Bestimmungen für die Ausführung von Hochspannungsleitungen in Ansiedlungen und bei Entlangführungen an öffentlichen Verkehrswegen (Reichsstraßen, Bezirksstraßen und Fahrwege in geschlossenen Ortsgebieten).

§ 18.

Wenn Leitungen für Betriebsspannungen von über 300 *V* Wechselstrom oder 600 *V* Gleichstrom über bewohnte Grundstücke, ausgedehnte gewerbliche Betriebsanlagen oder längs öffentlicher Verkehrswege in und außer geschlossenen Ortsgebieten geführt werden, ist die Höchstbeanspruchung der Leitungen für die in Betracht kommenden Leitungsstrecken nicht größer als drei Fünftel der gemäß §§ 3 und 4 zulässigen Höchstwerte anzunehmen. Die Leitungsberechnung selbst hat sinngemäß den Bestimmungen des § 5 zu erfolgen. Bei Überführungen der Leitung über bewohnte Grundstücke oder ausgedehnte gewerbliche Betriebsanlagen ist die Leitung in den Kreuzungsfeldern beiderseits an je zwei Punkten bruchsicher abzuspannen.

§ 19.

Für die Berechnung und Aufstellung der Maste in derartigen Leitungsstrecken gelten gleichfalls die in den §§ 7 bis einschließlich § 14 festgelegten Vorschreibungen.

Die verwendeten Holzmaste müssen ausnahmslos mindestens 18 *cm* Zopfstärke besitzen. Bei Einhaltung dieser Bestimmungen und einer größten Mastentfernung von 40 *m* ist der Nachweis der Beanspruchung hölzerner Maste nicht zu erbringen.

Bei Leitungen mit hölzernen Masten darf in derartigen Leitungsstrecken die Mastentfernung von 40 *m* überschritten werden, sobald der Nachweis erbracht wird, daß die in dem § 18 festgelegte Beanspruchung der Leitung bezw. Leitungsgestänges nicht überschritten wurde.

E. Führung von Leitungen von verschiedenen Betriebsspannungen auf dem gleichen Gestänge.

§ 20.

Wenn Leitungen für Betriebsspannungen von über 300 *V* Wechselstrom oder 600 *V* Gleichstrom an demselben Gestänge mit Niederspannungsleitungen geführt werden, so sind Vorkehrungen zu treffen, die den Übertritt der Hochspannung in die Niederspannungsleitung unschädlich machen (zum Beispiel geerdete Spannungssicherungen). Die Niederspannungsleitungen sind stets unter den Hochspannungsleitungen anzuordnen.

Wenn mit einer Niederspannungsleitung, welche an demselben Gestänge mit einer Hochspannungsleitung geführt ist, eine vom gemeinschaftlichen Gestänge abzweigende Leitung verbunden wird, so ist letztere entweder mit allen Vorsichtsmaßregeln zu führen, welche für die Führung der Hochspannungsleitung vorgeschrieben sind, oder es ist bei dem Verlassen des Hochspannungsgestänges die betreffende Leitung mit einer geerdeten Spannungssicherung zu versehen.

§ 21.

Wenn Betriebstelephonleitungen an dem Starkstromgestänge geführt werden, so müssen die Betriebstelephonstationen so eingerichtet sein, daß, selbst wenn die Schwachstromleitungen mit der Starkstromleitung in Berührung kommen, eine Gefahr für den Sprechenden ausgeschlossen erscheint. Die Telephonstationen müssen durch Abschmelzsicherungen geschützt sein. Derartige Leitungen sind, insoweit sie über öffentlichen Verkehrswegen geführt werden, mit 4 *mm* starken Bronzedraht auszuführen. Soferne die Betriebstelephonleitung vom Starkstromgestänge abzweigt, oder dasselbe verläßt, hat entweder die Führung der Betriebstelephonleitung mit Einhaltung der für die betreffende Starkstromleitung vorgeschriebenen Vorsichtsmaßregeln zu erfolgen, oder ist dieselbe mit geerdeten Spannungssicherungen zu versehen. Die Betriebstelephonleitungen sind stets unter den Starkstromleitungen zu führen.

F. Sonstiges.

§ 22.

An Winkelpunkten sind bei Verwendung von Standisolatoren, um das Abschnellen der Leitung bei Isolatorenbruch zu verhindern, seitlich der Isolatoren Fangbügel anzubringen oder die Leitung an je zwei Punkten bruchsicher abzuspannen. Außerdem müssen die Leitungen an derartigen Stellen so verlegt werden, daß die Isolatoren durch die Leitung nur auf Druck beansprucht werden.

§ 23.

Die Anbringung von Schutznetzen unter oder über den Leitungen sowie die Anbringung von Fangbügeln unter den Leitungen (Erdungsbügel) ist zu vermeiden.

§ 24.

Die unter *C* enthaltenen Vorschreibungen gelten sinngemäß auch für die Kreuzung von Starkstromleitungen mit privaten Schwachstromleitungen sowie für die Kreuzung mit anderen Starkstromleitungen von nicht gleicher Betriebsspannung.

Hinsichtlich der Dimensionierung und Montage der Leitungen und des Leitungsgestänges, bei Kreuzungen mit staatlichen oder in staatlicher Instandhaltung stehenden Telegraphen-, Telephon- und Signalleitungen sowie hinsichtlich der Maßnahmen zum Schutze dieser Leitungen überhaupt bleiben die bestehenden Anordnungen aufrecht, wonach bei Genehmigung gewerblicher Betriebsanlagen, über die im einzelnen Fall vom Vertreter der Staatstelegraphenverwaltung instruktionsgemäß gestellten Forderungen — allenfalls nach Vorlage der Verhandlungsakten an das Handelsministerium — im Sinne des § 5 der Ministerialverordnung vom 25. März 1883, RGB. Nr. 41 und des Erlasses des Handelsministeriums vom 10. Oktober 1907, Z. 29.853, zu entscheiden ist.

Desgleichen bleiben hinsichtlich der Kreuzung solcher Starkstromleitungen mit Eisenbahnen und ihrer Entlangführung an Bahnen die bestehenden eisenbahnbehördlichen Vorschriften, namentlich der Runderlaß des Eisenbahnministeriums vom 16. Dezember 1912, Z. 44.531 (Amtsblatt des E.-M. LVIII. Stück ex 1912, Nr. 170) auch weiterhin ungeändert in Kraft.

§ 25.

Die Ortsfeuerwehren sind vor Inbetriebnahme der Starkstromleitungen über ihr Verhalten gegenüber der Leitung bei Bränden entsprechend zu unterrichten. Insbesondere sind dieselben darüber aufzuklären, daß die Leitung mit dem Wasserstrahl nicht in Berührung kommen darf sowie über diejenigen Stellen in Kenntnis zu setzen, an welchen unter Umständen die Leitung abgeschaltet oder mit entsprechenden Schutzmitteln durchgeschnitten werden kann.

Digitized by Google

Professor Dr. A. v. Waltenhofen †.

Zum zweiten Male innerhalb zweier Wochen mußte vom Dache des Elektrotechnischen Institutes der Wiener Technischen Hochschule die schwarze Fahne ausgehängt werden zum Zeichen der Trauer, daß einer seiner Zugehörigen dahingeschieden ist. Am 23. Jänner ist Professor Pichelmayer in der Vollkraft seiner Jahre, im Zenithe seines Schaffens plötzlich dahingerafft worden, und am 5. Februar verschied still in hohem Alter der Nestor des elektrotechnischen Unterrichtes in Österreich, Hofrat Dr. A. v. Waltenhofen.

Mit Waltenhofens Tode fand ein reiches Leben seinen Abschluß, reich an Wirken und Arbeit, reich an Erfolg, reich an Jahren.

Hofrat v. Waltenhofen war im Jahre 1828 geboren, erreichte somit ein Alter von nahezu 86 Jahren. Er entstammte einem Tiroler Adelsgeschlecht, von Eglofsheimb, und hing, obzwar in Steiermark, in Admontbühel, geboren, mit eingewurzelter Liebe an seinem Tirolerlande, so daß er es bis in seine letzte Zeit kein Jahr unterließ, wenigstens einige Wochen in Tirols Hauptstadt zuzubringen.

Nach Absolvierung seiner Studien an der Wiener Universität und am damaligen Wiener polytechnischen Institute wurde er Assistent für Physik an der Grazer Universität und erwarb auch daselbst den philosophischen Doktorsgrad. Nach kurzer Lehrtätigkeit in Graz wurde er im jugendlichen Alter von 26 Jahren als Professor der Physik an die Innsbrucker Universität berufen.

Professor Dr. A. v. Waltenhofen †.

Dort blieb er bis 1867. In diesem Jahre folgte er einem Rufe nach Prag an das damals für beide Sprachstämme Böhmens gemeinsame Polytechnikum und dozierte dort das Kollegium über technische Physik, welches er nach der sprachlichen Trennung dieser Lehranstalt an dem Deutschen Polytechnikum weiterführte. Das von den Telegraphen-Ingenieuren damals besonders empfundene Bedürfnis nach wissenschaftlicher Ausbildung in ihrem engeren Fache war die Veranlassung, daß Waltenhofen in seiner Vorlesung den für sie wichtigen Erscheinungen, Gesetzen und Meßmethoden auf elektrischem Gebiete mehr Zeit und Vertiefung widmete, woraus dann allmählich, als jene ersten Vorboten einer neuen technischen Disziplin, der Elektrotechnik, auftauchten, sich ein Kursus über Elektrotechnik, der erste in Österreich, entwickelte (1880).

Zu diesem Ausbau seiner Vorlesungen fühlte sich Waltenhofen um so mehr berufen und gedrängt, als sich seine Forschungen und Studien zum größten Teile auf dem Gebiete der magnetischen und elektrischen Erscheinungen bewegten und ihm die künftige Bedeutung der praktischen Anwendung derselben vorgeschwebt haben mag. Was sich im Stillen vorbereitete, wurde in Österreich zum ersten Male im Jahre 1883 in jener denkwürdigen elektrotechnischen Ausstellung der breiten Öffentlichkeit vorgeführt, und als man erkannte, welche neue Wunderwelt hier zu werden beginnt, faßte die österreichische Unterrichtsverwaltung den einsichtsvollen Entschluß, diesem neuen Wissensgebiete eine Pflegestätte für Forschung und Lehre zu schaffen und errichtete zunächst an der Wiener Technischen Hochschule eine Lehrkanzel für Elektrotechnik, an welcher sie als den berufensten Vertreter dieses Faches Waltenhofen als Professor bestellte.

Armselig waren die Räumlichkeiten und die Ausstattung des damals gegründeten Wiener elektrotechnischen Institutes, aber in diesen adaptierten Armeleutwohnungen waltete die Begeisterung für die neue technische Disziplin, welche Lehrer und Schüler in gleichem Maße erfüllte. Dicht gedrängt saßen die Hörer in dem niedrigen, durch zwei Gebäude sich erstreckenden, engen, mit heißer Stickluft gefüllten Hörsaal in der Paniglgasse. Als echter Gelehrter war Waltenhofen keine Kampfnatur; sonst hätte er es nicht über sich gebracht, bis zu seinem Rücktritt in den Ruhestand durch 15 Jahre das vornehmste und fortschrittlichste technische Fach in den dürftigsten Verhältnissen zu dozieren. Seine Bescheidenheit ließ ihn ausharren, obgleich er mit Neid die schönen Institute im Deutschen Reiche erstehen sah, die er gelegentlich einer Studienreise besuchte.

Der wissenschaftliche Betrieb des Instituts war insoferne gut eingerichtet, als sich die Lehrkräfte eingehend mit den Hörern beschäftigten und jeden Einzelnen in seinen praktischen Arbeiten aufs Genaueste unterwiesen. So werden für Viele die Stunden im alten Elektrotechnischen Institute eine angenehme Erinnerung bilden. Waltenhofen selbst beteiligte sich oft an den Arbeiten der Studenten und trat dadurch in einen wärmeren Kontakt mit ihnen. Die Feier seiner 40jährigen Lehrtätigkeit, sein Abschied von der Hochschule, gaben Gelegenheit, zu beobachten, welche besonderen Sympathien seine Hörer für ihn empfanden.

Digitized by Google

Waltenhofen bekleidete wiederholt in Innsbruck und Prag die akademische Würde eines Dekans und Rektors. Er war ordentliches Mitglied der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften in Prag und korrespondierendes Mitglied der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Seine Tätigkeit wurde wiederholt durch kaiserliche Auszeichnungen belohnt, so durch Verleihung des Hofratstitels und mehrerer hoher Orden. Seine Bedeutung für die Wissenschaft und die technischen Hochschulen wurde durch die Verleihung der technischen Ehrendoktorate seitens der technischen Hochschulen in Prag und Wien besonders gewürdigt. Er waltete auch zwei Jahre als Präsident des Elektrotechnischen Vereines in Wien und wurde von diesem anläßlich des Vereinsjubiläums zum Ehrenmitgliede ernannt.

Waltenhofen war schriftstellerisch außerordentlich fruchtbar. Die meisten der von ihm verfaßten Abhandlungen entstanden während seiner Prager Tätigkeit. Unter den Büchern, die er schrieb, hat vor allen das über „Die absoluten Maße, insbesondere die elektrischen Maße“ (1885) dadurch anerkannte Bedeutung erlangt, daß es die damals noch nicht ganz klaren Begriffe trefflich zusammenstellte und erläuterte und in einem Anhang einen kleinen Leitfaden der praktischen Elektrizitätslehre brachte. Es erschien auch in zweiter Auflage. Von sonstigen Büchern sind noch zu nennen: das noch in Innsbruck geschriebene Werk: „Astronomie und Optik in den letzten Dezennien“, ferner: „Grundriß der allgemeinen mechanischen Physik“ und „Über Blitzableiter“. Von seinen zahlreichen (60) Abhandlungen ist der größte Teil den elektrischen und magnetischen Gesetzen und Erscheinungen gewidmet. Sie sind in verschiedenen Fachzeitschriften erschienen: in den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften, in Dingler's polytechnischem Journal, in Poggendorfs Annalen für Physik und Chemie und in der Wiener Zeitschrift für Elektrotechnik. Eine größere Zahl derselben bezieht sich auf das magnetische Verhalten des Eisens und des Stahles, insbesondere die Permeabilität, Koerzitivkraft, Remanenz, Sättigung, Zug- und Tragkraft.

Von der großen Zahl der elektrischen Abhandlungen seien genannt: „Über die Polarisation konstanter Ketten“, „Über das elektrische Licht in verdünnten Gasen“, „Über die elektromotorischen Kräfte der galvanischen Ketten und deren Bestimmung“, „Über die Grenzen der Gültigkeit des Lenz-Jacobischen Gesetzes“, einige Abhandlungen über Thermosäulen. Unter den elektrotechnischen Abhandlungen finden sich einige über Akkumulatoren, eine über Fröhlichs Theorie der dynamoelektrischen Maschine, über Ring- und Trommelwicklung, über Stern- und Dreieckschaltung bei Dreiphasenstrom usw. Mit der Praxis nahm Waltenhofen insoferne Fühlung, als er im Jahre 1889 bei Gründung der Internationalen Elektrizitätsgesellschaft an die Spitze ihres Verwaltungsrates trat und in dieser Stellung das Aufblühen dieser Gesellschaft mitmachte und bis zur Auflösung der Gesellschaft verblieb.

Mehr als 50 Jahre seines Lebens verbrachte Hofrat v. Waltenhofen im Lehrberufe. Die Zahl der Hörer, die seinem präzisen und klaren Vortrage folgte, ist eine große und alle bewahrten ihm über die Schuljahre hinaus verehrungsvolle Erinnerung. Von seinen ehemaligen Assistenten und Konstrukteuren aus der Lehrzeit sind heute einige selbst als Hochschullehrer tätig, wie Peukert in Braunschweig, Zickler in Brünn, Sahulka und Reithoffer in Wien, während andere sich der Praxis zuwandten und hervorragende Stellungen erlangten, wie Frisch als Direktor der Internationalen Elektrizitätsgesellschaft, Kallir als Direktor der A. E. G.—Union-Elektrizitäts-Gesellschaft in Wien und Eichberg als Ober-Ingenieur derselben Gesellschaft in Wien und dann in Berlin.

Reich war Waltenhofens Leben an Arbeit, aber sie war auch von Erfolg gekrönt und hat reiche Früchte getragen, denn das Aufleben der Elektrotechnik in Österreich ist aufs innigste verknüpft mit Waltenhofens Tätigkeit. Den Dank hat ihm zum Teil die gütige Natur gezollt, die ihm trotz einer schweren Krise, die er im 69. Lebensjahre zu überwinden hatte, bis in die letzten Jahre seines hohen Alters eine erstaunliche Frische des Geistes und Körpers verlieh.

Aber auch seine Schüler und Mitarbeiter empfanden für ihn das Gefühl des Dankes und der Verehrung, das sie ihm gemeinsam mit der ganzen österreichischen elektrotechnischen Fachwelt weit über das Grab bewahren werden.

Dr. Max Reithoffer.

Das Stromübersetzungsverhältnis im allgemeinen Transformator.

Von **F. Niethammer** und **E. Siegel.**

Im Anschluß an unseren Aufsatz „Das Übersetzungsverhältnis des allgemeinen Transformators“ in E. u. M. 1913, Seite 265, in dem wir in möglichst einfacher Weise dem Berechnungs-Ingenieur praktisch direkt verwendbare Daten über das Stromübersetzungsverhältnis gegeben haben, geben wir nachstehend eine kurze Ergänzung, die vielleicht weiter klärend wirkt, ohne daß wir damit irgend etwas prinzipiell Neues bringen wollen. Um rein sachlich zu bleiben, sind überhaupt keine Zitate und Namen angeführt, trotzdem dürften eine Reihe der aufgeworfenen Fragen und Einwände damit erledigt sein. Der praktische Berechnungs-Ingenieur kann seine Rechnungsgrundlagen nicht mit Induktivitäten abschließen; er muß auf die wirklichen Ströme, Spannungen, Kraftflüsse und Induktionen übergehen.

Der gegenseitige Induktionskoeffizient zweier konzentrischer Spulen mit $\mathfrak{z}_1$ und $\mathfrak{z}_2$ konzentrierten Windungen ist in einfacher Form, wenn von der Primärseite auf die Sekundärseite induziert wird,

$$M_{12} = \frac{\mathfrak{z}_2 \Phi_1}{i_1} = \frac{\mathfrak{z}_2 \Phi_{1m}}{\sqrt{2} I_1}.$$

Dabei ist Φ_1 der vom Strom i_1 (Momentanwert) durch die Windungen $\mathfrak{z}_1$ erzeugte Kraftfluß und $\mathfrak{z}_2$ die sekundäre Windungszahl. Φ_{1m} ist der Maximalwert entsprechend einem Wechselstrom von der Amplitude $\sqrt{2} I_1$.

Ebenso findet sich, wenn von der Sekundärseite auf die Primärseite induziert wird, der gegenseitige Induktionskoeffizient

$$M_{21} = \frac{\mathfrak{z}_1 \Phi_2}{i_2} = \frac{\mathfrak{z}_1 \Phi_{2m}}{\sqrt{2} I_2}.$$

Φ_2 ist der vom Strom i_2 durch die Windungen $\mathfrak{z}_2$ erzeugte Kraftfluß und $\mathfrak{z}_1$ die primäre Windungszahl, Φ_{2m} und $\sqrt{2} I_2$ sind wieder Maximalwerte.

Digitized by Google

1. Sobald die beiden Wicklungen mit der Windungszahl δ_1 bezw. δ_2 nicht konzentriert, sondern irgendwie verteilt sind, umfassen nicht alle δ_2 (δ_1)-Windungen den ganzen Fluß Φ_1 (Φ_2). Man hat dann zur Berechnung von M die Summe der Flußwindungen zu bilden. Es sei die Primärwicklung in einzelne Spulen von

$$\delta_a' + \delta_b' + \delta_c' + \ldots\ldots = \delta_1$$

Windungen, die Sekundärwicklung ebenso in Spulen von

$$\delta_a'' + \delta_b'' + \delta_c'' + \ldots\ldots = \delta_2$$

Windungen zerlegt. Die δ_a'' Windungen der Sekundärspule sollen vom totalen Primärfluß Φ_1 nur Φ_a' Linien umschlingen, die δ_b'' Windungen $\Phi_a' + \Phi_b'$ usw., so daß

$$\Phi_a' + \Phi_b' + \ldots\ldots = \Phi_1.$$

Dann ist für die verteilte Sekundärwicklung

$$M_{12} = \frac{\delta_a'' \Phi_a'}{i_1} + \frac{\delta_b'' (\Phi_a' + \Phi_b')}{i_1} + \ldots\ldots = \left| \begin{array}{l} = \Sigma \dfrac{\delta'' \Phi'}{i_1} = k_{12} \dfrac{\delta_2 \Phi_1}{i_1} = k_{12} \dfrac{\delta_2 \Phi_{1m}}{\sqrt{2} I_1} \end{array} \right| \quad 1)$$

und ebenso für die verteilte Primärwicklung

$$M_{21} = \frac{\delta_a' \Phi_a''}{i_2} + \frac{\delta_b' (\Phi_a'' + \Phi_b'')}{i_2} + \ldots\ldots = \left| \begin{array}{l} = \Sigma \dfrac{\delta' \Phi''}{i_2} = k_{21} \dfrac{\delta_1 \Phi_2}{i_2} = k_{21} \dfrac{\delta_1 \Phi_{2m}}{\sqrt{2} I_2} \end{array} \right| \quad 2)$$

Weiter findet sich der Selbstinduktionskoeffizient der Primärwicklung zu

$$L_1 = \frac{\delta_a' \Phi_a'}{i_1} + \frac{\delta_b' (\Phi_a' + \Phi_c')}{i_1} + \ldots\ldots = \left| \begin{array}{l} = \Sigma \dfrac{\delta' \Phi'}{i_1} = k_{11} \dfrac{\delta_1 \Phi_1}{i_1} = k_{11} \dfrac{\delta_1 \Phi_{1m}}{\sqrt{2} I_1}, \end{array} \right| \quad 3),$$

der der Sekundärwicklung zu

$$L_2 = \frac{\delta_a'' \Phi_a''}{i_2} + \frac{\delta_b'' (\Phi_a'' + \Phi_b'')}{i_2} + \ldots\ldots = \left| \begin{array}{l} = \Sigma \dfrac{\delta'' \Phi''}{i_2} = k_{22} \dfrac{\delta_2 \Phi_2}{i_2} = k_{22} \dfrac{\delta_2 \Phi_{2m}}{\sqrt{2} I_2} \end{array} \right| \quad 4).$$

Die Teilflüsse $\Phi_a', \Phi_b' \ldots$ sind bei Ermittlung von L_1 und L_2 verschieden von $\Phi_a', \Phi_b' \ldots$ zur Ermittlung von M_{12} und M_{21}.

Die beiden Werte des gegenseitigen Induktionskoeffizienten sind wohl gleich, also $M_{12} = M_{21} = M$. Dagegen ist k_{12} im allgemeinen wesentlich verschieden von k_{21}.

Stromübersetzungsverhältnis.

2. Aus der Bedingung für das Spannungsgleichgewicht in der Sekundärwicklung beim Kurzschlußversuch (Fig. 1) findet sich bei Vernachlässigung der Ohmschen Widerstände ($\omega = 2\pi f$ = Kreisfrequenz)

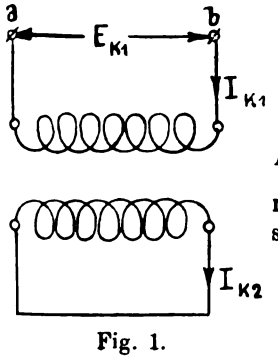


Fig. 1.

$$\omega M I_{K1} = \omega L_2 I_{K2}, \text{ also}$$

$$\lambda = \frac{I_{K2}}{I_{K1}} = \frac{M}{L_2} \quad \ldots\ldots \quad 5).$$

Mit

$$M = k_{21} \frac{\delta_1 \Phi_2}{i_2} \text{ und } L_2 = k_{22} \frac{\delta_2 \Phi_2}{i_2}$$

resultiert das Stromübersetzungsverhältnis

$$\boxed{\lambda = \frac{I_{K2}}{I_{K1}} = \frac{k_{21} \delta_1}{k_{22} \delta_2}} \quad \ldots \quad 6).$$

Beim Kurzschluß von der anderen Seite her (Fig. 2) ist

$$\omega M I_{K2}' = \omega L_1 I_{K1}',$$

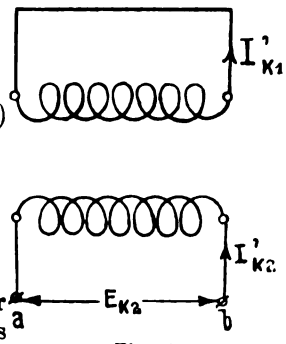


Fig. 2.

also

$$\lambda' = \frac{I_{K1}'}{I_{K2}'} = \frac{M}{L_1} \quad \ldots\ldots \quad 7)$$

und

$$\boxed{\lambda' = \frac{I_{K1}'}{I_{K2}'} = \frac{k_{12} \delta_2}{k_{11} \delta_1}} \quad \ldots \quad 8)$$

3. Ist c_{11} die EMK-Ziffer in der ursprünglichen Form des Kappschen Faktors und f die Frequenz, so gilt allgemein für eine in der Primärwicklung selbstinduzierte EMK im *cgs*-System:

$$E_{11} = c_{11} f \Phi_{1m} (2\delta_1) = \omega L_1 I_1,$$

daraus

$$L_1 = \frac{c_{11}}{\pi} \cdot \frac{\delta_1 \Phi_{1m}}{I_1}.$$

Da nach 3)

$$L_1 = k_{11} \frac{\delta_1 \Phi_{1m}}{\sqrt{2} I_1},$$

so folgt

$$\underline{\frac{\pi}{\sqrt{2}} \cdot k_{11} = c_{11}} \quad \ldots\ldots \quad 9).$$

Analog findet sich für die Sekundärwicklung aus E_2

$$L_2 = \frac{c_{22}}{\pi} \cdot \frac{\delta_2 \Phi_{2m}}{I_2}$$

$$\underline{\frac{\pi}{\sqrt{2}} k_{22} = c_{22}} \quad \ldots\ldots \quad 10).$$

Für eine in der Primärwicklung durch einen von der Sekundärwicklung erzeugten Fluß Φ_{2m} gegenseitig induzierte EMK gilt

$$E_{21} = c_{21} f \Phi_{2m} (2\delta_1) = \omega M I_2,$$

daraus

$$M = \frac{c_{21}}{\pi} \cdot \frac{\delta_1 \Phi_{2m}}{I_2}.$$

Zusammen mit

$$M = k_{21} \frac{\delta_1 \Phi_{2m}}{\sqrt{2} I_2}$$

findet sich

$$\underline{\frac{\pi}{\sqrt{2}} k_{21} = c_{21}} \quad \ldots\ldots \quad 11).$$

Ebenso folgt bei Betrachtung der Sekundärwicklung aus E_{12}

$$\underline{\frac{\pi}{\sqrt{2}} k_{12} = c_{12}} \quad \ldots\ldots \quad 12).$$

Es gilt also, wie schon in dem ursprünglichen Aufsatz angegeben, für das Stromübersetzungsverhältnis von der einen und der anderen Seite

$$\boxed{\lambda = \frac{I_{K2}}{I_{K1}} = \frac{c_{21}}{c_{22}} \cdot \frac{\delta_1}{\delta_2}} \quad \ldots\ldots \quad 13).$$

und

$$\boxed{\lambda' = \frac{I_{K1}'}{I_{K2}'} = \frac{c_{12}}{c_{11}} \cdot \frac{\delta_2}{\delta_1}} \quad \ldots\ldots \quad 13a).$$

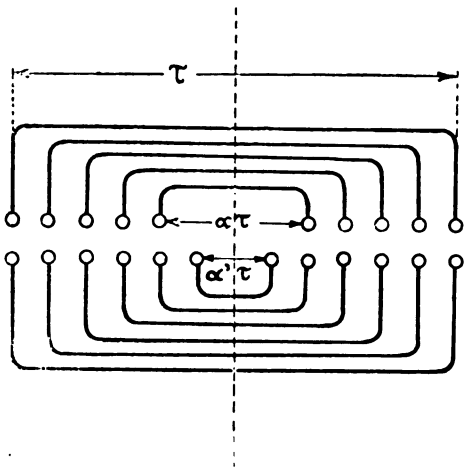
Die EMK-Ziffern c_{12} und c_{21} sind im allgemeinen bei beliebig verteilten Wicklungen wesentlich ver-

Digitized by Google

schieden voneinander, so daß in der Regel λ wesentlich verschieden von $\frac{1}{\lambda'}$ ist, das heißt, es ist nicht

$$\frac{I_{K2}}{I_{K1}} = \frac{I'_{K2}}{I'_{K1}}.$$

Fig. 3.



In nachstehender Tabelle sind einige Werte von c für Wicklungen nach Fig. 3 zusammengestellt

		Werte von c						
		induzierte Wicklung						
	$\alpha' =$	1	3/4	2/3	1/2	1/3	1/4	0
Induzierende Wirkung	0	2·22	2·16	2·12	2·04	1·9	1·84	1·48
	1/4	2·22	2·14	2·10	2·02	1·87	1·78	1·44
	1/3	2·22	2·13	2·10	2·01	1·85	1·76	1·42
	1/2	2·22	2·12	2·08	1·98	1·82	1·72	1·38
	2/3	2·22	2·12	2·07	1·92	1·77	1·66	1·31
	3/4	2·22	2·06	2·04	1·87	1·72	1·60	1·27
	1	2·22	1·94	1·85	1·66	1·50	1·39	1·11
	$\alpha = \alpha'$	α und α' sind vertauschbar						

Beispiel.

Es sei das Stromübersetzungsverhältnis eines Rechteck-Dreiecktransformators mit gleicher Windungszahl beider Wicklungssysteme ($\delta_1 = \delta_2$) zu bestimmen.

Unter der Bezeichnung Rechteck-Dreiecktransformator soll ein Transformator verstanden werden, der aus einer konzentrierten Primärspule besteht, der als zweites Wicklungssystem eine gleichmäßig verteilte Wicklung gegenübersteht.

Für derartige Wicklungssysteme können die zugehörigen EMK-Ziffern aus vorstehender Tabelle entnommen werden:

Rechteck auf sich selbst, das heißt induzierend eine konzentrierte Wicklung ($\alpha = 1$), induziert eine konzentrierte Wicklung ($\alpha' = 1$), siehe Fig. 3 . . . . daher $c_{11} = 2{\cdot}22$;

Rechteck auf Dreieck, induzierend eine konzentrierte Wicklung ($\alpha = 1$), induziert eine verteilte Wicklung ($\alpha' = 0$). . . . . daher $c_{12} = 1{\cdot}11$;

Dreieck auf Rechteck, induzierend eine verteilte Wicklung ($\alpha = 0$), induziert eine konzentrierte Wicklung ($\alpha' = 1$). . . . daher $c_{21} = 2{\cdot}22$;

Dreieck auf sich selbst, induzierend eine verteilte Wicklung ($\alpha = 0$), induziert eine verteilte Wicklung ($\alpha' = 0$) . . . . . daher $c_{22} = 1{\cdot}48$.

Wird beim Kurzschlußversuch die verteilte Wicklung kurzgeschlossen und die konzentrierte Wicklung von außen gespeist (Rechteck primär), so ist das Stromübersetzungsverhältnis:

$$\lambda = \frac{I_{K2}}{I_{K1}} = \frac{c_{21}}{c_{22}} = \frac{2{\cdot}22}{1{\cdot}48} = \frac{3}{2}.$$

Fließt also in der konzentrierten Wicklung ein Strom $I_{K1} = 1\ A$, so resultiert in der verteilten Wicklung ein Strom $I_{K2} = 1{\cdot}5\ A$.

Vertauschen beim Kurzschlußversuch die beiden Wicklungssysteme die Rollen, das heißt erfolgt die Speisung von außen über die Dreieckwicklung, so folgt:

$$\lambda' = \frac{I'_{K1}}{I'_{K2}} = \frac{c_{11}}{c_{12}} = \frac{1{\cdot}11}{2{\cdot}22} = \frac{1}{2}.$$

Soll wiederum in der konzentrierten Wicklung ein Strom $I'_{K1} = 1\ A$ fließen, so muß die verteilte Wicklung mit dem Strom $I'_{K2} = 2\ A$ gespeist werden.

Das Spannungsübersetzungsverhältnis bei Leerlauf eines solchen Rechteck-Dreiecktransformators ist:

$$\varepsilon = \frac{E_{11}}{E_{12}} = \frac{c_{11}}{c_{12}} = \frac{2{\cdot}22}{1{\cdot}11} = 2 = \frac{1}{\lambda'} \quad . \quad . \quad 13b)$$

beziehungsweise von der andern Seite

$$\varepsilon' = \frac{E_{22}}{E_{21}} = \frac{c_{22}}{c_{21}} = \frac{1{\cdot}48}{2{\cdot}22} = \frac{2}{3} = \frac{1}{\lambda} \quad . \quad . \quad 13c).$$

Die Buchstabenwerte für ε und ε' gelten allgemein.

Gleichheit der primären und sekundären maximalen AW.

4. Nunmehr werde für den allgemeinen Transformator auf beiden Seiten je gleiche maximale AW-Zahl

$$\underline{\sqrt{2}\, I_1 \delta_1 = \sqrt{2}\, I_2 \delta_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 13d)$$

vorausgesetzt.

Bei Leerlauf in der Primärwicklung induzierte EMK:

$$E_{11} = \omega L_1 I_1 = 2\, c_{11}\, f\, \Phi_{1m}\, \delta_1\, 10^{-8} \quad . \quad . \quad 14).$$

Bei Leerlauf in der Sekundärwicklung induzierte EMK:

$$E_{12} = \omega M I_1 = 2\, c_{12}\, f\, \Phi_{1m}\, \delta_2\, 10^{-8} \quad . \quad . \quad 14a).$$

Bei umgekehrtem Leerlauf in der Sekundärwicklung induzierte EMK:

$$E_{22} = \omega L_2 I_2 = \underline{\omega L_2 I_1 \frac{\delta_1}{\delta_2} = 2\, c_{22}\, f\, \Phi_{2m}\, \delta_2 \cdot 10^{-8}} \quad . \quad 15).$$

Bei umgekehrtem Leerlauf in der Primärwicklung induzierte EMK:

$$E_{21} = \omega M I_2 = \underline{\omega M I_1 \frac{\delta_1}{\delta_2} = 2\, c_{21}\, f\, \Phi_{2m}\, \delta_1\, 10^{-8}} \quad 15a),$$

oder auch

$$E_{21} = E_{12} \cdot \frac{I_2}{I_1} = E_{12} \frac{\delta_1}{\delta_2},$$

somit auch

$$c_{21}\, \Phi_{2m}\, \delta_1 = c_{12}\, \Phi_{1m}\, \delta_2 \frac{\delta_1}{\delta_2}$$

$$c_{21}\, \Phi_{2m} = c_{12}\, \Phi_{1m}.$$

Weiter gilt

$$\left.\begin{aligned} \Phi_{1m} &= \frac{4\pi}{10} (\sqrt{2}\, I_1 \delta_1)\, \Lambda_1 \\ \text{und} \\ \Phi_{2m} &= \frac{4\pi}{10} (\sqrt{2}\, I_2 \delta_2)\, \Lambda_2 \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad 16)$$

Digitized by Google

wobei $\left.\begin{matrix}\Lambda_1\\ \Lambda_2\end{matrix}\right\}$ die magnetische Leitfähigkeit des $\left\{\begin{matrix}\text{Primär-}\\ \text{Sekundär-}\end{matrix}\right\}$ Kraftflusses mit 13*d*) und daraus endlich

$$\boxed{\frac{\Phi_{1\,m}}{\Phi_{2\,m}} = \frac{\Lambda_1}{\Lambda_2}.}$$

Die Flüsse verhalten sich demnach wie die magnetischen Leitfähigkeiten.

Es folgt also weiter

$$\boxed{\frac{c_{2\,1}}{c_{1\,2}} = \frac{\Lambda_1}{\Lambda_2}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 17).$$

Wie man aus dieser Beziehung sofort erkennt, ist es unzulässig, in

$L_1 = k_{1\,1}\,\delta_1^2\,\Lambda_1\,\frac{4\pi}{10}$ (siehe Gleichungen 3) und 16),

$L_2 = k_{2\,2}\,\delta_2^2\,\Lambda_2\,\frac{4\pi}{10}$ (siehe Gleichungen 4) und 16),

$M = k\,\delta_1\,\delta_2\,\Lambda\,\frac{4\pi}{10}$

einfach

$$\Lambda_1 = \Lambda_2 = \Lambda$$

zu setzen und etwa zu schreiben:

$$\frac{M}{L_2} = \frac{k}{k_{2\,2}}\,\frac{\delta_1}{\delta_2},\quad \frac{M}{L_1} = \frac{k}{k_{1\,1}}\cdot\frac{\delta_2}{\delta_1},\quad \frac{L_1}{L_2} = \frac{k_{1\,1}}{k_{2\,2}}\cdot\frac{\delta_1^2}{\delta_2^2}.$$

Es hat richtig zu heißen:

$$L_1 = k_{1\,1}\,\delta_1^2\,\Lambda_1\,\frac{4\pi}{10}$$

$$L_2 = k_{2\,2}\,\delta_2^2\,\Lambda_2\,\frac{4\pi}{10}$$

$$M = k_{1\,2}\,\delta_1\,\delta_2\,\Lambda_1\,\frac{4\pi}{10} = k_{2\,1}\,\delta_1\,\delta_2\,\Lambda_2\,\frac{4\pi}{10}$$

mit

$$\frac{\Lambda_1}{\Lambda_2} = \frac{c_{2\,1}}{c_{1\,2}} = \frac{k_{2\,1}}{k_{1\,2}},$$

und daraus

$$\left.\begin{aligned}\frac{M}{L_2} &= \frac{k_{2\,1}\,\delta_1\,\delta_2\,\Lambda_2}{k_{2\,2}\,\delta_2^2\,\Lambda_2} = \frac{k_{2\,1}\,\delta_1}{k_{2\,2}\,\delta_2} = \lambda\\ \frac{M}{L_1} &= \frac{k_{1\,2}\,\delta_1\,\delta_2\,\Lambda_1}{k_{1\,1}\,\delta_1^2\,\Lambda_1} = \frac{k_{1\,2}\,\delta_2}{k_{1\,1}\,\delta_1} = \lambda'\\ \frac{L_1}{L_2} &= \frac{k_{1\,1}\,\delta_1^2\,\Lambda_1}{k_{2\,2}\,\delta_2^2\,\Lambda_2} = \frac{k_{1\,1}\,k_{2\,1}}{k_{2\,2}\,k_{1\,2}}\,\frac{\delta_1^2}{\delta_2^2}\end{aligned}\right\} \quad . \quad 18).$$

Weiter ist es unrichtig, nach dem Prinzip der Erhaltung der Energie zu schreiben:

$$E_{1\,1}\,I_{K1} = E_{1\,2}\,I_{K\,2}$$

und

$$E_{2\,2}\,I'_{K2} = E_{2\,1}\,I'_{K1}.$$

Daraus würde folgen

$$\lambda = \frac{I_{K\,2}}{I_{K\,1}} = \frac{E_{1\,1}}{E_{1\,2}} = \frac{c_{1\,1}\,\delta_1}{c_{1\,2}\,\delta_2} = \frac{1}{\lambda'}$$

oder

$$\lambda' = \frac{I'_{K\,1}}{I'_{K\,2}} = \frac{E_{2\,2}}{E_{2\,1}} = \frac{c_{2\,2}\,\delta_2}{c_{2\,1}\,\delta_1} = \frac{1}{\lambda}$$

und schließlich

$$c_{1\,1}\cdot c_{2\,2} = c_{2\,1}\cdot c_{1\,2},$$

was nur für gleichartig verteilte Wicklungen zutrifft.

Wirksame Windungszahl.

5. Es frägt sich nun: Welches ist die für das Übersetzungsverhältnis maßgebende, wirksame Windungszahl ξ einer beliebig verteilten Wicklung?

Wir denken uns die beliebig verteilte Wicklung durch eine konzentrierte Wicklung von gleichem Selbstinduktionskoeffizienten ersetzt und definieren als wirksame Windungszahl ξ der verteilten Wicklung die Windungszahl dieser gleichwertigen konzentrierten Wicklung. Die primäre wirksame Windungszahl ist ξ_1, die sekundäre ξ_2.

Bei einem Transformator mit zwei beliebig verteilten Wicklungssystemen gilt dann für die Primärwicklung

$$\left.\begin{aligned}L_1 = k_{1\,1}\,\frac{\delta_1\,\Phi_{1\,m}}{\sqrt{2}\,I_1} = \frac{4\pi}{10}\,\xi_1^2\,\Lambda,\\ \text{für die Sekundärwicklung}\\ L_2 = k_{2\,2}\,\frac{\delta_2\,\Phi_{2\,m}}{\sqrt{2}\,I_2} = \frac{4\pi}{10}\,\xi_2^2\,\Lambda\end{aligned}\right\} \quad . \quad 19);$$

Λ . . . . Leitfähigkeit des gemeinsamen Kraftlinienpfades, bezogen auf konzentrierte Wicklungsanordnung (rechteckigen Flußverlauf).

Nach Gleichung 16) gilt nun:

$$\Phi_{1\,m} = \sqrt{2}\,I_1\,\delta_1\cdot\frac{4\pi}{10}\,\Lambda_1$$

$$\Phi_{2\,m} = \sqrt{2}\,I_2\,\delta_2\cdot\frac{4\pi}{10}\,\Lambda_2.$$

Durch Einführung dieser Beziehungen in 19) findet sich:

$$\left.\begin{aligned}\xi_1^2\,\Lambda = k_{1\,1}\,\delta_1^2\,\Lambda_1 \ldots\ldots \xi_1^2 = k_{1\,1}\,\delta_1^2\,\frac{\Lambda_1}{\Lambda}\\ \xi_2^2\,\Lambda = k_{2\,2}\,\delta_2^2\,\Lambda_2 \ldots\ldots \xi_2^2 = k_{2\,2}\,\delta_2^2\,\frac{\Lambda_2}{\Lambda}\end{aligned}\right\} \quad . \quad 20),$$

somit das Übersetzungsverhältnis des allgemeinen Transformators:

$$\boxed{\lambda_w = \frac{\xi_1}{\xi_2} = \frac{\delta_1}{\delta_2}\sqrt{\frac{k_{1\,1}\,k_{2\,1}}{k_{2\,2}\,k_{1\,2}}} = \frac{\delta_1}{\delta_2}\sqrt{\frac{\lambda}{\lambda'}}} \quad . \quad 21).$$

Dieses tatsächliche Übersetzungsverhältnis λ_w stimmt weder mit dem Leerlaufübersetzungsverhältnis ε der Spannungen (Gleichung 13*b*), noch mit dem Kurzschlußübersetzungsverhältnis λ der Ströme (Gleichung 13) überein, sondern es ist

$$\lambda_w = \frac{\delta_1}{\delta_2}\sqrt{\frac{\lambda}{\lambda'}} = \frac{\delta_1}{\delta_2}\sqrt{\lambda\cdot\varepsilon},$$

also das geometrische Mittel aus beiden Übersetzungsverhältnissen.

Gegenschaltung.

6. Bei der in Fig. 4 dargestellten Gegenschaltung zweier beliebig verteilter Wicklungssysteme von gleicher Windungszahl, das heißt mit $\delta_1 = \delta_2$, die vom gleichen Strom $I_{K\,1}$ durchflossen werden, gelten für die beiden Teilspannungen die Ausdrücke:

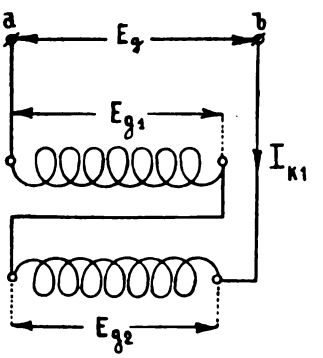


Fig. 4.

$$\left.\begin{aligned}E_{g\,1} = \omega\,L_1\,I_{K\,1} - \omega\,M\,I_{K\,1} = \omega\,A\,I_{K\,1}\\ E_{g\,2} = \omega\,L_2\,I_{K\,1} - \omega\,M\,I_{K\,1} = \omega\,B\,I_{K\,1}\end{aligned}\right\} \quad . \quad 22),$$

wobei

$$\left.\begin{aligned}A = L_1 - M\\ B = L_2 - M\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 22\,a).$$

Digitized by Google

Aus den zwei Einzelmessungen E_{g1} und E_{g2} der Gegenschaltung kann A und B berechnet werden.

Die totale Spannung bei der Gegenschaltung ist:

$$E_g = E_{g1} + E_{g2} = \omega I_{K1}(L_1 + L_2 - 2M) = \omega I_{K1}(A + B) \quad . \quad 23).$$

Dagegen ist die Kurzschlußspannung E_{K1} (Fig. 1):

$$E_{K1} = \omega L_1 I_{K1} - \omega M I_{K2} = \omega I_{K1}\left\{L_1 - M + M\left(1 - \frac{I_{K2}}{I_{K1}}\right)\right\}.$$

Substituiert man

$$L_1 = A + M, \quad \lambda = \frac{I_{K2}}{I_{K1}} = \frac{M}{L_2}$$

und dann $L_2 - M = B$,

so wird

$$E_{K1} = \omega I_{K1}\left\{A + M\left(1 - \frac{M}{L_2}\right)\right\} = \omega I_{K1}\left\{A + \frac{M}{L_2}(L_2 - M)\right\}$$

oder

$$E_{K1} = \omega I_{K1}\left(A + B\frac{I_{K2}}{I_{K1}}\right) = \omega I_{K1}(A + \lambda B) \quad . \quad 24)$$

oder

$$E_{K1} = E_{g1} + E_{g2}\frac{I_{K2}}{I_{K1}} = E_{g1} + \lambda E_{g2} \quad . \quad 24a).$$

Ebenso ist die Kurzschlußspannung E_{K2} (Fig. 2) von der anderen Seite:

$$E_{K2} = \omega I'_{K2}\left(B + A\frac{I'_{K1}}{I'_{K2}}\right) = \omega I'_{K2}(B + \lambda' A) \quad . \quad 25).$$

Die totale Spannung E_g bei der Gegenschaltung ist also bei verschiedenartiger Verteilung der Primär- und Sekundärwicklung wesentlich verschieden von der für die Praxis wichtigen Kurzschlußspannung E_{K1} und E_{K2}. Diese Kurzsschlußspannungen E_{K1} und E_{K2} lassen sich aus den beiden Einzelspannungen E_{g1} und E_{g2} der Gegenschaltung nur unter Zuhilfenahme des Stromübersetzungsverhältnisses bei Kurzschluß, das wegen $\delta_1 = \delta_2$ in diesem Falle $\lambda = \frac{I_{K2}}{I_{K1}} = \frac{c_{21}}{c_{22}}$ und $\lambda' = \frac{I'_{K1}}{I'_{K2}} = \frac{c_{12}}{c_{11}}$ ist, berechnen, es genügt nicht die Kenntnis der Windungszahlen δ_1 und δ_2. der Transformatorwicklungssysteme λ und λ' müssen also entweder experimentell oder rechnerisch aus den EMK-Ziffern bestimmt werden.

Streukoeffizienten.

7. Führt man die in der Praxis üblichen Streureaktanzen

$$s_1 = \omega L_{s1}$$
$$s_2 = \omega L_{s2}$$

ein, wobei L_{s1} und L_{s2} Streuinduktionskoeffizienten sind, so wird die Kurzschlußspannung nach Fig. 1:

$$E_{K1} = s_1 I_{K1} + \lambda s_2 I_{K2} = \omega I_{K1}\left\{L_{s1} + \lambda L_{s2}\frac{I_{K2}}{I_{K1}}\right\} \quad . \quad 26)$$

oder

$$E_{K1} = \omega I_{K1}(L_{s1} + \lambda^2 L_{s2}) = \omega I_{K1} L_s = s I_{K1} \quad . \quad 26a).$$

Nun ist nach früherem:

$$E_{K1} = \omega L_1 I_{K1} - \omega M I_{K2} = \omega I_{K1}\left(L_1 - M\frac{I_{K2}}{I_{K1}}\right).$$

Mit

$$\frac{I_{K2}}{I_{K1}} = \frac{M}{L_2}$$

folgt

$$E_{K1} = \omega I_{K1}\left(L_1 - \frac{M^2}{L_2}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 27).$$

Ausdruck 26a) und 27) werden identisch, wenn man unter Berücksichtigung der Beziehung $\lambda = \frac{M}{L_2}$ setzt:

$$\left.\begin{aligned} L_{s1} &= L_1 - \lambda M = L_1 - \frac{M^2}{L_2} = L_1\left(1 - \frac{M^2}{L_1 L_2}\right) \\ L_{s2} &= L_2 - \frac{1}{\lambda}M = 0 \\ L_s &= L_{s1} = L_1\left(1 - \frac{M^2}{L_1 L_2}\right) \end{aligned}\right\} \quad 28).$$

Die Kurzschlußspannung E_{K2} bei Durchführung des Kurzschlußversuches von der Sekundärseite des Transformators aus (Fig. 2) ergibt sich analog aus

$$E'_{K2} = s_2 I'_{K2} + \lambda' . s_1 I'_{K1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 29),$$

nämlich

$$E'_{K2} = \omega I'_{K2}(L'_{s2} + \lambda'^2 L'_{s1}) = \omega I'_{K2} L'_s = s' I'_{K2} \quad 29a).$$

In anderer Schreibweise findet sich wieder wie oben

$$E'_{K2} = \omega I'_{K2}\left(L_2 - \frac{M^2}{L_1}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 30).$$

Ausdruck 28) und 29) werden wieder identisch, wenn man unter Berücksichtigung von $\lambda' = \frac{M}{L_1}$ setzt:

$$\left.\begin{aligned} L'_{s2} &= L_2 - \lambda' M = L_2\left[1 - \frac{M^2}{L_1 L_2}\right] \\ L'_{s1} &= L_1 - \frac{M}{\lambda'} = 0 \\ L'_s &= L'_{s2} = L_2\left[1 - \frac{M^2}{L_1 L_2}\right] \end{aligned}\right\} \quad . \quad 31).$$

Die auf diese Weise erhaltenen Streukoeffizienten sind nicht aus irgendwelchen willkürlichen Definitonen entstanden, sondern entsprechen vollkommen den bei Kurzschluß tatsächlich herrschenden Verhältnissen: Die von der Sekundärwicklung erzeugten Flußwindungen werden vollständig von der Primärwicklung kompensiert, das Streufeld wird lediglich von der Primärwicklung aus erzeugt. Eine gewisse, allerdings ganz unvermeidliche Willkür liegt lediglich in der Reduktion der Sekundärspannung $s_2 I_{K2}$ (Gleichung 26) hezw. $s_1 I'_{K1}$ (Gleichung 29) im Verhältnis der Kurzschlußströme (λ bezw. λ') auf die Primärwicklung. Man könnte jedenfalls ebensogut die Reduktion im Verhältnis der tatsächlichen Windungszahlen oder im Verhältnis der oben berechneten wirksamen Windungszahlen vornehmen und schreiben:

$$\left.\begin{aligned} E_{K1} = s_1 I_{K1} + \frac{\delta_1}{\delta_2} s_2 I_{K2} &= \omega L_{s1} I_{K1} + \\ + \frac{\delta_1}{\delta_2}\omega L_{s2} I_{K2} &= \omega L_s I_{K1} \end{aligned}\right\} \quad . \quad 32)$$

bezw.

$$\left.\begin{aligned} E_{K1} = s_1 I_{K1} + \lambda_w s_2 I_{K2} &= \omega L_{s1} I_{K1} + \\ + \lambda_w \omega L_{s2} I_{K2} &= \omega L_s I_{K1} \end{aligned}\right\} \quad . \quad 33).$$

Wie man sofort erkennt, führen diese Reduktionen lediglich zu anderen Definitionen für die Streuinduktions-

Digitized by Google

koeffizienten L_{s1} und L_{s2}, und zwar findet sich bei der Reduktion entsprechend Gleichung 32):

$$\left.\begin{aligned} L_{s1} &= L_1 - \frac{\delta_1}{\delta_2} M \\ L_{s2} &= L_2 - \frac{\delta_2}{\delta_1} M \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad 34);$$

bei der Reduktion entsprechend Gleichung 33):

$$\left.\begin{aligned} L_{s1} &= L_1 - \lambda_w M = L_1 - \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} M \\ L_{s2} &= L_2 - \frac{1}{\lambda_w} M = L_2 - \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} M \end{aligned}\right\} \quad . \quad 35).$$

Die totale Streureaktanz s bezw. der totale Streukoeffizient L_s ist selbstredend unabhängig von der Art der Reduktion immer wieder

$$s = \omega L_s = \omega L_1 \left(1 - \frac{M^2}{L_1 L_2}\right).$$

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Die 150.000 V-Kraftübertragungsanlage am Big Creek*). Die Anlage der Pacific Light & Power Corporation soll nach Ausbau 120.000 *kW* auf 385 *km* Entfernung nach Los Angelos, Kalifornien, übertragen. Es ist die Errichtung von vier Kraftwerken, zwei Sammelbecken mit Betonschächten von 40 *km* Gesamtlänge geplant, welche auf 350.000 *PS* ausgebaut werden soll; vorläufig sind zwei Kraftwerke von 160.000 *PS* Gesamtleistung im Bau. Das nutzbare Gefälle beträgt 1200 *m*, welches in zwei gleichen Stufen ausgenutzt wird; die mittlere Wassermenge beträgt 10 m^3 pro Sekunde. Das vorhandene natürliche Staubecken (See) wurde durch Errichtung dreier Dämme in 2100 *m* Seehöhe bedeutend vergrößert und hat bei 50 *m* größter Tiefe eine Länge von 10 *km* und Breite von 2·5 *km*. Der größte Damm ist 40 *m* hoch und 235 *m* lang und faßt 60 000 m^3 Beton; die beiden anderen Dämme sind 310 bezw 125 *m* lang. Der Ablaß geschieht durch einen 32 *m* hohen und 6 *m* breiten Turm, welcher den absperrbaren, 1200 *m* langen Schacht speist, der mit der 2 *km* langen Rohrleitung verbunden ist; dieselbe reicht bei 2·5 *m* Durchmesser 120 *m* weit in den Schacht und übergeht außerhalb desselben in zwei Rohre von 1·2 *m* l. W., die sich 500 *m* oberhalb des Kraftwerkes abermals in je zwei Zweigrohre von je 0·6 *m* l. W. teilen, die mit Standrohren (gegen Wasserschläge) von 120 *m* Länge versehen sind. Die letzteren speisen je eine fliegend an der Generatorwelle angeordnete Doppelpeltonturbine von 20.000 *PS* Leistung, in direkter Kupplung mit 17.500 *kVA* Drehstromgeneratoren für 6600 *V*, 50 ∼. Die Turbinen haben bei 375 U. p. M. einen Außendurchmesser von 2·4 *m* und je 19 Gußstahlschaufeln mit Nadeldüsenregulierung, die von Hand oder elektrisch betätigt werden kann; außerdem ist ein automatischer Druckregler vorgesehen (Öldruck 14 Atm.).

Die beiden Erregermaschinen sind sowohl für Motor- als für Turbinenantrieb eingerichtet. Die Hochspannungstransformatoren sind in seitlichen Kammern im Generatorraum untergebracht, welcher 50 *m* lang, 25 *m* breit und 32 *m* hoch ist. Die Hauptschalttafel ist auf einer Galerie in der Mitte des Betriebsraumes angeordnet, oberhalb der beiden Erregermaschinen. Vom ersten Kraftwerk gelangt das Wasser in ein Sammelbecken (mit 21 *m* hohem Damm) und über einen 6 *km* langen Schacht und kurze Rohrleitung zum zweiten Kraftwerk, welches die gleiche Einrichtung wie das obere Werk enthält. Das Gewicht jeder Generatoreinheit beträgt 220 *t*. Die 6600 *V*-Sammelschienen und Schalter liegen in den beiden höheren Etagen; die Transformatoren sind in Δ/γ-Schaltung verbunden. Als Blitzschutz dienen Aluminiumzellen, in Verbindung mit Hörnerblitzableitern.

Die Doppelleitung ist an getrennten Stahlmasten in einer Horizontalebene in je 5 *m* Abstand angeordnet, (Mastenabstand 200 *m*) und besteht zur Vermeidung der Koronaentladungen aus einem Aluminiumseil mit Stahlkern von 24 *mm* Außendurchmesser. Zugfestigkeit 3500 *kg*, Gewicht pro *km* 1600 *kg*; als Blitzschutz dient ein geerdetes Stahlseil.

*) Vergl. E. u. M. 1912, Seite 903.

Die Unterstation in Los Angelos enthält vier Gruppen von Transformatoren von je 13.500 *kVA*, welche die Spannung auf 72.000 bezw. 18 000 *V* herabsetzen; außerdem sind dort vier Synchronmaschinen von je 15.000 *kVA* vorgesehen, welche als Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors und der Regulierung der Übertragungsleitung dienen und mit 6600 *V* betrieben werden; sie sollen später mit 3000 *kW*-Gleichstrombahngeneratoren gekuppelt werden. Die Spannungserhöhung infolge der Leitungskapazität beträgt hier 9·3% bei Leerlauf, so daß zur Kompensation derselben eine der Generatorleistung entsprechende Kondensatorleistung erforderlich ist.

(El. World, 3. und 10. 1. 1914.)

Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger.

Die Zentral-Generatorgasanlage in South Staffordshire. (Dipl.-Ing. Gwosdz, Charlottenburg.) Zur Versorgung eines Distriktes von 123 engl. Quadratmeilen mit 16 städtischen und 3 ländlichen Gemeinden errichtet die Mondgasgesellschaft in South Staffordshire bei Birmingham eine Gaserzeugeranlage, von der im Jahre 1905 bereits acht Mondgasgeneratoren (einer davon als Reserve) in Betrieb gesetzt wurden. Die Gaserzeuger besitzen 3 *m* Innendurchmesser und ihre auf 20 *t* berechnete Leistung könnte bei besseren Steinkohlensorten um 50% gesteigert werden. Der Wasserdampf wurde zuerst in von Generatorgas geheizten Wasserrohrkesseln, später aber mit Kohlenfeuerung erzeugt. Die Regelung des Gebläsewindes erfolgt dadurch, daß man einen größeren oder geringeren Teil der Luft ins Freie ausstoßen läßt. Eine möglichst gründliche Wasserabscheidung wird durch einen dritten Kühlturm erzielt.

Das gereinigte Gas tritt über rotierende Gasmesser unmittelbar zu den Kompressoren, die es mit 0·7 Atm. in die Hauptleitungen fördern. Von den drei durch Dampf betriebenen Kompressoren sind zwei in normalem Betrieb, von denen jeder 270 m^3 pro Minute fördert. Bei Druckerniedrigung auf der Saugseite des Kompressors wird ein in einer Umgangsleitung angeordnetes Ventil geöffnet und aus der Hauptleitung hinter den Kompressoren Gas in den Kompressor gesaugt. Die Kompressormaschinen besitzen Geschwindigkeitsregler, die einen bestimmten Druck in der Gasleitung aufrechterhalten.

Als Brennstoff dient Steinkohle mit zirka 6500 Kalorien. Der in die Überhitzer eintretende Gebläsestrom wird dauernd auf 85° C erhalten. Das Gas zeigte während eines Zeitraumes von 18 Monaten folgende Zusammensetzung in Vol.-%: 17·4 CO_2, 10·31 CO, 25·55 H_2, 3·25 CH_4 und 43·49 N_2. Der obere Heizwert betrug 1346 Kalorien/m^3. Das Gas zeigte selbst bei den verschiedensten Belastungen eine sehr gleichmäßige Zusammensetzung.

Das Verteilungsrohrnetz mußte mindestens 0·85 *m* unter die Erdoberfläche und an 23 Stellen über Kanäle und Eisenbahnen oberirdisch verlegt werden. Es waren zahlreiche Wassersammler nötig, die durch fahrbare Pumpen entleert werden. Gegenwärtig sind 150 Gasmaschinen mit 9500 *PS* angeschlossen, von denen die größte 650 *PS* leistet. Der mittlere Verbrauch der kleineren Maschinen beträgt rund 2 m^3 pro *PS*/Std.

Die Inbetriebsetzung dieser Zentralanlage hatte die Stillsetzung von 45 Gaserzeugeranlagen zur Folge, weil das Gas aus ersterer billiger kam. Der mittlere, von den Abnehmern zu zahlende Preis beträgt 0·55 Pfg. pro 1 m^3.

Das investierte Kapital betrug Ende 1911 424.003 Pfd. St. einschließlich 5% Zinsen. Das Verteilungsnetz allein kostete 129.130 Pfd. St. Der weitere Ausbau bis zu einer Verstärkung der Gaserzeugung um 80% soll kaum mehr als 35.000 Pfd. St. erfordern. Während die ersten sechs Jahre keinen Gewinn brachten, konnten im Jahre 1911 8800 Pfd. St. verzeichnet werden, wobei zu bedenken ist, daß der häusliche Verbrauch ausgeschlossen wurde. (Öl- und Gasmaschine, Jänner 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Über das Mauduitsche Kriterium der guten Kommutierung*). M. Guéry. Das Mauduitsche Kriterium läßt sich in folgender Formel wiedergeben: $E_\gamma + E_s \gtrless E_r$, das heißt die in der kurzgeschlossenen Spule induzierte Spannung E_r setzt sich zusammen aus E_γ, der EMK infolge der Rotation der kurzgeschlossenen Spule im feststehenden Ankerfeld und E_s, der EMK der Selbstinduktion infolge der Änderung des Streufeldes in der kurzgeschlossenen Spule.

1. Maschinen mit ausgeprägten Polen. In diesem Falle wird $E_s = 0$, weil das Streufeld nicht besteht. Es läßt sich nachweisen, daß bei der geradlinigen Kommutierung das Ankerfeld in der Regel nicht als feststehend zu betrachten ist; ferner, daß infolge der Dämpferwirkung, das pulsierende Feld, das durch das Ankerfeld in der Spule induziert wird, in

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 146 u. 372.

Digitized by Google

der Regel nicht entstehen kann. Das Ankerfeld ist nur dann als feststehend anzusehen, wenn die Wicklung diametral angeordnet ist und die Bürsten eine ganze Zahl von Lamellen bedecken; in allen anderen Fällen ist ein ausgleichendes (pulsierendes) Feld in der Spule vorhanden und das Gesetz der Feldänderung (Kommutierung) verläuft nicht geradlinig. Bleibt das pulsierende Feld bestehen, so zeigt das Kriterium einen der guten Kommutierung entgegengesetzten Wert an.

Zusammenfassend hat das Mauduitsche Kriterium bei Maschinen mit ausgeprägten Polen ohne Kompensations- oder Wendepolwicklung einen bestimmten Wert, wenn das pulsierende Feld unterdrückt wird; im anderen Falle ist der Wert unbestimmt.

2. Formel für die Anzahl der Lamellen. Bezeichnet q die Anzahl der Kollektorlamellen, m die Anzahl paralleler Bürstenstromzweige, B die mittlere Induktion im Luftraum, k die Zahl der AW pro cm Ankerumfang, E die Klemmenspannung der Maschine, so gilt die Beziehung $q = K \frac{m k E}{B}$. Der Koeffizient K ist von den Abmessungen und von E_T abhängig und schwankt zwischen 10 und 25 (bei guter Kommutierung $K = 12$).

3. Maschinen mit Wendepolen, Kompensation und verteilten Polen. In diesem Falle wird $E_T = 0$ und $E_s = 0$, sobald das Streufeld kompensiert ist.

4. Einankerumformer. Hier ist $E_T = 0$; das Kriterium E_4 hängt davon ab, ob die Ankerreaktion kompensiert ist. Bei Umformern ohne Wendepole ist $K = 6$ bis 10.

5. Veränderliche Belastung. Hier entsteht infolge der raschen Feldänderung in den Lamellen eine Übergangswirkung, wodurch die Stromdichte auf die 2·5 fache normale gesteigert wird. Die Geschwindigkeit der Feldänderung ist hier für das Kriterium maßgebend und kann nur oszillographisch festgestellt werden.

(Bull. Soc. Intern. des Electr., Jänner 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Elektrodynamischer Frequenzmesser. K. Gruber beschreibt den von Hartmann & Braun A.-G. ausgeführten Frequenzmesser, der mittels Zeiger auf einer Skala die Frequenzen mißt. Der Apparat ist im Aufbau dem Phasenmesser*) der Firma gleich. Vier Pole f (Fig. 1) eines gemeinsamen Poleisens stehen im Kreis um eine Spule S von besonderer Form. Die Polwicklungen $f_1 f_2$ sind im Reihe mit Spule S und einen Kondensator C, die Pole $f_3 f_4$ in Reihe mit der Drosselspule D den ersteren (bei a, b) parallel gelegt. Die Spulen $f_1 f_2$ liefern das Feld F_1, die beiden anderen das Feld F_2; beide schließen den Winkel ψ ein. Mangels einer mechanischen Richtkraft wirken auf die Spule S, deren bewegliches Feld F in Phase mit Strom i_1, die Drehmomente

$$D_1 = c \,.\, F \,.\, F_1 \,.\, \cos 0^0 \,.\, \sin (y - \psi)$$
$$D_2 = C \,.\, F \,.\, F_2 \,.\, \cos \varphi \,.\, \sin (360 - y)$$

wenn y die Stellung der Spule S gegen Feld F_2 und φ den Winkel zwischen $i_1 i_2$ oder $F F_1$ oder $F F_2$ bedeuten. Bei einer bestimmten Frequenz ist $D_1 = D_2$. Daraus ergibt sich

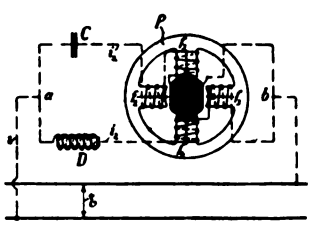


Fig. 1.

$$\operatorname{ctg} y = \operatorname{ctg} \psi + \frac{1}{\sin \psi} \cdot \frac{i_2}{i_1} \cos \varphi.$$

Dabei ist

$$\frac{i_2}{i_1} = \sqrt{\frac{w_1^2 + \left(L_1 \omega + \frac{1}{C \omega}\right)^2}{w_2^2 + L_2^2 \omega^2}},$$

$$g \varphi = \frac{w_2 \left(L_1 \omega - \frac{1}{C \omega}\right) + w_1 L_2 \omega}{w_1 w_2 - \left(L_1 \omega - \frac{1}{C \omega}\right) L_2 \omega}.$$

w_1 ist der Widerstand des Stromzweiges i_1, w_2 des Stromzweiges i_2, $L_1 L$ die entsprechenden Induktivitäten, ω die Winkelgeschwindigkeit $= 2 \pi \sim$. Aus dieser Beziehung läßt sich also ω errechnen. Bequemer als die Rechnung ist es, die Werte von i_1, i_2 und $\cos \varphi$ in Abhängigkeit von der Frequenz in Tabellen aufzutragen; aus den Tabellen können dann die Werte zur Ausrechnung der Formel eingesetzt werden.

Die Skala verläuft proportional, der Stromverbrauch ist 60 Milliampere, die Angaben sind von der Erwärmung und von der Kurvenform des Stromes unabhängig, auch Spannungsänderungen bis 30% haben keinen Einfluß. Die Instrumente werden für 30, 50, 70, 100, 120 Polwechsel ausgeführt, wobei der Meßbereich 5 bis 10 Wechsel unter- und oberhalb des Normalwertes reicht. (E. T. Z. Heft 2, 1914.)

*) E. u. M. 1913, S. 899.

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Prüfapparat für Kontaktdetektoren. L. W. Austin gibt die in Fig. 2 dargestellte Schaltung an. In einem ersten Kreis werden durch einen Summer mit Kapazität C_1 und Selbstinduktion L_1-Schwingungen erregt und durch einen Zwischenkreis mit auf den Summerkreis abgestimmten Selbstinduktionen L_1, L_2 und mit fester Kapazität C_2 mit dem mit letzterem lose gekuppelten Detektorkreis verbunden, der aus der Selbstinduktion L_1, dem Kondensator K und dem zu prüfenden Detektor D besteht. Parallel zu K liegt ein Mikroamperemeter M und seine Ausschläge für eine gegebene Ablesung im Wattmeter W des Summerkreises

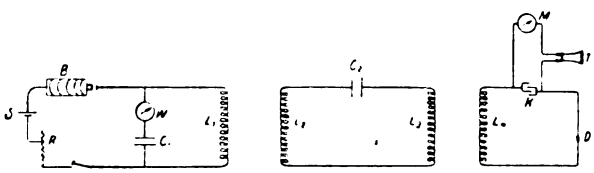


Fig. 2.

sind ein Maß für die Empfindlichkeit des Detektors. Bei sehr empfindlichen Detektoren wird das Amperemeter durch ein Telephon mit parallelgeschalteten Widerständen zur Einstellung der Lautstärke ersetzt. Die Verhältnisse der beiden Ablesungen sind also ein Maß der zum Ansprechen des Detektors erforderlichen Energie. Geeicht wird die Einrichtung mit einem Detektor, dessen Empfindlichkeit vorher nach einer genaueren Methode mit Thermoelement und Galvanometer festgelegt worden ist*). Die zum Ansprechen des Detektors erforderliche Energie ist von Wellenlänge und Funkenfrequenz unabhängig. Diese Energie ist ein Maß für die überhaupt von der Antenne aufgenommene. Kennt man Widerstand und Höhe der Antenne, so kann man daraus die Intensität des elektrischen Feldes an der Empfangsantenne rechnen. (Jahrbuch drahtl. Tel. Bd. 7, Heft 6).

Hilfszündung für tönende Löschfunkensender. G. Eichhorn beschreibt die neue Hilfszündung „System Telefunken", bei welcher Funkenstrecken in einer Zahl benutzt werden, die von der vorhandenen Ladespannung nicht durchbrochen werden kann. Die Entladung erfolgt erst dann, wenn durch eine Hilfszündung eine Anzahl der Funkenstrecken kurzgeschlossen wird.

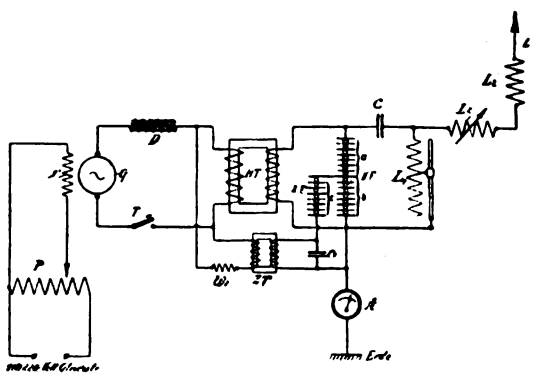


Fig. 3.

In Fig. 3 ist G der Wechselstromgenerator mit der Erregereinrichtung P, N, der über eine Drossel D den Haupttransformator HT speist; an die Sekundäre desselben ist die Hauptfunkenstreckenreihe HF, aus zwei Reihen (a und b) bestehend, angelegt, und an diese die Primärkapazität C_1 und das Primärvariometer L_1 angeschlossen. L_2 ist das Sekundärvariometer, L_2' die Verlängerung in der Antenne L. Die Überbrückung der Zündfunkenstrecken ZF (b) erfolgt durch die Hochfrequenzentladungen eines Hilfskreises von wesentlich kleinerer Kapazität als der des Arbeitskreises. C_2, die Zündkapazität, bildet mit der Sekundären des Zündtransformators ZT den Hilfsschwingungskreis, der sich über die Strecken b entlädt, wobei primär der Transformator über den Widerstand W_s an die Wechselstromquelle angeschlossen ist. War die Spannung an C_1 zu klein, um die Funkenstrecken $a + b$ durchzuschlagen, so reicht sie aus, den Teil a zu durchbrechen; die Entladung des Arbeitskreises ist also durch die durch Hilfszündung erfolgte Überbrückung der Funkenstrecken b eingeleitet worden. Der Hauptkreis arbeitet so lange, als der Kurzschluß der b-Funkenstrecke erfolgt.

*) E. u. M. 1911, Seite 206.

Digitized by Google

Während bei der ursprünglichen Schaltung der Ton eine genaue Einstellung der Spannung am Generator erforderte, kann bei der Hilfszündung die Spannung in weiten Grenzen variieren, ohne daß der Ton unrein wird.

(Jahrbuch drahtl. Tel. Band 7, Heft 6.)

Umformer für hochfrequenten Wechselstrom. R. Goldschmidt weist darauf hin, daß die von Leblanc angegebene Kommutatormaschine, bei welcher den Segmenten eines Kommutators die Spannung an den Abzweigstellen eines Transformators zugeführt wird und die Umsetzung in Gleichstrom durch einen einfachen Kommutator erfolgt, zur Umformung der schwachen Empfangsströme von 30.000 bis 40.000 sekundlichen Perioden, wie sie in der Funkentelegraphie vorkommen, gute Dienste leisten kann. Der Verfasser gibt dem Kommutator die Form eines Zahnrades, an dessem Umfang eine Bürste schleift, so daß der Wechselstrom einmal pro Welle unterbrochen wird, wenn nämlich die Bürste ober einer Zahnlücke liegt. Haben die Zähne 1 *mm* Breite, so muß das Rad mit 40 *m* Sek. umlaufen, um 40.000 ∼ umzuformen. Wenn man aber die Tourenzahl auf 39.000 oder 41.000 ∼ einstellt, so ist der kommutierte Strom ein zackiger Wechselstrom von 1000 ∼, man ist dabei der Schwierigkeit des Synchronlaufens enthoben. Man kann die Tourenzahl übrigens zu einem beliebigen ungeraden Bruchteil der Periodenzahl machen. Die Bürste, die in Isolationsmaterial eingebettet ist, nutzt sich nur wenig ab. Der Verfasser führt ausgeführte Konstruktionen dieser von der C. Lorenz A.-G., Berlin, ausgeführten Einrichtung, die er Tonrad nennt, vor uud faßt ihre Vorteile wie folgt zusammen: Hat man die Tourenzahl auf eine bestimmte Periodenzahl eingestellt, derzufolge sich ein Ton, zum Beispiel 1000 ∼ entsprechend, hörbar macht, so ändert sich naturgemäß die Tonhöhe, wenn die Periodenzahl sich ändert, also wenn eine andere Welle einlangt. Man kann ferner durch Änderung der Tonhöhe auf den für das jeweilige Telephon geeignetsten Ton einstellen. Athmosphärische Störungen erkennt man leicht. Gedämpfte Wellen werden nicht als Ton, sondern als Geräusch wahrgenommen. (E. T. Z. Heft 4, 1914.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Einfluß elektrischer Ströme auf Eisenbeton*). Kurt Lubowsky berichtet über die an der Technischen Hochschule Danzig vorgenommenen Untersuchungen an 24 Betonprismen im Mischungsverhältnis 1 : 2 : 2 und 1 : 3 : 3; die Blöcke hatten die Dimensionen 12 × 12 × 25 *cm* und erhielten teils durchlochte Eisenblecheinlagen von 7 × 11 *cm* bei 1 *mm* Dicke in 15 *cm* Abstand, teils Drahtspiralen. In eine Öffnung konnte ein Thermometer eingesenkt werden. Die Blöcke wurden erst 30 Tage nach Fertigstellung untersucht, und zwar entweder mit Gleichstrom (220 *V*) oder Wechselstrom (60 ∼) bei konstanter Spannung. Die Bestimmung des Widerstandes eines Betonblockes während der Abbindezeit mittels Telephonbrücke durch 100 Tage zeigt einen anfangs langsamen, später rascheren Anstieg. Größten Einfluß auf den Widerstand hat der Feuchtigkeitsgehalt des Betons. Legt man einen Block ins Wasser, so fällt der Widerstand innerhalb einer Stunde auf den zehnten Teil des Wertes. Es ist ferner zu beachten, daß sich das Eisen unter dem alkalischen Einfluß mit einer schützenden Schicht bedeckt, so daß der Übergangswiderstand allmählich wächst. Bestimmt man den Widerstand bei Wechselstrom aus Strom- und Spannungsmessung, so erhält man einen um 22% kleineren Wert als bei Brückenmessungen. Kurz nach Abschalten des Stromes zeigt so ein Block eine Polarisationsspannung von 3·5 bis 4 *V*, die nach zwölf Stunden auf 1·335 *V* sank, wobei die Rostschicht als Anode wirkt.

Mißt man den Widerstand von Betonblöcken, die unter Wechselstrombeanspruchung stehen, so zeigt sich für diesen elektrolytartigen Leiter vorerst eine Widerstandsabnahme, weil sich der Block durch den Stromdurchgang erhitzt; hierauf aber tritt, zufolge der Verdampfung des gebundenen Wassers durch den Strom, eine Austrocknung und dadurch eine Steigerung des Widerstandes ein bis auf 12.000 Ohm pro dm^2 und dm für Beton 1 : 3 : 3. Die Wechselzahlen haben keinen Einfluß auf die Widerstandswerte. Bei Gleichstrombeanspruchung mit 3·5 *A*/Std. bei 0·12 *A* höchstem Strom bezw. bei 10 bis 12 *A*/Std. und 0·36 *A* maximalem Strom traten Risse in der positiven Elektrode in Richtung der Bleche auf; dort konnte der Beton leicht losgelöst werden. Bei anderen Versuchen mit Blöcken im Wasser bei 220 *V* Gleichstrom durch vier Tage wurden am positiven Pol Ausblähungen beobachtet, bestehend aus Gemischen von Eisen- und Aluminiumhydroxiden und Oxyden mit Kalziumsalzen. Die Temperatur stieg auf 55° C. Als Ursache der Rißbildung gilt das größere Volumen des Rostes auf dem Eisen, das den Block sprengt. Bei Kohlen- oder Messingelektroden tritt diese Rißbildung nicht auf. Bei 0·1 *A* treten bei in Luft oder Süßwasser lagernden Blöcken die Risse in 50 bis 110 Tagen, in Salzwasser in 20 bis 70 Tagen auf. Bei Wechselstrombelastung von 220 *V*, 50 ∼ stieg der Widerstand in 41 Tagen von 860 Ohm auf 70.000 Ohm, wobei anfangs Ströme bis 1·5 *A* aufgenommen wurden, die Temperatur auf 100° C stieg; die Versuche zeigen auch, daß Elektrolyse bei Wechselstrom nicht ausgeschlossen ist.

Vagabundierende Ströme und Erdschlüsse in Wechselstromleitungen können in feuchtem und trockenem Beton keinen Schaden verursachen, die Elektrolyse durch Gleichstrom kann bei dem hohen Widerstand des Betons keine gefährlichen Wirkungen verursachen, weil sie schon durch die nichtleitenden Oxyde der Armierung beschränkt wird; im übrigen macht sie sich durch lokale Schäden bemerkbar. Jedenfalls empfiehlt sich, die gute Erdung der Bewehrung von Eisenbetonbrücken und sonst alle Mittel zur Einschränkung der Erdströme in Anwendung zu bringen.

Untersuchungen mit Hochspannung von 11.000 *V* zeigten, daß an verschiedenen Stellen Dampfstrahlen austraten und darauf kurze Lichtbogen an der Austrittsstelle folgten. Der Lichtbogen frißt eine weißglühende Bahn ins Gestein und läßt eine schwarz und grün verglaste Spur zurück.

An den Einschlagstellen der Betonkörper mit Drahtspiraleinlage bildeten sich bei 200.000 *V* grün verglaste Perlen. War die Spirale nicht geerdet, so ist die Entladung aus dem Betonblock heraus zur Erdplatte übergesprungen. Die Eisenkonstruktion in Betonbauten eignet sich deshalb nicht für Blitzschutzanlagen, weil sie zur Erde keine direkte Verbindung haben. Auch für Betonmaste empfiehlt es sich, mit Umgehung der Eiseneinlagen eine gesonderte Erdleitung anzulegen.

(E. T. Z. Hefte 1 u. 2, 1914.)

Stoffe für die Elektrotechnik.

Über eine bei konstanter Temperatur verlaufende, mit starker Wärmetönung und starker Änderung der Magnetisierbarkeit verbundene polymorphe Umwandlung. Rudolf Ruer und Kiosuke Kaneko, Aachen. Die ferromagnetischen Metalle (Eisen, Nickel, Kobalt) verlieren bei Erhitzung ihre Magnetisierbarkeit beinahe gänzlich und gewinnen sie beim Erkalten wieder. Die magnetische Permeabilität ändert sich auch in schwachen Magnetfeldern nicht diskontinuierlich, sondern im Intervall einiger Grade. Ferner tritt nur eine sehr geringe Wärmetönung auf. Man hat deshalb das Vorhandensein einer polymorphen Umwandlung zweier Kristallarten ineinander in diesen Fällen bezweifelt; insbesondere hat Pierre Weiss die Ansicht vertreten, daß die die magnetische Umwandlung begleitende Wärmetönung nicht latente Wärme sei, sondern einer diskontinuierlichen Änderung der spezifischen Wärme entspringe. Eine Untersuchung der Eisen-Kobaltlegierungen zeigte, daß diese innerhalb eines bestimmten Konzentrationsbereiches eine polymorphe Umwandlung erleiden (γ- in α-Form), bei der eine starke Wärmetönung und eine starke Änderung der magnetischen Permeabilität auftritt. Die erkaltende Legierung nimmt bei konstanter Temperatur (983° C) ihre Magnetisierbarkeit wieder an. Dieses Verhalten zeigen Legierungen von 60 bis 40% Eisen und 40 bis 60% Kobalt. Ein abweichendes Verhalten einzelner Legierungen kann ungezwungen aus teilweisen, in der Umwandlung selbst begründeten Konzentrationsänderungen erklärt werden. Die Größenordnung der Wärmetönung ist eine ganz andere als beder β α-Umwandlung des Eisens.

(Phys. Zeitschr. Nr. 1, 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über die elektromagnetischen Schwingungen an einem dünnen Ankerring. C. W. Oseen. Die Theorie der elektromagnetischen Schwingungen an einem dünnen Ankerring wurde zuerst von Pocklington in Angriff genommen, der sich im wesentlichen auf die Grundschwingung des Ringes beschränkte. Lord Rayleigh hat sich mit den Oberschwingungen beschäftigt. Oseen wird in einer demnächst erscheinenden Arbeit zeigen, daß ein dünner Ankerring neben den von Pocklington und Lord Rayleigh beschriebenen schwach gedämpften Eigenschwingungen noch ein stark gedämpftes Spektrum aufweist und daß nur mit Hilfe dieser Schwingungen die Erregung eines Ringes durch eine einfallende Welle berechnet werden kann. Alle bisher genannten Untersuchungen beziehen sich auf einen vollkommen leitenden Ring. Lindmann hat nun gezeigt, daß diese Voraussetzung bei einem eisernen Ring nicht erfüllt ist; er fand, daß ein solcher Ring eine stärkere Schirmwirkung zeigt, als ein Ring aus Kupfer. Nach seiner Meinung ist hier nicht so sehr der Unterschied in der Leitfähigkeit, als vielmehr die Magnetisierung des Eisens wirksam. Oseen hat es daraufhin unternommen, auf Grund der Maxwellschen Theorie eine angenäherte Theorie der elektromagnetischen Eigenschwingungen eines dünnen Ringes mit Berücksichtigung der endlichen Leitfähigkeit und der magnetischen Permeabilität zu entwickeln. Die

*) Siehe auch E. u. M. 1914, Heft 6, Seite 127.

Digitized by Google

Rechnung ergibt, daß, während man im allgemeinen bei der Berechnung der elektromagnetischen Schwingungen an einem dünnen Ring die endliche Leitfähigkeit vernachlässigen kann, dies bei einem eisernen Ring wegen der hohen Permeabilität des Eisens nicht möglich ist. Der Einfluß der endlichen Leitfähigkeit ist bei konstanter Dicke um so größer, je größer der Radius des Ringes ist.

(Phys. Zeitschr. Nr. 24, 1913).

Über den Einfluß der Diffusion auf die Leitfähigkeit ionisierter Gase in einem ebenen Kondensator. George Jaffé, Leipzig. Die Beeinflussung der Form der Stromspannungscharakteristik ionisierter Gase durch die Ionendiffusion ist bisher noch nicht hinreichend klargestellt, obwohl Riecke schon 1903 die Diffusion berücksichtigt hat. Seine Entwicklungen gelten jedoch einerseits nur für nahezu gesättigten Strom und sind andererseits nicht derart gestaltet, daß der Einfluß der zu beachtenden Faktoren auf die Form der Sättigungskurve ersichtlich wäre. Thomson, Mie und Seeliger haben bei ihren Arbeiten über die Leitfähigkeit ionisierter Gase die Ionendiffusion nicht in Betracht gezogen. Hingegen hat Langevin die Untersuchung des Ionisationsstromes zwischen parallelen Platten auch auf den Fall ausgedehnt, daß der Ionenverlust durch Diffusion groß ist gegen den durch Wiedervereinigung, eine Annahme, die für hinreichend kleine Werte des Plattenabstandes zutrifft. Die Rechnungen Langevins ergeben hier den Verlauf der Charakteristik mit jeder beliebigen Annäherung. Die Ergebnisse können, wie Langevin zeigte, dazu benutzt werden, die Wertigkeit der Ionen zu bestimmen. Die Langevinschen Formeln sind dann von größtem Nutzen, wenn es im Belieben des Experimentierenden steht, den Plattenabstand hinreichend klein zu machen; der Fall jedoch, daß Plattenabstand und Ionisationsstärke anderweitig gegeben sind und die durch Diffusion bewirkten Abweichungen vom normalen Verhalten bestimmt werden sollen, dürfte bei weitem der häufigere sein. Um sich hierüber in jedem Falle Rechenschaft geben zu können, hat Jaffé den Versuch gemacht, die Stromspannungscharakteristik eines ionisierten Gases zwischen parallelen Platten für alle Werte der in Betracht kommenden Faktoren zu berechnen und dabei weniger auf Strenge der Rechnung, wie sie Seeliger unter Nichtbeachtung der Diffusion erreicht, Wert gelegt, sondern vielmehr praktisch verwendbare, den Einfluß der Diffusion bequem ergebende Formeln zu gewinnen gesucht. Es wurden zu diesem Zwecke, nach dem Beispiele Mies, Entwicklungen für schwache und für nahezu gesättigte Ströme gesucht. Trotz den notwendigen rechnerischen Einschränkungen ergeben die Resultate einen Uberblick über das ganze fragliche Gebiet und gestatten, den Einfluß der Diffusion bei beliebigem Plattenabstand zahlenmäßig anzugeben. Ein Eingehen auf den Gang der Rechnung würde hier zu weit führen.

(Ann. d. Phys. Nr. 2, 1914.)

Über die Abhängigkeit der Lichtelektrizität der Metalle vom Gas. Georg Paech, Dresden. Die ersten Arbeiten über den Einfluß des umgebenden Gases auf die photoelektrischen Erscheinungen führten zu so wenig übereinstimmenden Resultaten, daß der Einfluß des Gases für unwesentlich gehalten wurde. Später erkannte man die Abhängkigkeit der Erscheinungen vom Gas in der Platte und es erschien begreiflich, daß die Nichtbeachtung dieses Umstandes (zusammen mit der Vernachlässigung der noch nicht hinreichend bekannten Ermüdungserscheinungen und des unbekannten Anfangsansteigens beim Einbringen in das Gefäß) widersprechende Ergebnisse bewirken mußte. Sichergestellt war lediglich, daß in Kohlensäure die Photoelektrizität größer, in Wasserstoff kleiner ist als in Luft. Ein Einfluß des Wasserdampfes war von den früheren Beobachtern nicht konstatiert worden. Ullmann hat dann die Frage insoferne wesentlich geklärt, als er die Wirkung des Wasserdampfes, der die Lichtelektrizität sehr fördert, feststellte und die Ermüdungsvorgänge sorgfältig in Betracht zog. Ebenso ergaben sich für verschiedene Gase sehr verschiedene Beträge der Photoelektrizität. In feuchten Gasen trat ferner starke Ermüdung ein. Da Ullmann seine Versuche an Zink vornahm, hat Paech zunächst analoge Versuche an Platin durchgeführt, um zu entscheiden, ob die wesentliche Wirkung dem Gas oder dem Metall zukommt und sodann spezielle Versuche über den Einfluß des Gases angeschlossen. In erster Linie ergab sich, daß Platin und Zink dieselben Erscheinungen ergaben, so daß der Einfluß des Gases auf die Lichtelektrizität feststand. Dies wurde an Wasserstoff, Luft, Kohlensäure und Wasserdampf untersucht. Die Zumischung von verschiedenen Dämpfen bewirkt eine Änderung der Lichtelektrizität in demselben Sinne, wie die Dielektrizitätskonstante der Dämpfe variiert, was an Dämpfen von Methylalkohol, Azeton, Chloroform und Benzol festgestellt wurde. Der Wasserdampf befolgt, soweit die geringe, bei Zimmertemperatur vorhandene Menge in Betracht kommt, ebenfalls die gefundene Regel. Bei hoher Dielektrizitätskonstante ist die Steigerung der Lichtelektrizität eine sehr beträchtliche, bis zum fünffachen. Es scheint demnach eine primäre Abhängigkeit der Photoelektrizität von jener Konstante zu bestehen. Was die Art des Einflusses der Dielektrizitätskonstante betrifft, so hat Hallwachs, auf dessen Anregung hin Paech die Versuche unternahm, auf Grund früher gewonnener Anschauungen die Ansicht ausgesprochen, daß eine direkte, und zwar verlangsamende Wirkung der hohen Dielektrizitätskonstante auf die Elektronenschwingungen stattfindet, wodurch die obere Grenze des wirksamen Lichtes zu kleineren Schwingungszahlen vorrückt. Im allgemeinen wird der Zusammenhang zwischen der Lichtelektrizität und der Dielektrizitätskonstante kein einfacher sein können, da die Gase auch durch Elektronenabsorption und auf anderem Wege auf die photoelektrischen Erscheinungen einwirken können.

(Ann. d. Phys. Nr. 1, 1914.)

Das Ausbleiben des lichtelektrischen Effektes frisch geschabter Metalloberflächen bei völligem Ausschluß reaktionsfähiger Gase. K. Fredenhagen, H. Küstner, Leipzig. Fredenhagen hat eine Theorie entwickelt, derzufolge die Entstehung eines lichtelektrischen Stromes mit der Anwesenheit reaktionsfähiger Gase ursächlich zusammenhängt. Der lichtelektrische Strom beruht nach dieser Theorie auf Reaktionen, die unter dem Einfluß des Lichtes zwischen dem belichteten Metalle und dem umgebenden Gase stattfinden. Das Vorhandensein einer durch Schaben von Verunreinigungen befreiten Metallfläche vorausgesetzt, wird bei Abwesenheit reaktionsfähiger Gase der lichtelektrische Strom ausbleiben. Sind solche Gase gegenwärtig, so wird unmittelbar nach dem Schaben noch vor dem Belichten eine kräftige Adsorption der Gase an der Metalloberfläche eintreten, die Belichtung wird die chemische Reaktion und damit die Elektronenmission bewirken. Mit der Zeit wird jedoch eine das Metall gegen chemischen Angriff und Belichtung schützende Schichtenbildung auftreten, die die Elektronenmission vermindert, es wird Ermüdung zu beobachten sein. Sind in der Nähe der gereinigten Metallfläche keine reaktionsfähigen Gase vorhanden, jedoch in einiger Entfernung davon, so werden sie zum Metall diffundieren; es wird auf die anfängliche Stromlosigkeit eine Periode der Erholung und dann langsamer Ermüdung durch Schichtbildung folgen. Küstner hat diese theoretischen Voraussagungen an Zinkflächen überprüft und völlig bestätigt gefunden. Frisch gereinigte Zinkoberflächen geben bei Ausschluß reaktionsfähiger Gase keinen meßbaren lichtelektrischen Effekt. Die Ermüdungs-, Diffusions- und Erholungsvorgänge treten in der angegebenen Weise ein. Die Reaktionsgeschwindigkeit und mit ihr die Stärke des lichtelektrischen Stromes ist durch die Konzentration der reaktionsfähigen Gase am Zink bedingt. Durch Variation der Versuchbedingungen in dieser Richtung kann der zeitliche Verlauf des Stromes in weiten Grenzen verändert werden. Durch den Druck neutraler Gase werden, wenn keine Stoßionisation in Betracht kommt, die lichtelektrischen Erscheinungen quantitativ nicht beeinflußt. Die Fredenhagensche Theorie steht im vollen Gegensatz zur alten Theorie, derzufolge ein Einfluß chemischer Umsetzungen auf die Entstehung der Photoelektrizität nicht vorhanden ist und dem reinen Metall die Fähigkeit zugeschrieben wird, unter der Wirkung der Belichtung Elektronen auszusenden. Es müßte bei Abwesenheit reaktionsfähiger Gase, die auch nach der alten Theorie durch Schichtenbildung Ermüdung erzeugen, ein konstanter Strom maximaler Stärke vorhanden sein. Die Küstnerschen Versuche entscheiden die Frage zugunsten der Theorie von Fredenhagen.

(Phys. Zeitschr. Nr. 2, 1914.)

Wirtschaftliches.

Gebührentarife für Wohnungen. A. H. Seabrook. Der in England sehr verbreitete Gebührentarif erscheint nur dann zweckmäßig, wenn die Bemessung der Grundtaxe und des Kilowattstundenpreises nach bestimmten Grundsätzen erfolgt; wird beispielsweise die Grundtaxe von 10% auf 20 bis 25% des Anschaffungswertes erhöht, so kann ein Kilowattstundenpreis von 5 h (entsprechend einem Gaspreis von 7 h pro m^3) als ausreichend erachtet werden; der letztere Preis ist insbesondere für Kochapparate zweckmäßig, während für Licht ein höherer Einheitspreis zu bezahlen ist (bis zu 60 h pro *kWh*). Die Verteilung der Grund- und Einheitsgebühren kann daher nach folgenden Gesichtspunkten erfolgen: 1. dient die Grundtaxe zur Deckung der Installationskosten und der festen Betriebskosten, die Einheitsrate zur Deckung der laufenden Betriebskosten (plus Gewinnzuschlag). 2. Die Grundtaxe oder Grundpreis und ein gewisser Minimalverbrauch in *kWh* dient zur Deckung des Lichtstromes, der niedrige (sekundäre) Einheitspreis für Koch- und Heizzwecke, statt der Grundgebühr kann auch ein höherer Einheitspreis, etwa 60 bis 80 h, und für den weiteren Verbrauch etwa 5 bis 15 h pro *kWh* eingehoben werden. Die Bemessung hängt auch von der Verteilung der Jahresbelastung ab; in See-

Digitized by Google

bädern, Kurorten ist die Sommerbelastung maßgebend und die Grundtaxe dann entsprechend zu erhöhen. Bei Bemessung des Einheitspreises ist der Verschiedenheitsfaktor der Abnehmer zu berücksichtigen und kann daher der Preis für Kochapparate außerhalb der Zeit der Spitzenbelastung unterhalb den reinen Betriebskosten der Zentrale liegen, da zur Deckung desselben nur die „zusätzlichen" Betriebskosten erforderlich sind. Die Lichtabnehmer haben in einem solchen Falle den zur Deckung der festen Kosten erforderlichen Einheitspreis zu zahlen.

(The Electr., 23. 1. 1914.)

Chronik.

Statistik der Unfälle durch Elektrizität im Jahre 1913 in Deutschland*). Die Geschäftsstelle für Elektrizitätsverwertung E. V., Berlin, veröffentlicht alljährlich eine Statistik der Unfälle durch Petroleum, Gas und Elektrizität (vergl. E. u. M. 1913, Anhang Seite 325), aus welcher an dieser Stelle nur kurz über die Starkstromunfälle berichtet wird.

Bemerkt sei, daß im Jahre 1913 im ganzen 1317 Unfälle zur Anzeige gelangten, von welchen 184 (15%) auf Petroleum, 877 (67%) auf Gas (einschließlich 464 Selbstmorden und Selbstmordversuchen) und 256 (5 Selbstmorde) (18%) auf Elektrizität entfallen.

Als Ursachen der elektrischen Unfälle werden angeführt:

Reparaturen an Leitungen 14, Berühren stromführender Leitungen 126, Kurzschluß 38, Unvorsichtigkeit 23, Herabfallen von Drähten 6, Erklettern von Leitungsmasten 14, unbekannt 30.

Nach der Unfallsstelle sind zu unterscheiden:

Wohn- und Geschäftsräume 6 (durch Gas 285, Petroleum 131 Unfälle, ohne Selbstmorde), Elektrizitätswerke 37, Hüttenwerke 20, gewerbliche Betriebe 48, öffentliche Gebäude 5, Hotels und Restaurants 4, Bahnhöfe 1, öffentliche Straßen und Plätze 122.

Folgen der Unfälle:

Materialschäden in 56 Fällen, davon 30 erheblich.

Von Privatpersonen wurden 7 leicht, 32 schwer verletzt, 73 getötet.

Von Berufspersonen wurden 3 leicht, 39 schwer verletzt, 74 getötet.

Durch 5 Selbstmordversuche wurden 2 Personen getötet.

Literatur-Bericht.

Die Verwendbarkeit der Drehstromkommutatormotoren. Dr. Karl Th. Buff. Berlin 1913. J. Springer. Preis Mk. 3. 85 Seiten und 29 Fig.

Die Einführung des Kommutators bei Einphasen- und Mehrphasenmaschinen ist entschieden mit einer Komplikation und Verteuerung verbunden, so daß eine kritische Arbeit über die Verwendbarkeit der Wechselstromkommutatormaschinen sehr am Platze ist. Für stationäre Zwecke dürften überdies im Anschluß an die üblichen Drehstromnetze die mehrphasigen Kommutatormaschinen, die hier allein behandelt werden, von größerer Bedeutung sein als die Einphasenmotoren. Der vom Verfasser behandelte Stoff geht am besten aus folgender Inhaltszusammenfassung hervor:

Es werden fünf verschiedene Anordnungen von Serien- und Nebenschlußmotoren mit Spannungs- und Bürstenregelung sowie mit Vorder- und Hintertransformator unterschieden.

Die Ausführbarkeitsgrenze der Drehstromkommutatormotoren ist beschränkt auf folgende Werte in *PS*:

Bei leichten Betrieben etwa $\frac{200.000}{n_{max}}$, bei schweren Betrieben etwa $\frac{140.000}{n_{max}}$.

Hiebei sind als Höchstdrehzahlen bei der Frequenz 50 ungefähr anzunehmen:

$$n_{max} = \frac{4000}{\text{eine ganze Zahl}}.$$

Mit Doppelmotoren sind doppelt so große Leistungen erreichbar. Die Anschaffungskosten der Drehstromkommutatormotoren werden um 50% bis 100% höher als die der Asynchronmotoren. Schnellaufende Kommutatormotoren sind billiger, langsamlaufende Kommutatormotoren teurer als Gleichstrommotoren mit Leonard-Umformer oder Einankerumformer.

Im Energieverbrauch sind die Kommutatormotoren gegenüber den Asynchronmotoren nur dann günstiger, wenn bei gleichmäßiger Benutzung aller Geschwindigkeitsstufen der Regelbereich mindestens 12% bei konstantem Moment, mindestens 18% bei quadratisch mit der Drehzahl abnehmendem Moment beträgt. Je höher die Drehmomente bei den niedrigen Drehzahlen des Regelbereiches sind, desto größere Ersparnisse sind möglich. Gegenüber den Leonard-Antrieben beträgt die Energieersparnis der Drehstromkommutatormotoren etwa 10%, gegenüber den Gleichstrommotoren mit Einankerumformern etwa 2% im Durchschnitt.

Soweit wie möglich ist der Drehstromreihenschlußmotor wegen seines vergleichsweise niedrigen Preises zu bevorzugen. Fernsteuerungen sind möglichst zu vermeiden.

Bei Ventilatoren, Schleuderpumpen, Kolbenkompressoren und -gebläsen werden meist Asynchronmotoren den Vorzug verdienen. Bei Kolbenpumpen ist weitgehende Änderung der Drehzahl die einzige Möglichkeit zur Regelung der Liefermenge, weshalb Kommutatormotoren sehr wirtschaftlich werden.

Bei durchlaufenden Walzenstraßen, für Werkzeug- und Spinnmaschinen sind die Drehstromkommutatormotoren den Gleichstrommotoren mit Umformung zwar wirtschaftlich nicht wesentlich überlegen, aber im Interesse der Einfachheit der Anlage zweckmäßig.

Für Förderanlagen, bei kleineren Umkehrwalzwerken sowie bei Hobelmaschinen können die Kommutatormotoren unter Umständen wegen der geringeren Anschaffungskosten mit Vorteil an Stelle der Leonard-Schaltung Verwendung finden.

Bei Hebe- und Beförderungsmaschinen ermöglichen die Drehstromkommutatormotoren infolge der Anpassung der Geschwindigkeit an die Größe der Last erhöhte Ausnutzung.

Niethammer.

*) Eine ausführliche Mitteilung der Geschäftsstelle erscheint demnächst im Anhange der Zeitschrift.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Schleuderpumpen für Luft oder Gase.

Allgemeine Anordnung von Schleudergebläsen.

Die Erfindung von Samuel Cleland Davidson in Belfast bezieht sich auf jene Gruppe von Schleudergebläsen, bei denen eine große Anzahl schmaler Flügel trommelförmig angeordnet ist und das Mittel axial eintritt und am Trommelumfange austritt. Versuche haben ergeben, daß das Mittel nicht über die ganze Länge des Umfanges gleichmäßig abströmt. Bei einem Schleuderrad, das zum Beispiel an dem einen Ende offen und am anderen geschlossen ist, wird der Austritt des Mittels am geschlossenen Ende, das also gegenüber der Luftzuströmung liegt, kräftiger erfolgen. Die Schleuderwirkung nimmt aber dann nach und nach ab und erreicht etwa in der Mitte der Trommel den Wert Null. Im weiteren Verlauf nimmt die Luftströmung sogar eine zur Flügelradachse gewendete Richtung an, so daß in diesem Teil, der im Gegensatze zu dem zuerst besprochenen positiven Teil als negativer Teil des Flügelrades bezeichnet sei, ein Einwärtsströmen des Mittels in das Gebläserad stattfindet, das am äußeren, offenen Ende am stärksten auftritt. Ein Teil des zurückströmenden Mittels wird mit dem axial eintretenden Mittel wieder dem Gebläserade zugeführt. Die Erfindung hat nun den Zweck, diese Erscheinung zu verwerten. Das geschieht dadurch, daß das Flügelrad in Beziehung auf das Gehäuse oder den sonstigen Raum, in dem es kreist, so angeordnet wird, daß das durch den negativen Teil des Flügelrades strömende Mittel hauptsächlich dem Saugraum und nicht dem Rückstrome entnommen wird. Das Mittel wird also durch den negativen Teil eintreten und axial zwischen den Schaufeln durchströmen, im positiven Teile aber ausgeschleudert werden. Um den angestrebten Zweck zu erreichen, wird der das Schaufelrad umschließende Gehäuseraum durch eine nahe der neutralen Stelle angeordnete ringförmige Scheidewand unterteilt. Dadurch wird die Rückströmung verhindert und nicht nur in axialer, sondern auch nahezu radialer Richtung das Mittel auf der einen Seite der Scheidewand von außen angesaugt und der Austritt des Mittels erfolgt auf der anderen Seite der Wand auf der ganzen Länge des in Betracht kommenden Umfangteiles der Trommel.

(Br. P. Nr. 1476 v. J. 1912.)

Die Scheidewand kann bei einem solchen Schleudergebläse auf dem Schaufelrade selbst befestigt sein und ragt dann von den Innenenden der Schaufeln über den Umfang hinaus. Um der austretenden Luft eine Führung zu geben und deren Rückströmen zu verhindern, kann überdies noch eine feste Wand vorgesehen sein, die an die kreisende Scheidewand anschließt und von dieser übergriffen wird. (Br. P. Nr. 406 v. J. 1913.)

Das von Waldemar Heßling in London gebaute Schleudergebläse ist gleichfalls mit trommelförmig angeordneten Schaufeln ausgestattet. Diese sind an zwei Umfangsringen befestigt, die mit der Antriebswelle durch Arme verbunden werden. Die Arme sind weiters mit Versteifungsplatten verbunden, die gegen die Flügelradachse zu über den Innenumfang mehrerer Schaufeln ragen. Nach der Erfindung werden die Arme und Versteifungsplatten nicht radial angeordnet, sondern sie erhalten dem Wesen nach die Form einer logarithmischen Spirale und werden so der Bahn der von der Radmitte gegen die Schaufeltrommel strömenden Luft angepaßt.

(U. S. P. Nr. 1.062.006.)

Schaufeln und Schaufelräder.

Das Flügelrad für Schleudergebläse nach Emile Mertz in Basel gehört zu jener Gruppe, bei der radiale Flügel angeordnet sind, die am Radumfange im Umlaufsinne nach rückwärts gebogen sind und einerseits sämtliche bis an den Radumfang heran-

Digitized by Google

reichen und andererseits gruppenweise, ungleich weit von der Radachse entfernt, ausendigen. Nach der Erfindung sind außer einer Gruppe von Hauptflügeln, die sich bis zum Radumfange erstrecken, noch mindestens drei Gruppen von Flügeln vorhanden, die von einer Gruppe zur anderen an Zahl zunehmen, je weiter ihr innerer Rand von der Radachse absteht. Hiedurch soll die Luftströmung zwischen den Flügeln trotz der unvermeidlichen Querschnittserweiterung vom Radinnern nach dem Radumfang hin vergleichmäßigt und ein gleichmäßiges und geräuschloses Ausströmen der Luft am Radumfang unter Vermeidung von Wirbelungen im Radinnern gesichert werden. Die Hauptflügel erstrecken sich von der zwischen einem auf der Radachse sitzenden Ablenkkegel und einem diesen teilweise umgebenden Einströmtrichter vorgesehenen Saugöffnung bis zum Radumfang zwischen dem Ablenkkegel und dem Einströmtrichter und zwischen zwei mit diesen verbundenen, ringförmigen Planscheiben. Die Nebenflügel sind an den Planscheiben befestigt. Die Nebenflügel von zwei aufeinanderfolgenden Gruppen können an ihren inneren Rändern in entgegengesetzten Richtungen abgeschrägt sein, um ein fortschreitendes Durchschneiden der Luftströme im Radinnern durch die Flügel zu erzielen und die beiden Planscheiben möglichst gleichmäßig mit diesen Flügeln zu belasten. Zur Vermeidung von Wirbelungen der Luft bei deren Eintritt in das Schleuderrad werden die Hauptflügel an der Stelle, wo sie zwischen dem Ablenkkegel und dem Einströmtrichter in der Saugöffnung ausendigen, mit einer parabelförmigen Ausnehmung versehen.

(Schw. P. Nr. 62.197.)

Die Firma The British Thomson-Houston Company Limited in London versieht die Schaufelräder von Schleudergebläsen an ihren Längskanten mit aufgenieteten Streifen aus weichem Metall, zum Beispiel Messing, Blei, damit bei axialen Verschiebungen des mit nur kleinem Spielraum im Gehäuse kreisenden Schaufelrades die Gefahr des Schleifens der Schaufeln an der Gehäusewand und damit des Verbiegens oder Brechens der Schaufeln verhütet werde. (Br. P. Nr. 26.204 v. J. 1912.)

Um die Flügel von Schleudergebläsen gegen die Einwirkung der Fliehkraft widerstandsfähiger zu machen, setzt sie Otto Banner in Easton (Pennsylvania) aus zwei Teilen zusammen. Nur der innere, weniger beanspruchte Teil wird, wie gewöhnlich, aus Blech hergestellt. Für den äußeren Teil gelangt stärkerer Werkstoff, zum Beispiel Stahl, zur Verwendung. Dieser Schaufelteil wird durch Walzen in die entsprechende gebogene Form gebracht und mit Flanschen versehen, um ihn an die Radscheiben annieten zu können. Die beiden Schaufelteile werden an den überlappenden Enden miteinander vernietet. (U. S. P. Nr. 1,071.660.)

Bei Schleudergebläsen, deren Schaufeln der Festigkeit halber aus Blechen von U- oder Z-förmigem Querschnitt hergestellt werden, macht sich der Übelstand geltend, daß sich die Schaufeln nur schwer so genau anordnen lassen, daß sie mit dem einem günstigen Wirkungsgrad entsprechenden Spielraum hinsichtlich der Gehäusewand im Gehäuse kreisen. Albert Huguenin in Zürich versieht diese Schaufeln von Schleudergebläsen mit um einen rechten Winkel herausgebogenen Leisten. Diese gestatten nicht nur ein genaues Einsetzen, sondern verminden auch schwingende und zitternde Bewegungen der Schaufeln. (A. P. Nr. 1,059.161.)

Franz Dobrovský in Böhmisch-Brod hat ein Flügelradgebläse mit an den Flügeln angebrachten, kegelförmigen Düsen erfunden, das dadurch gekennzeichnet ist, daß die Düsen an ihrem verbreiterten Mantelteile an der mit Beziehung auf die Drehrichtung vorderen Seite mit einem Schlitz ausgestattet sind, durch den das zu fördernde Mittel in den Düsenkörper eintritt, um durch die zwangläufige Führung des Mittels gegen das am Umfange geschlossene und verschmälerte Austrittsende zu die Menge des geförderten Mittels bei großer Durchflußgeschwindigkeit zu vergrößern.

(Ö. P. Nr. 60.667.)

Nebeneinander angeordnete Schleudergebläse.

Diese zeigen häufig den Übelstand, daß der von dem einen Gebläse geförderte Luftstrom die Lieferung des benachbarten Gebläses hemmend beeinflußt, so daß die Fördermenge verringert wird. Um dies zu verhindern, bringen William H. Allen und Richard W. Allen in Bedford Ablenkkörper in der Form von Prismen mit hohlen Flächen an. Bei Gebläsen mit in entgegengesetztem Sinne kreisenden Schaufelrädern sind die Prismen vierseitig. Zwei benachbarte Flächen bilden die Fortsetzungen der Gehäusekrümmungen und stoßen beiläufig an der Stelle, wo die beiden Schaufelräder die geringste Entfernung voneinander haben, zusammen. Die anderen zwei Flächen haben eine solche Lage, daß sie die zwei Luftströme mehr oder weniger um einen rechten Winkel ablenken und gemeinsam von den Flügelrädern wegführen. Wenn die beiden Schaufelräder in demselben Sinne kreisen, wird ein dreiseitiges Prisma angeordnet, wobei wieder zwei zusammenstoßende Flächen die Fortsetzung der Gehäusekrümmungen bilden; die dritte Fläche hingegen führt den Luftstrom des einen Flügelrades in die Richtung des aus dem anderen Flügelrade austretenden Luftstromes. (Br. P. Nr. 27.006 v. J. 1912.)

Die von Karl Baumann in Chorlton-cum-Hardy (England) ersonnene Antriebsvorrichtung für zwei oder mehrere von je einer besonderen Maschine angetriebene, auf getrennten Wellen sitzende, das Mittel in Parallelschaltung in ein gemeinsames Hauptrohr befördernde Schleudergebläse ist dadurch gekennzeichnet, daß jeder Antriebsmaschine Dampf unter demselben Druck zugeleitet wird, derart, daß die Maschinen stets bei entsprechenden Teilen der Gesamtleistung arbeiten und stets die ihnen zukommende Lieferungsmenge bewältigen. Diejenigen Teile der Dampfräume, die zwischen dem üblichen Reglerventil und dem Zylinder- oder Turbineneinlaß einer jeden Maschine liegen, sind durch ein Ausgleichrohr verbunden, so daß der Druck des der Maschine zugeleiteten Dampfes ausgeglichen wird. (D. R. P. Nr. 263.170.)

Regelungsvorrichtungen für Schleudergebläse.

Die von Rud. Meyer Aktien-Gesellschaft für Maschinen- und Bergbau und Paul Strucksberg, beide in Mühlheim a. d. Ruhr, unter Patentschutz gestellte selbsttätige Regelungsvorrichtung für Kreiselverdichter ist dadurch gekennzeichnet, daß die aus der verbrauchten und frei ausblasenden Luft bestehende Liefermenge des Gebläses von einem bestimmten Punkte an dadurch gleichbleibend erhalten wird, daß mit Hilfe einer von der gesamten Luftmenge abhängigen Vorrichtung eine Ausströmöffnung mittelbar geregelt wird, so daß stets eine die verbrauchte Luftmenge zu einem gleichbleibenden Wert ergänzende Ausströmung erzeugt wird. Zu diesem Zwecke wird in die Druckleitung eine Rohreinschnürung eingeschaltet, von der aus ein Rohr zu der einen Seite einer in ein Gehäuse eingeschlossenen Membran führt. Die andere Membranseite steht unter dem Einflusse der Pressung der von einer beliebigen Stelle der Druckleitung entnommenen Luft. Durch die Bewegung der Membrane wird ein Kolbenschieber betätigt, der irgendein Druckmittel über oder unter einen Kolben führt, mit dessen Stange das Überströmventil fest verbunden ist. (Ö. P. Nr. 61.994.)

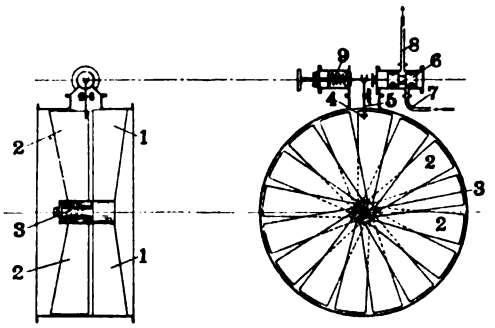
Die den Gegenstand eines Patentes der Firma Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft in Dessau bildende Leistungs- und Druckregelungsvorrichtung für Kreiselgebläse oder -pumpen ohne Änderung der Umdrehungszahl beruht auf folgender Beobachtung: Bei einer gegebenen Umdrehungszahl fällt der Punkt des günstigsten Wirkungsgrades in der Schaulinie mit dem Punkte des größten erreichbaren Druckgefälles nicht zusammen. Gewöhnlich legt man die Normalleistung nach dem Punkte des günstigsten Wirkung-grades fest, bei dem der Höchstwert des Druckgefälles bereits etwas überschritten ist. Da zwischen den beiden Grenzpunkten die Druckänderung sehr klein ist, genügt eine geringe Drosselung auf der Druckseite des Gebläses zur Erzielung eines starken Abfalles der Saugleistung und des Kraftverbrauches bei nur geringer Drucksteigerung des Fördermittels. Nach der Erfindung wird diese Beobachtung zur Leistungs- und Druckregelung eines Kreiselgebläses in der Weise nutzbar gemacht, daß zur Verringerung der gewöhnlichen Förderleistung bezw. des gewöhnlichen Förderdruckes bei gleichbleibender Umdrehungszahl der Antriebsmaschine die das Druckrohr verlassende Fördermenge ganz oder teilweise einer in die Druckleitung eingeschalteten, durch eine Umgangsleitung mit dem Zuführungsrohre absperrbar verbundenen Hilfsfördervorrichtung zugeführt und zum unmittelbaren Ansaugen des Fördermittels aus dem Zuführungsrohr benutzt wird. Dadurch, daß in der Hilfsfördervorrichtung, zum Beispiel einem Strahlgebläse, ein Teil der Energie des Fördermittels zum Ansaugen des Fördermittels verbraucht wird, läßt sich in der Druckleitung der Druck bezw. die Fördermenge nach Bedarf verringern, ohne daß die Umdrehungszahl der Antriebsmaschine geändert zu werden braucht. Zur Durchführung dieser Regelung wird die Druckleitung in zwei Leitungen gegabelt, die wieder vereinigt werden. An der Gabelstelle befindet sich eine Absperrvorrichtung, so daß die Druckleitung nur mit einer der beiden Leitungen oder mit beiden in Verbindung gesetzt werden kann. In eine der Leitungen ist die Hilfsfördervorrichtung, zum Beispiel ein Strahlgebläse, eingeschaltet, dessen Saugseite durch eine Umgangsleitung mit dem Zuführungsrohre des zu fördernden Mittels in das Gebläse verbunden ist. Bei gewöhnlicher Förderleistung ist das Zuführungsrohr gegen die Umgangsleitung abgesperrt und das Druckrohr mit der Leitung ohne Hilfsfördervorrichtung allein in Verbindung. Es gelangt daher die gesamte Menge des angesaugten Mittels in das Auslaßrohr. Soll nun die Fördermenge oder der Druck im Auslaßrohr verringert werden, so wird das Fördermittel ganz oder teilweise in die Hilfsfördervorrichtung geschickt und diese wird nun durch die Umgangsleitung aus dem Zuführungsrohre unmittelbar Fördermittel ansaugen. Es wird also in die betreffende Zweigleitung des Druckrohres ein Gemisch von unter höherem und niedrigerem Drucke stehenden Fördermittel eingeführt und hiedurch, je nach der Stellung der Absperrvorrichtung an der Gabelstelle des Druckrohres, eine Änderung der Fördermenge und des Druckes des Fördermittels in weiten Grenzen ermöglicht. (D. R. P. Nr. 261.653.)

Die den Gegenstand eines Patentes der Vulcan-Werke Hamburg und Stettin Act.-Ges. in Hamburg bildende Regelungsvorrichtung für Kreiselverdichter oder -pumpen zur Erlangung gleichbleibender Fördermenge bei veränderlichem Druck findet zum Beispiel bei Hochöfen Anwendung, wo man zum Niederschmelzen eines bestimmten Einsatzes gewöhnlich eine während der Dauer des Niederschmelzens gleichbleibende Windmenge braucht, wogegen der Winddruck je nach den Widerständen in den Düsen oder in der Beschickungssäule in weiten Grenzen wechselt. Die gleichbleibende Fördermenge wird hiebei durch Beeinflussung der Umdrehzahl der Antriebsmaschine erreicht. Zur Verstellung der Drehzahl wird eine Vorrichtung benutzt, deren Wirkungsweise darauf beruht, daß bei veränderter Fördermenge sich auch die Luftgeschwindigkeit in dem gleichbleibenden Querschnitt der Luftleitung ändert, mit der Strömungsgeschwindigkeit auch die Geschwindigkeitshöhe und jede Stoß- und Ablenkungskomponente der lebendigen Kraft der Bewegung. Hinter dem festen Leitrad 1 ist in der Hauptleitung des zu fördernden Mittels ein Schaufelrad 2 (Fig. 1) auf einer Achse 3 pendelnd beweglich angeordnet. Die Schaufeln sind derart geformt, daß die Ablenkung des Luftstromes zu einer gleichmäßig kreisenden Bewegung des Schaufelrades 2 führen würde, wenn nicht das Rad durch Anschlag 4 und Hebel 5 auf eine Feder 9 wirken würde, die den Ausschlag begrenzt, gesetzmäßig bestimmt und in feste Abhängigkeit von der Größe der Strömungsgeschwindigkeit bringt. Der die Feder 9 zusammenpressende Kolben ist mit einem zweiten Kolben, 6, starr verbunden. Infolgedessen entspricht dem Ausschlag des Schaufelrades auch eine bestimmte Stellung des Steuerkolbens 6. Bei Über- oder Unterschreitung der gewünschten Luftmenge beginnt daher der Steuerkolben 6 den Querschnitt für das aus der Leitung 7 nach 8 durchfließende Drucköl zu vergrößern bezw. zu

Digitized by Google

verkleinern. Aus 8 tritt das Drucköl unter einen Kolben, der die Verstellung der Drehzahl des Pendelreglers und des Hauptventils 14 der Antriebsmaschine beeinflußt. Entsprechend der vom Steuerkolben 6 freigegebenen Druckölmenge und der Einstellung des Durchflußquerschnittes wird die der Antriebsturbine zufließende Frischdampfmenge gedrosselt oder freigegeben. Regler und Antriebsturbine sind

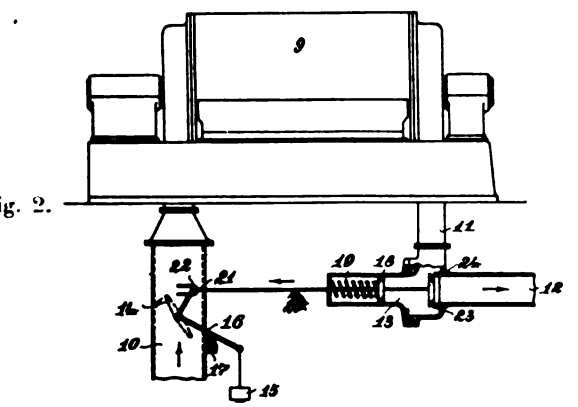
Fig. 1.



für eine bestimmte Umlaufzahl eingestellt, die der gewöhnlichen Fördermenge entspricht. Steigt oder sinkt diese, so ändert sich auch die Bewegungsenergie der Strömung und damit der Ausschlag des Schaufelrades 2, die Stellung des Kolbens 6 und infolgedessen die Durchflußmenge der Druckölleitung 8. Von dem durchfließenden Drucköl wird die Verstellung der Umlaufzahl des Pendelreglers und der Drosselvorrichtung der Antriebsturbine derart beeinflußt, daß ein Gleichgewichtszustand für gleichbleibende Lieferungen wieder herbeigeführt wird.
(D. R. P. Nr. 262.826.)

Ein Patent der Firma Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb in Oberhausen (Rheinland) hat eine Regelungsvorrichtung für Kreiselverdichter, bei der ein Regelungsorgan unter dem Einfluß der Druckspannung die Saugleitung drosselt, zum Gegenstande, bei der zwei Drosselvorrichtungen vorgesehen sind, und zwar die eine für die Saugleitung und die andere für die Druckleitung. Zur Einleitung der Regelung in beiden Leitungen wird die Bewegung eines Regelungsorgans benutzt, das einerseits unter dem Druck einer Feder und andererseits unter dem Druck des verdichteten Mittels steht. Die Regelung soll derart erfolgen, daß der Enddruck im Regelungsbereich unterhalb einer bestimmten Ansaugleistung unverändert bleibt und die Antriebsmaschine, falls der Druck sinken sollte, nicht überlastet werden kann. In Fig. 2 ist 10 das Ansaugrohr für den Verdichter 9. An den Druckstutzen 11 schließt sich das Druckrohr 12 an, durch das die Preßluft der Verwendungsstelle zugeführt wird. Fällt die Ansaugeleistung, so verschiebt der Druck im Raume 13 den Kolben 18 gegen die Kraft der Feder 19 und unter Vermittlung der Kolbenstange 20, der Gabel 21 und des Zapfens 22 wird die Drosselklappe 14 im Ansaugrohr allmählich geschlossen. Dies hat eine Verringerung des Ansaugedruckes vor dem

Fig. 2.



Verdichter zur Folge, so daß der Enddruck wieder sinkt. Wächst die Ansaugemenge wieder, so wirkt das Gewicht 15 auf die Drosselklappe im öffnenden Sinne ein, bis sich der Hebel 16 gegen den Anschlag 17 legt. Tritt nun ein weiterer Druckabfall bei weiterem Ansteigen der Ansaugemenge ein, so drückt die Feder 19 den Kolben 18 in den Raum 13 und verschiebt das Drosselventil 23 gegen dessen Sitz 24, wogegen früher die Öffnung dieses Ventils so groß war, daß eine merkliche Drosselung nicht bewirkt wurde. (D. R. P. Nr. 264.688.)

Bei der Vorrichtung zum Regeln der Fördermenge von Schleudergebläsen nach Huldreich Keller in Zürich ist in das Saugrohr ein Rohr derart eingesetzt, daß sein offenes Ende dem Luftstrome zugekehrt ist. Das Rohr mündet mit dem anderen Ende in den Hals der an das Schleuderrad anschließenden Saugkammer und ist sein offenes Ende dort dem Rade zugewendet. In das Rohr ist weiters eine Venturieinschnürung eingeschaltet, von der aus eine Leitung zu irgendeiner Regelungsvorrichtung führt.
(Br. P. Nr. 8658 v. J. 1913.)

Die Regelungsvorrichtung für von einem Elektromotor angetriebene Schleudergebläse nach Richard H. Rice in Lynn (Ver. St. v. A.) ist, wie Fig. 3 erkennen läßt, folgendermaßen eingerichtet: Im Lufteinlaßrohr 3 ist eine Scheibe 5 angeordnet, die von der in Führungen 7, 8 gleitenden Stange 6 getragen wird. Das obere Ende dieser Stange ist mit dem Hebel 9 gelenkig verbunden, der sich gegen das obere Ende der Kolbenstange 10 stützt, die mit dem im Zylinder 12 spielenden Kolben 11 fest verbunden ist. Das andere Ende des Hebels 9 steht durch die Stange 13 mit dem Kolben des Bremszylinders 14 in gelenkiger Verbindung und ist weiters mit dem einstellbaren Gegengewicht 15 ausgestattet. Die Drehachse für den Hebel 9 an der Kolbenstange 10 trägt zwei Hebel 17, von denen jeder mit einem einstellbaren Gegengewicht 18 versehen ist. Diese beiden Hebel schwingen um die an den Armen 20 angebrachte Querachse 19, an der auch zwei Hebel 21 angelenkt sind, deren kürzere Arme unter den Hebeln 17 liegende Ansätze 22 tragen. Auf den Haken 21 der anderen Hebelarme sind die beweglichen Elektroden des Widerstandsreglers aufgehängt. Diese Elektroden 23, gewöhnlich drei, sind an der Stange 24 befestigt. Die feststehenden Elektroden 26 befinden sich am Boden des mit Wasser gefüllten Behälters 27. Dieser ist im unteren Teil von dem Schutzmantel 28 umschlossen, der mit Öffnungen versehen ist, um der Kühlluft freien Zutritt zu verschaffen. Durch die Rohrschlange 29 wird ebenfalls Kühlmittel geschickt. Die geringste Entfernung zwischen den Elektroden kann durch die Gabel 30 eingestellt werden. Diese ist an der Hülse 31 befestigt, die durch das Handrad 34 und das Getriebe 35 auf der Schraubenspindel 32 verstellbar ist. Durch das Rohr 36 gelangt vom Druckrohr 4 Preßluft in das Ventilgehäuse 37, in dem das Steuerventil 38 für den Zylinder 12 spielt. Die Ventilspindel 39 ist am Hebel 9 angelenkt. Wird während des Betriebes des Gebläses die angesaugte Luftmenge verringert, so sinkt die Scheibe 5. Der Hebel 9 kommt infolgedessen in die strichliert gezeichnete Lage, drückt dabei die Stange des Ventils 38 abwärts und Preßluft gelangt unter den Kolben 11, der aufwärtsgedrückt wird und den Hebel 17 mitnimmt. Die beiden Hebelarme 21 werden freigegeben, so daß die Elektroden 23 durch ihr eigenes Gewicht und das der Stange 24 nach abwärts fallen können und sich die beweglichen Elektroden den fest angeordneten nähern. Hiedurch wird der Widerstand in der Stromleitung der Antriebsmaschine verringert und das Schleudergebläse mit größerer Geschwindigkeit angetrieben.
(U. S. P. Nr. 1,061.689.)

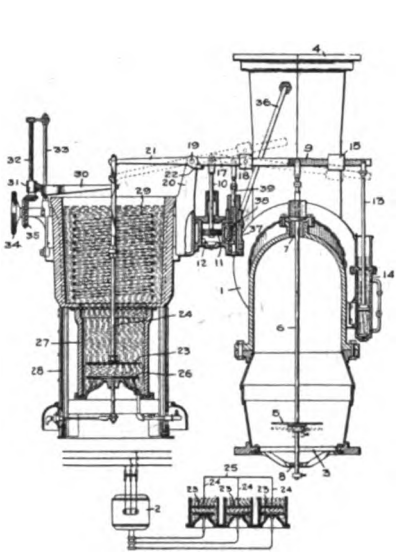


Fig. 3.

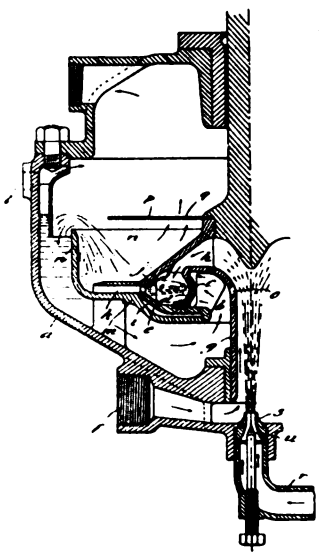


Fig. 4.

Die Firma The British Thomson-Houston Company Limited in London baut eine Vorrichtung zur Verhinderung der bei Schleudergebläsen auftretenden Schwingungen der Luftsäule, wie sie sich einstellen, wenn das Gebläse gegen eine schwankende Belastung arbeitet. Die Vorrichtung besteht aus einer kegelstumpfförmigen Düse aus Blech, die in die Saugleitung eingeschaltet wird. Das schmälere Ende der Düse ist gegen das Flügelrad gerichtet und hat einen Durchmesser, der beiläufig einem Drittel bis einem Viertel des Saugleitungsdurchmessers entspricht. Die Düse ist an einen in der Saugleitung angebrachten inneren Flanschenring angelötet, der mit Öffnungen versehen ist. Auf dem Flanschenring gleitet ein ringförmiger Schieber, der ebenfalls mit Öffnungen ausgestattet ist und von Hand aus verstellt werden kann, so daß die Löcher des Flanschenringes mit jenen des Schiebers ganz oder teilweise zur Deckung gebracht werden können. Beim Betriebe des Gebläses strömt die Luft frei durch die Düse und nimmt nach und nach an Geschwindigkeit zu. Die Luft kann aber auch durch die Öffnungen der beiden Ringe strömen, wodurch die Bildung eines Unterdruckes im Raume um die Düse herum verhindert wird. Die Form der Düse ist derart gewählt, daß die Geschwindigkeit des Luftstromes mit der Quadratwurzel der Pressung nahezu im geraden Verhältnis steht. Wird nun die Richtung des Stromes umgekehrt, so muß die Luft durch das kleinere Ende in die Düse eintreten. Es tritt dieselbe Wirkung auf, wie wenn die Luft durch eine Öffnung strömen müßte, die gleiche Größe besitzt und in einer Wand zwischen zwei Kammern, in denen verschiedene Pressungen herrschen, angeordnet ist. Die Geschwindigkeit des Luftstromes in dieser Richtung wird daher viel kleiner als in der anderen sein und der auftretende Strömungswiderstand bewirkt die Dämpfung der Rückströmung der Luft und die Aufhebung der schädlichen Schwingungen der Luftsäule.
(Br. P. Nr. 3028 v. J. 1913.)

Von den Patenten, die sich auf Schleudergebläse mit Hilfsflüssigkeit beziehen, seien folgende besprochen:

Digitized by Google

Carl Hermann Jaeger in Leipzig hat eine Vorrichtung zum Verdichten von Luft oder anderen Gasen zwischen dünnen, aus einem Laufrad ausgeworfenen Flüssigkeitsbändern ersonnen, bei der in bekannter Weise die sich spiralförmig um das Laufrad anordnenden Flüssigkeitsbänder in einen ringförmigen Verdichtungsraum geschleudert werden und die dadurch gekennzeichnet ist, daß sich der Verdichtungsraum zu einem Ringspalt verjüngt. (Ö. P. Nr. 59.938.)

Die von Edward Seaver jun. in Pittsburg ersonnene Schleuderpumpe mit Hilfsflüssigkeit besteht aus einem Gehäuse, das von einer wagrechten Welle durchquert ist. Auf dieser ist im Gehäuse, nahe der einen Seitenwand ein Schaufelrad aufgekeilt, das vor der zum Eintritt eines Flüssigkeitsstromes dienenden Öffnung in der genannten Wand vorbeikreist. An das Gehäuse angeschlossen und mit ihm in Verbindung ist eine auf derselben Welle befestigte Schleuderpumpe, der die Aufgabe zufällt, das Gemisch von Flüssigkeit und Gas fortzuschaffen. Der durch die Seitenwand des Gehäuses eintretende Flüssigkeitsstrom wird durch die Schaufeln des vorgelagerten Flügelrades in dünne Schichten zerlegt, die große Geschwindigkeit besitzen und daher zum kräftigen Ansaugen des in das Gehäuse eintretenden Gases geeignet sind. Die Schaufelung ist derart getroffen, daß die Flüssigkeitsbänder in ihrer ursprünglichen axialen Bewegungsrichtung verbleiben. Die Verbindung zwischen Schaufelrad und Schleuderpumpe bildet eine sich zuerst verengende und dann erweiternde Düse. (U. S. P. Nr. 1.063.294.)

Bei der Schleuderpumpe mit Hilfsflüssigkeit nach Edmund Scott Gustave Rees in Wolverhampton steht das Gehäuse *a* (Fig. 4) mit der Einlaßöffnung *b* des die Flüssigkeit in Kreislauf setzenden Treibers *c* in freier Verbindung. Der Treiber ist am Umfange mit paarweise zueinander geneigten Düsen *d* ausgestattet, so daß die aus den Düsen austretenden Wasserstrahlen sich zu einer Scheibe zerstäubten Wassers vereinigen, die den Raum *e* durchquert, der mit dem Gas- oder Luftzuführungsrohr *f* durch die hohle Pumpenwelle verbunden ist. Die auf der Haube *i* des Treibers befestigten Flügel *j* führen das Gemisch von Flüssigkeit und Gas den Kanälen *k* zu, die an dem festen, den Treiber umgebenden Gehäuse *m* angebracht sind. Die Kanäle *k* sind von einer lotrechten, ringförmigen Wand *n* umschlossen. Die Flüssigkeit trifft auf diese Wand auf und fließt über deren obere Kante in den Behälter *a* zurück. Die ausgeschiedene Luft strömt durch ein Rohr ab. Um zu verhindern, daß Luft, die mit dem Wasser in den Treiber gelangt und dort abgeschieden wird, den freien Durchfluß der Flüssigkeit durch die Einlaßöffnung verhindert, sind in der Hohlwelle Öffnungen *o* vorgesehen, die die Einlaßöffnung *b* mit dem Luftkanal *g* verbinden. Die kreisende Platte *p* hat den Zweck, Wirbelbildungen innerhalb des Abscheideraumes zu verhindern und wegspritzende Wasserteilchen zurückzuwerfen. Die Öffnungen *q* in der Platte *p* dienen zur Ableitung der Luft oder des Gases. (Br. P. Nr. 19.025 v. J. 1912.)

Wenn Schleudergebläse mit Hilfsflüssigkeit gegen hohen Druck arbeiten, bereitet das Anlassen Schwierigkeiten, weil das Wasser das Bestreben hat, durch den Spaltraum, der zwischen der Stirnseite des Flüssigkeitspumpenrades und die im Kreise feststehenden Verdichtungskanäle gebildet wird und durch den die Luft oder das Gas in den ausgeschleuderten Flüssigkeitsstrom eingesaugt wird, in die Luftkammer zu entweichen, statt in die Verdichtungskanäle einzutreten. Franz J. Petermöller in Berlin schafft dadurch Abhilfe, daß er an der der Luftzuführung zugekehrten Wand des Schleuderrades Rippen anordnet. Diese bilden Schaufeln und werfen die Flüssigkeit, die in den Luftzuführungsraum entweichen will, zurück. Sie begünstigen gleichzeitig das Strömen der Luft in den Mischraum. (U. S. P. Nr. 1.060.935.)

Um bei Schleudergebläsen mit Hilfsflüssigkeit der eben besprochenen Art die Dämpfe abzuführen, die sich infolge des hohen Wärmegrades, den die Flüssigkeit annimmt, bilden, ordnet derselbe Erfinder unterhalb des Schleuderrades einen Raum an, in den ein Spalt führt, der zwischen der Stirnwand des Schleuderrades und den Verdichtungskanälen liegt. Durch diesen Spalt kann der Dampf austreten und wird sodann durch ein Rohr abgeleitet. (U. S. P. Nr. 1.060.937.)

Die Erfindung von Robin Arden Hayes in Birmingham bezieht sich auf solche Schleudergebläse mit Hilfsflüssigkeit, bei denen in feststehende Verdichtungskanäle abwechselnd Flüssigkeitskolben aus den Kanälen eines Laufrades geschleudert und Luft oder Gase angesaugt werden, und besteht darin, daß die Verdichtungskanäle mit Einsätzen versehen werden, die die Form eines Schraubengewindes besitzen. Diese Einsätze beginnen am inneren Umfang der Kanäle und erstrecken sich über deren ganze Länge oder nur über einen Teil davon. Das Maß der Verdrehung nimmt gegen das Austrittsende der Kanäle zu. Den Flüssigkeitskolben wird also in den Verdichtungskanälen eine nach und nach immer größer werdende Drehbewegung erteilt, durch die sie in steter Berührung mit den Kanalwänden bleiben. Hiedurch wird verhütet, daß sich die Flüssigkeit in einzelne Ströme und Teile auflöst. (Br. P. Nr. 2373 v. J. 1913.)

Ernst Morell in Mülheim (Ruhr) verwendet für Schleudergebläse mit Hilfsflüssigkeit ein Leitrad mit aus Röhren gebildeten Kanälen. In dem Leitkanalgehäuse ist eine Ringnut vorgesehen, die nach der Bohrung für das Kreiselrad in einer Nut von geringerer Breite übergeht. Weiters ist das Leitkanalgehäuse in seiner Wand mit Öffnungen ausgestattet, die die Richtung haben, wie sie die Leitkanäle erhalten sollen. Diese Löcher münden in die Ringnut. Die aus gezogenen Röhren gebildeten Leitkanäle werden durch die Löcher in das Gehäuse eingesetzt, mit Hilfe der genau gearbeiteten Nut von geringerer Breite zentriert und zu den Kanälen des Kreiselrades in richtiger Lage gehalten. Der Hohlraum um die Röhren in der Ringnut wird durch Umgießen mit einer leichtflüssigen Metallegierung ausgefüllt. Die Löcher ermöglichen die Verbindung der Leitkanäle mit dem Förderraum des Gehäuses. (D. R. P. Nr. 261.322.)

Briefe an die Redaktion.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung).

Zur Definition der Streuinduktivitäten.

Zu dem verdienstlichen Aufsatz von Herrn Prof. Dr. Hallo auf Seite 1, Heft 1, E. u. M. 1914, seien mir einige Bemerkungen erlaubt. Herr Hallo wirft (Seite 3) die Frage auf, ob die Reduktion der Gegeninduktivität im Verhältnis der Windungszahlen „die sich physikalisch von selbst ergebende" sei. Die Antwort darauf müsse „entschieden verneinend" lauten. Nicht im Verhältnis der wirklichen Windungszahlen müsse man reduzieren, sondern im Verhältnis der „effektiven Windungszahlen". Ich fürchte, daß man mit einem solchen Subjektivismus nicht weit kommt. Versuchen wir daher die Sache etwas anders zu betrachten, womöglich einfacher.

Haben wir zwei Stromkreise, so sind ihre Kraftlinienwindungszahlen

$$\Psi_1 = L_1 J_1 + M J_2$$
$$\Psi_2 = M J_1 + L_2 J_2,$$

und die magnetische Energie ist

$$W = \frac{1}{2} J_1 \Psi_1 + \frac{1}{2} J_2 \Psi_2.$$

Die Bedeutung der Buchstaben ist bekannt. Als Maß der magnetischen Streuung der beiden Stromkreise dient das Verhältnis

$$\sigma = 1 - \frac{M^2}{L_1 L_2} > 0.$$

Die Schwierigkeit beginnt, sobald man die Gesamtstreuung in eine primäre und eine sekundäre zu zerlegen wünscht. Hierbei muß in irgendeiner Weise die Verschiedenheit der Windungszahlen der beiden Stromkreise berücksichtigt werden. Herr Hallo macht nun in dankenswerter Weise darauf aufmerksam, daß hier eine gewisse Willkür unvermeidlich ist und daß man verschieden zerlegen kann. Am einfachsten durchschauen wir den Sachverhalt, wenn wir von den physikalischen Bedingungen ausgehen, denen die verschiedenen Zerlegungsarten genügen.

1. Die elektrische Durchflutung der mit sämtlichen primären und sekundären Windungen verketteten Kraftlinien („Hauptkraftlinien") ist

$$D = z_1 J_1 + z_2 J_2,$$

wobei z_1 und z_2 die Windungszahlen bedeuten. Solche Hauptkraftlinien können nicht entstehen, wenn ihre Durchflutung Null ist, $D = 0$, also wenn wir $J_2 = -\frac{z_1}{z_2} J_1$ machen. Dann wird

$$\Psi_1 = \left(L_1 - \frac{z_1}{z_2} M\right) J_1, \quad W = \frac{1}{2}\left(L_1 - 2\frac{z_1}{z_2} M + \frac{z_1^2}{z_2^2} L_2\right) J_1^2.$$

Da jetzt nur noch Streulinien vorhanden sind, werden wir

$$\Lambda_1 = L_1 - \frac{z_1}{z_2} M \gtrless 0$$

passend als Streuinduktivität des primären Kreises gegen den sekundären bezeichnen. Dies ist die von Herrn Rogowski gegebene Definition.

2. Wir können von der Forderung ausgehen, daß die Produkte aus Strom und Kraftlinienwindungszahl für beide Stromkreise gleich werden, wenn das magnetische Feld als Streufeld bezeichnet werden soll, also $J_1 \Psi_1 = J_2 \Psi_2$ oder $L_1 J_1^2 = L_2 J_2^2$. Dazu müssen wir entweder $J_2 = +J_1 \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$ oder $J_2 = -J_1 \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$ machen. Wir entscheiden uns natürlich für das zweite. Dann wird

$$\Psi_1 = \left(L_1 - M\sqrt{\frac{L_1}{L_2}}\right) J_1, \quad W = \left(L_1 - M\sqrt{\frac{L_1}{L_2}}\right) J_1^2,$$

und wir bekommen jetzt eine andere Streuinduktivität:

$$\Lambda_1' = L_1 - M\sqrt{\frac{L_1}{L_2}} = L_1\left(1 - \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}\right) > 0.$$

Das ist die von Herrn Hallo vorgeschlagene Definition.

3. Wir können von der Forderung ausgehen, daß die Kraftlinienwindungszahl des sekundären Kreises verschwindet: $\Psi_2 = 0$, wenn das Streufeld allein vorhanden sein soll. Dann müssen wir $J_2 = -\frac{M}{L_2} J_1$ machen. Dann wird

$$\Psi_1 = \left(L_1 - \frac{M^2}{L_2}\right) J_1, \quad W = \frac{1}{2}\left(L_1 - \frac{M^2}{L_2}\right) J_1^2.$$

Als Streuinduktivität ergibt sich

$$\Lambda_1'' = L_1 - M\frac{M}{L_2} = L_1\left(1 - \frac{M^2}{L_1 L_2}\right) > 0.$$

Das ist die von Herrn Niethammer gegebene Definition.

Digitized by Google

Die Rogowskische Definition erscheint begrifflich besonders einfach. Zu ihrer Durchführung ist die Kenntnis der Windungszahlen erforderlich. Bei fremden Fabrikaten sind aber die Windungszahlen meist unbekannt. Jedoch hilft hier ein von Herrn Rogowski angegebenes Instrument über die Schwierigkeit weg: der magnetische Spannungsmesser, ein Hilfsmittel, dessen Wert für Unterricht und Praxis wohl noch nicht allgemein genügend gewürdigt wird. Die Hallosche Definition beruht darauf, daß Gleichheit der Eigenenergien der beiden Stromkreise gefordert wird und insbesondere bei Wechselstrom Gleichheit der induktiven Verbrauche $EJ\sin\varphi$. Um die Streuinduktivitäten nach der Niethammerschen Definition zu messen, muß man an den Sekundärkreis eine Spannung gleich seinem Ohmschen Abfall legen. Bei den Definitionen nach Rogowski und Hallo ist

$$(L_1 - \Lambda_1)\,(L_2 - \Lambda_2) = M^2,$$

bei der Niethammerschen Definition dagegen

$$(L_1 - \Lambda_1)\,(L_2 - \Lambda_2) = (1 - \sigma)\,M^2.$$

Bei dieser Definition erhält man nicht für denselben Wert des Stromverhältnisses J_1/J_2 zugleich beide Streuinduktivitäten. Es muß immer einer der beiden Stromkreise einseitig bevorzugt werden.

Numerieren wir die Primärwindungen mit 1, 2, 3 ... z_1, die Sekundärwindungen mit 1', 2', 3' ... z_2' und bezeichnen wir die Gegeninduktivität der μten Primärwindung gegen die νte Primärwindung mit (μ, ν), gegen die νte Sekundärwindung mit (μ, ν'), so ist

$$L_1 = \sum_{\mu=1}^{z_1}\sum_{\nu=1}^{z_1}(\mu,\nu), \quad M = \sum_{\mu=1}^{z_1}\sum_{\nu=1}^{z_2}(\mu,\nu'), \quad L_2 = \sum_{\mu=1}^{z_2}\sum_{\nu=1}^{z_2}(\mu',\nu').$$

L_1 ist eine Summe von z_1^2 Gliedern, M von $z_1 z_2$ Gliedern und L_2 von z_2^2 Gliedern. Daher sind die mittleren Gegeninduktivitäten zweier Primärwindungen, einer Primär- und einer Sekundärwindung und zweier Sekundärwindungen

$$l_1 = \frac{1}{z_1^2}\sum_{\mu=1}^{z_1}\sum_{\nu=1}^{z_1}(\mu,\nu), \quad m = \frac{1}{z_1 z_2}\sum_{\mu=1}^{z_1}\sum_{\nu=1}^{z_2}(\mu,\nu'),$$

$$l_2 = \frac{1}{z_2^2}\sum_{\mu=1}^{z_2}\sum_{\nu=1}^{z_2}(\mu',\nu').$$

Die von Herrn Sumec in Z. f. E. 1901, Heft 15, als Magnetisierungskoeffizienten bezeichneten vier Größen sind:

$$\frac{L_1}{z_1} = z_1 l_1, \quad \frac{M}{z_1} = z_2 m, \quad \frac{M}{z_2} = z_1 m, \quad \frac{L_2}{z_2} = z_2 l_2.$$

Sie bedeuten die mittleren fiktiven Windungsflüsse für 1 A.

Die drei von Herrn Hallo in Betracht gezogenen Reduktionen der Gegeninduktivität M der beiden Stromkreise sind

$$\frac{z_1}{z_2}, \quad \frac{z_1}{z_2}\sqrt{\frac{l_1}{l_2}}, \quad \frac{z_1}{z_2}\frac{m}{l_2}.$$

Besteht insbesondere jeder Stromkreis nur aus einer Windung, so fällt im allgemeinen nur bei der Rogowskischen Definition die Reduktion weg.

Es seien mir noch einige Bemerkungen zu gewissen von Herrn Hallo benutzten Größen erlaubt. Der Begriff magnetischer Widerstand, als Quotient aus magnetischer Spannung und Induktionsfluß setzt voraus, daß wir erstens von einer bestimmten magnetischen Spannung sprechen können, das heißt, daß das Feld (nämlich die Feldstärke) wirbelfrei (lamellar, potentiell) ist, und daß wir zweitens von einem bestimmten Induktionsfluß sprechen können, das heißt, daß das Feld (nämlich die Induktion) quellenfrei (solenoidal) ist. Die zweite Bedingung ist immer erfüllt, nicht aber die erste. Die ganze Schwierigkeit, um die es sich in dem vorliegenden Fall handelt, beruht darauf, daß die Spulenquerschnitte nicht unendlich klein sind, anders ausgedrückt, daß manche Kraftlinien nur mit einem Teil der primären oder der sekundären Windungen verkettet sind. Die einzelnen Kraftröhren können nicht als parallel geschaltet gelten. Daher fügt sich der Begriff magnetischer Widerstand nicht willig ein. Nur durch eine künstliche Umdeutung des wirklichen Feldes auf ein wirbelfreies läßt sich der Begriff magnetischer Widerstand einführen. Aber eine bessere Einsicht läßt sich davon nicht erhoffen.

Manche Autoren lieben solche Umdeutungen der zu betrachtenden Fälle auf andere sehr. Ich muß gestehen, daß mir „effektive Windungszahlen" bis jetzt unbekannt waren. Ich weiß auch jetzt noch nicht genau, was sie bedeuten, fürchte jedoch nicht, dadurch etwas zu verlieren. Auch all die schönen Faktoren und Koeffizienten, mit denen wir im Laufe der Zeit beglückt worden sind, beruhen auf solchen Umdeutungen. Ich glaube, nicht nur die Studenten, sondern auch die Leser der Zeitschriften werden uns dankbar sein, wenn wir damit etwas sparsamer umgehen.

Stuttgart, den 16. Jänner 1914.

Fritz Emde.

Zur Streuinduktion.

Die Arbeit des Herrn Prof. Dr. Hallo (Seite 1) über Streuung beruht auf der wertvollen bisher nicht klar ausgesprochenen Erkenntnis, daß die Definition der primären und sekundären Streuung einer gewissen Willkür unterliegt. Rechnet man mit „wirklichen" Windungszahlen und legt man die üblichen Formeln für die Streuinduktivitäten zugrunde, so muß man, wie Simons und ich gezeigt haben, in gewissen Fällen auch negative Werte des Streuflusses zulassen. Diese negative Streuung ist es nun, an der Herr Hallo Anstoß nimmt. Er hält sie für ein mathematisch richtiges, physikalisch aber widersinniges Ergebnis der Theorie, das man durch Änderung der Definition der Streuinduktivitäten vermeiden müsse. Dies gelingt ihm auch durch Einführung „effektiver" Windungszahlen, aber wie aus dem Folgendem hervorgeht, nicht ohne Opfer*).

1. Die Definitionen

$$\Sigma\frac{W_{1x}^2}{R_x} = \frac{W_{1\,\mathrm{eff}}^2}{R}; \quad \Sigma\frac{W_{2x}^2}{R_x} = \frac{W_{2\,\mathrm{eff}}^2}{R}$$

legen nur dann die effektive Windungszahl eindeutig fest, wenn $R = R_x$ ist (also alle Kraftlinien denselben Widerstand finden) oder wenn noch eine (in der Arbeit Hallos fehlende) Beziehung zwischen R und R_x gegeben wird. Es ist möglich, daß es Herrn Hallo gelingt, diese Lücke befriedigend auszufüllen. Bis dahin wird man sich an seine Forderung:

$$\frac{W_{1\,\mathrm{eff}}^2}{W_{2\,\mathrm{eff}}^2} = \frac{L_1}{L_2}$$

halten, die nur das Verhältnis der effektiven Windungszahlen ergibt.

2. Bisher kamen als Windungszahlen von Spulen nur ganze Zahlen in Betracht. Nun kommen den Eigeninduktivitäten ganz beliebige positive Zahlenwerte zu. Das gleiche trifft nach Herrn Hallo für das Verhältnis der effektiven Windungszahlen und daher auch für die effektiven Windungszahlen selber zu. Unter einer Spule von zum Beispiel 1·56 Windungen kann ich mir aber ein physikalisches Gebilde nicht mehr vorstellen.

3. Bisher war die Windungszahl einer Spule eine unveränderliche allein durch ihre Herstellung gegebene Größe. Nun können sich die Eigeninduktivitäten mit dem Spulenstrome ändern (Eisensättigung). Das gleiche können somit auch die effektiven Windungszahlen tun. Wir müssen somit, gelangt der Hallosche Vorschlag zur Annahme, uns mit dem Gedanken vertraut machen, es könne eine Spule ihre (effektive) Windungszahl während eines Versuches innerhalb gewisser Grenzen ändern.

4. Den Physikern verdanken wir die Behandlung des Transformatorproblems mit Hilfe von Eigen- und Gegeninduktivitäten. Diese Theorie erfordert im wesentlichen eine gewisse mathematische Routine. Das physikalische Denken tritt bei ihr zurück. Der Begriff der Streuung ist hier entbehrlich und erscheint, wenn er herangezogen wird, nur als Beiwerk.

Diese Behandlungsweise schmiegte sich indessen nicht eng genug den technischen Bedürfnissen an und so entstand in technischen Kreisen eine zweite Theorie des Transformators. Hervorgegangen ist diese unter der Betrachtung des konkreten Falles zweier in mäßigem Abstande befindlichen gleichen Stromkreise mit konzentrierten Wicklungen. Hier läßt sich ungezwungen, durch Einführung eines gemeinsamen Feldes und Streufeldes, ein anschauliches Bild des Induktionsvorganges entwerfen. In der technischen Behandlung erscheint nun die Eigeninduktivität als Beiwerk, mindestens aber als abgeleiteter Begriff, indem die gesamte Eigeninduktion in der Summe der Induktion des gemeinschaftlichen Feldes und Streufeldes enthalten ist.

Zwischen beiden Betrachtungsweisen bestehen natürlich gewisse Beziehungen aber der Umstand, daß jede von ihnen mit einem gewissen Mindestmaß von verschiedenen Begriffen auskommt (bei der physikalischen: L_1, L_2 und M, bei der technischen: gemeinsames Feld und Streufeld), sichert einer jeden eine gewisse Unabhängigkeit von der anderen. Will man nun den in der technischen Theorie unter Anlehnung an den erwähnten konkreten Fall

*) Um Irrtümer zu vermeiden betone ich, daß es sich in der vorliegenden Zuschrift nicht um Fragen der Richtigkeit, sondern um Fragen der Zweckmäßigkeit handelt.

Digitized by Google

konzentrierter Wicklung als nützlich erkannten Begriff der Streuung auf den allgemeinen Fall verteilter Wicklung ausdehnen, so muß man meines Erachtens dafür sorgen, daß man im Rahmen der technischen Theorie bleibt, in der allein die Streuung Heimatrechte hat, und daß man nicht etwa auf die physikalische Theorie zurückgreift, in der die Streuung als fremder Bestandteil erscheint. Das ist beim Halloschen Vorschlag nicht geschehen. Und die Folge? Der Hallosche Vorschlag hat die Kenntnis der Koeffizienten L_1 und L_2, zur Voraussetzung. Sie genüge bereits in Gemeinschaft mit der in beiden Theorien als bekannt angesehenen Größe M, Ströme und Spannungen nach den Formeln der physikalischen Theorie im voraus zu berechnen. Wir können somit den physikalischen Zustand eines Transformators bereits beschreiben, bevor wir an die Ausrechnung der Streuung gehen können. Dies kommt auch dadurch im Halloschen Aufsatze zum Ausdruck, daß in demselben nachträglich in die Ergebnisse der physikalischen Betrachtungsweise formal die Streuungsgrößen eingeführt werden.

Charlottenburg den 28. Jänner 1914.

W. Rogowski.

Erwiderung.

Die zum Teil neuen Ergebnisse meines Aufsatzes in Heft 1 dieser Zeitschrift werden durch obige Zeilen des Herrn Professor Dr. F. Emde, der nun die physikalischen Bedingungen noch einmal zusammenstellt, bestätigt. Auch diese Zusammenstellung zeigt, daß bei der Rogowskischen Definition alle Windungen gleichbewertet werden, während meine Definition, die keine negative Streuung zuläßt, den Einfluß des Wicklungsfaktors berücksichtigt. Ich erblicke darin einen Vorteil, obwohl ich keineswegs den von Herrn Emde genannten Vorteil der Rogowskischen Definition, den ich ja schon in meinem Aufsatze erwähnte, verkenne. Den Vorteil meiner Definition wird man ganz besonders deutlich erkennen, wenn man die Formeln anwendet, zum Beispiel auf den Fall, daß die primäre Wicklung mit einem Teil der sekundären Wicklung eine sehr große, mit dem übrigen Teil der sekundären Wicklung jedoch eine wesentlich kleinere gegenseitige Induktion aufweist.

Freilich hat man es bei der Einführung der effektiven Windungszahlen (daß diese Herrn Emde bisher unbekannt waren, ist bei dem gegenwärtigen Umfang der elektrotechnischen Literatur begreiflich) mit einer „Umdeutung" zu tun, wie bei „ideellen" und „fiktiven" Kraftflüssen, bei „äquivalenten" Leitfähigkeiten (des Nutenraumes zum Beispiel), bei dem „effektiven" Widerstand usw., und freilich kann man zu viel umdeuten wollen. Eine bestimmte Grenze kann wohl nicht angegeben werden, aber in vielen Fällen wird — nach Ansicht der bekanntesten Autoren — die Darstellung durch solche „Umdeutungen" sehr erleichtert.

Das gleiche bezieht sich auf die Bemerkung über den magnetischen Widerstand, obwohl ich natürlich mit dem Herrn Emde prinzipiell einverstanden bin, daß das Feld wirbelfrei sein muß, damit wir von einer bestimmten magnetischen Spannung und somit von einem magnetischen Widerstand reden können. Das ist ganz selbstverständlich.

Meines Erachtens liegt allerdings eine Gefahr vor, wenn man nicht deutlich angibt, daß man es mit einer „Umdeutung" zu tun hat. Aus dem Grunde habe ich zum Beispiel — als Mitarbeiter an der zweiten Auflage des vierten Bandes der Wechselstromtechnik von Prof. Dr. Ing. E. Arnold — dort den Ausdruck „äquivalente" Leitfähigkeit des Nutenraumes eingeführt, denn wir haben es da nicht mit einer wirklichen Leitfähigkeit zu tun, weil zwar für die Nutenöffnung und den Teil zwischen Nutenöffnung und Drähten die volle, für die Nut selbst aber nur der dritte Teil der Leitfähigkeit eingesetzt wird, um der Tatsache Rechnung zu tragen, daß diese Induktionslinien nur einen Teil der Wicklung umschlingen.

Herr Dr. Ing. W. Rogowski wirft nun noch die Frage nach der Zweckmäßigkeit auf, die ich übrigens schon in meinem Aufsatze beantwortet habe, indem ich ausdrücklich betonte, daß die älteren Definitionen ihren vollen Wert behalten, ja sogar wegen der einfachen Rechnung bisweilen vorzuziehen sind. Dem steht aber gegenüber, daß die neue Definition auch ihre wertvollen Seiten hat.

Arnold hat in seinen letzten Veröffentlichungen den Begriff der negativen Streuung nicht übernommen, im Gegenteil durch „Sperrdruck" die Aufmerksamkeit des Lesers auf die Tatsache hinlenken wollen, daß seine Rechnungsweise nur positive Streureaktanzen ergibt. Mein Aufsatz zeigt aber wohl zum erstenmal, wie diese scheinbar entgegengesetzten Auffassungen in Einklang zu bringen sind und namentlich, daß eine Änderung der Definition der Streuung nötig ist, um zu dem Ergebnis positiver Reaktanzen zu gelangen. Das Wichtige ist eben, daß die Zerlegung der Gesamtstreuung in eine primäre und sekundäre einer gewissen Willkür unterliegt, wie auch von den Herren Emde und Rogowski anerkannt wird. Eine objektive Betrachtung wird dann die Vor- und Nachteile beider Betrachtungsweisen erkennen.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß es natürlich nicht gestattet ist, die Begriffe Windungszahl und effektive Windungszahl miteinander zu verwechseln, wie Herr Rogowski das tut und gar das Wort „effektiv" einfach in Klammern zu setzen. Meine Definition ändert selbstverständlich nichts daran, daß als Windungszahlen von Spulen nur ganze Zahlen in Betracht kommen. Freilich braucht die effektive Windungszahl keine ganze Zahl zu sein, so wenig bisher das Produkt eines Wicklungsfaktors und einer Windungszahl eine ganze Zahl zu sein brauchte! Eine Spule ändert also während eines Versuches ihre Windungszahl nicht, ebensowenig, wie sich ihr Widerstand (Gleichstromwiderstand, gleichbleibende Temperatur vorausgesetzt) ändert. Es ändert sich aber die effektive Windungszahl, ebenso wie sich der effektive Widerstand während des Versuches mit der Periodenzahl ändert.

Zum Schluß sei mir erlaubt, noch darauf hinzuweisen, daß ich in Anlehnung an die vorhandene Literatur das Wort effektive Windungszahl verwendete. Hätte nicht Prof. E. Arnold dieses Wort in ähnlichem Sinne verwendet, so würde ich für diesen Begriff voraussichtlich ein anderes Wort geprägt haben.

Karlsruhe, 16. Februar 1914.

H. S. Hallo.

Vereins-Nachrichten.

Einladung zur XXXII. ordentlichen Generalversammlung.

Wien, den 24. Februar 1914.

An die P. T. Vereinsmitglieder!

Die gefertigte Vereinsleitung ladet hiemit zur Teilnahme an der **Mittwoch den 18. März 1914, 6 Uhr abends** im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbe-Vereines (Wien, I. Eschenbachgasse 11) stattfindenden XXXII. Generalversammlung ein.

Tagesordnung:

1. Bericht über die Vereinstätigkeit im Jahre 1913.
2. Bericht des Kassaverwalters über den Gebarungsausweis und die Bilanz pro 1913.
3. Bericht der Revisoren.
4. Beschlußfassung über den Rechnungsabschluß.
5. Wahl eines Vizepräsidenten.
6. Wahl von 10 Ausschußmitgliedern.
7. Wahl der Rechnungsrevisoren und der Ersatzmänner.
8. Wahl von 20 Schiedsrichtern.
9. Ernennung von Ehrenmitgliedern.
10. Beschlußfassung in Angelegenheit der Revision der Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen. (Neufassung der §§ 66, 74, 75, 76 betreffend Freileitungen.)
11. Beschlußfassung in Angelegenheit der „Normalien für Freileitungen".
12. Eventuelle Anträge (§ 8 der Statuten).

Vereinsversammlungen.

Die Vereinsversammlungen werden, wenn nicht anders angegeben, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 11, I. Stock, abgehalten und wurden hiefür für die Vortragsaison 1913/14 folgende Tage festgesetzt: 18. März und 1. und 8. April 1914.

Vortrag.

Mittwoch den 18. März, **6** Uhr abends: XXXII. ordentliche Generalversammlung. Nach der Generalversammlung Vortrag des Herrn Professor Dipl.-Ing. S. Ruppel über: „Vereinfachung des Gebäudeblitzschutzes".

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 10. März 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507,

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Über Elektromagnete. II. Von Erich Jasse 241
Die elektrische Straßenbahn in Konstantinopel. Von Ober-Ing. P. Poschenrieder 247
Die „Netzelimination" in mathematischer, elektrischer und zeichnerischer Behandlung. Von Josef Herzog 250
Die funkentelegraphischen Einrichtungen an Bord des „Imperator". Von Ober-Postpraktikant H. Thurn, Berlin-Friedenau 251
Rundschau:
Elektrizitätswerke, Anlagen 254
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 254
Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 255
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate . . . 255
Leitungen 256
Elektrische Beleuchtung 256
Funkentelegraphie und -Telephonie 256
Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente . . . 257
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 257
Strahlungslehre 257
Literatur-Bericht 257
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Wasserkraftmaschinen 257
Vereinsnachrichten 260
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *153—164*

Über Elektromagnete. II.

Von **Erich Jasse.**

Inhaltübersicht.

Einleitung
III. Drehmagnete mit gewickeltem Anker.
IV. Berücksichtigung der Sättigung.
a) Allgemeine Beziehungen.
b) Anwendung der gefundenen Regeln.
V. Versuchsergebnisse.
a) Der Spiralanker.
b) Der Hyperbelanker.
c) Der Zugmagnet.

Einleitung.

Als ich vor mehr als drei Jahren meine Arbeit*) über Elektromagnete veröffentlichte, hatte ich die Absicht, in unmittelbarem Anschluß daran eine zweite folgen zu lassen, in welcher das Hauptgewicht auf die wirtschaftliche Ausnutzbarkeit der Magnete gelegt, sowie einige Versuchsergebnisse mitgeteilt werden sollten, die ein Urteil über die Genauigkeit der analytischen Berechnungen zuließen. Zu meinem Bedauern ist es jedoch nicht möglich gewesen, diese Arbeit in einem Maße zu fördern, wie ich es gewünscht hätte. Inzwischen ist nun von anderer Seite eine Reihe von Arbeiten**) erschienen, von denen besonders die erst kürzlich von Kalisch veröffentlichte sehr lesenswert ist. Dieser sowie auch Euler haben sich jedoch, nach ihren Veröffentlichungen zu schließen, allein mit den Zugmagneten beschäftigt, das heißt also mit solchen Magneten, bei welchen die Bewegung (im allgemeinen geradlinig) unter einem gewissen Winkel auf die Polfläche zu erfolgt. Diese Bewegungsart bedingt aber in der Anfangsstellung sehr große Luftspalte und dann verlaufen die Kraftlinien in einer Weise, daß die analytische Darstellung des magnetischen Feldes kaum mehr möglich wird. Damit verringert sich nun auch die Genauigkeit der Vorausberechnung dieser Magnete und es bleibt hier der einzige wirklich zuverlässige Weg übrig, den schließlich auch Kalisch eingeschlagen hat, nämlich rein experimentell vorzugehen. Die Erkenntnis dieses Umstandes hatte mich von Anfang an veranlaßt, das Hauptgewicht meiner theoretischen Arbeiten auf die Drehmagnete zu verlegen, bei denen allgemein mit verhältnismäßig kleinem Luftspalt gearbeitet wird, wodurch ihre Wirkungweise derjenigen der Elektromotoren ähnlicher wird. Begünstigt wurde allerdings diese Neigung dadurch, daß die Drehmagnete sich in dem Apparate-, besonders im Schalterbau, steigender Beliebtheit erfreuten. Es war mir nun sehr interessant zu erfahren, daß in den beiden bisher eingehendsten Arbeiten über Zugmagnete (von Euler und Kalisch) das schließliche Ergebnis mit Rücksicht auf die Vorausberechnung ein negatives ist, wodurch meine ursprüngliche Ansicht bestätigt wird. Ich halte es daher auch für zweckmäßiger, in solchen Fällen, in denen es auf eine wenigstens angenäherte Kenntnis der Kräfte und ihres Verlaufes schon beim Entwurf ankommt, lieber solche Magnetformen herauszubilden, die eine analytische Darstellung

*) Siehe E. u. M. 1910, Seite 833 u. ff.

**) Karl Euler, Untersuchung eines Zugmagneten für Gleichstrom. Dissertation. Berlin 1911.

Paul Kalisch, Beiträge zur Berechnung der Zugkraft von Elektromagneten. Dissertation. Breslau 1912. Siehe auch: Archiv für Elektrotechnik, 1. Band, 1913; ferner Referat E. u. M. 1913, Seiten 262, 453.

Beide Arbeiten enthalten ausführliche Quellennachweise, so daß ein Anführen weiterer Arbeiten sich hier erübrigt.

Digitized by Google

des magnetischen Feldes zulassen*) und hiezu eignen sich die Drehmagnete in ganz besonderem Maße. Da nun beide genannte Verfasser auf Grund ihrer Versuche sich etwas ablehnend gegenüber den nach der Emdeschen Methode ermittelten Zugkraftformeln aussprechen, wodurch leicht bei den dem Gebiete ferner Stehenden der Eindruck hervorgehoben wird, als ob diese Methode allgemein nicht sehr zuverlässig sei, so will ich wenigstens einige meiner im Versuchsfeld der Siemens-Schuckert Werke G. m. b. H., Charlottenburger Werk, angestellten Versuche der Öffentlichkeit übergeben, trotzdem die, wie schon erwähnt, als Hauptsache betrachteten Studien über die wirtschaftliche Ausnutzbarkeit noch nicht zu einem befriedigenden Abschluß gelangt sind. Zunächst sollen jedoch noch einige besondere Ausführungsformen, sowie der Einfluß der Sättigung theoretisch näher untersucht werden. Die Darstellung schließt sich eng an meine frühere Arbeit an, eine Wiederholung der Grundlagen der Berechnungsmethode erscheint daher überflüssig; auch sollen dieselben Bezeichnungen wie dort gewählt werden.

III. Drehmagnete mit gewickeltem Anker.

Man hört häufig die Ansicht äußern, daß es mit Bezug auf den ausnutzbaren Drehwinkel vorteilhaft sei, den Anker mit einer besonderen Wicklung zu versehen, oder wie man sich auch auszudrücken pflegt, einen polarisierten Anker zu verwenden. Wir wollen deshalb diesen Fall etwas näher betrachten und untersuchen, ob und inwieweit diese Anschauung den Tatsachen entspricht.

Es soll vorausgesetzt werden, daß der Strom während der Bewegung des Ankers unverändert bleibt. In Fig. 15 ist ein Pol und ein Teil des Ankers abgewickelt dargestellt. Die Oberfläche des Ankers bestehe aus zwei durch radiale Stücke verbundenen konzentrischen Kreisen mit den Luftspalten p und q**). In den Ein-

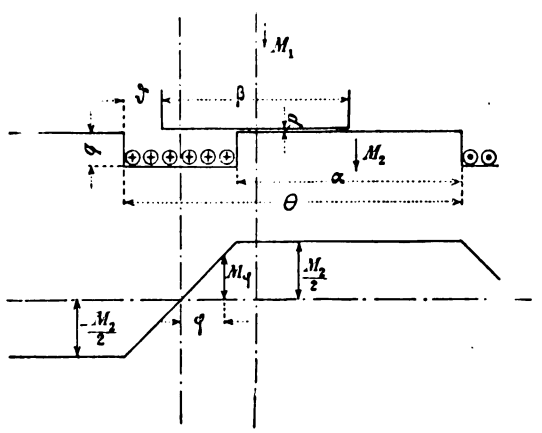


Fig. 15.

schnitten des Ankers liege die Wicklung gleichmäßig verteilt; dann wird die MMK des Ankers auf dieser Strecke linear nach der Gleichung sich ändern

$$M_\varphi = \frac{\varphi}{\Theta - \alpha} \cdot M_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 66),$$

wenn einmal M_2 die maximale MMK des Ankers ist, bezogen auf ein Polpaar. Die Kraftlinien mögen, soweit der Pol reicht, radial den Luftspalt durchsetzen, und außerhalb des Poles sei der Fluß null; der magnetische Widerstand des Eisens sei vernachlässigbar klein gegenüber dem des Luftspalts, die Magnetisierungskurve also eine Gerade. Da für sämtliche Pole dieselben Bedingungen gelten sollen, so beträgt die magnetische Luftspaltenergie für $2m$ Pole (r_0 = Radius der Polbohrung, b achsiale Ankerlänge)

$$W = \frac{m}{8\pi}\left[\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} (M_1 + M_\varphi)^2 \frac{b\, r_0\, d\varphi}{2q} + \right.$$

$$\left. + (M_1 + M_2)^2 \frac{b\, r_0}{2p} (\vartheta + \beta - \Theta + \alpha)\right],$$

wobei $\varphi_1 = \left(\vartheta - \frac{\Theta - \alpha}{2}\right)$ und $\varphi_2 = \frac{\Theta - \alpha}{2}$ zu setzen ist,

Hier ist der Wert von M_φ aus Gleichung 66) einzusetzen und dann zu integrieren. (Die Größe M_1 ist die MMK der Gehäusewicklung, ebenfalls bezogen auf ein Polpaar.) Es ist uns hier aber darum zu tun, das Drehmoment kennen zu lernen und um dieses zu erhalten, muß nach erfolgter Integration der Ausdruck nach ϑ wieder differenziert werden, wie aus Gleichung 12 a) hervorgeht. Auf diese Weise erhält man

$$D = \frac{m}{8\pi}\left[(M_1 + M_2)^2 \frac{b\, r_0}{2p} - \right.$$

$$\left. - \left(M_1 - M_2\left(1 - \frac{2\vartheta}{\Theta - \alpha}\right)\right)^2 \frac{b\, r_0}{2q}\right] \quad . \quad . \quad . \quad 67).$$

Das zweite Glied in der eckigen Klammer verkleinert das Drehmoment; um dieses letztere möglichst groß zu machen, muß der Lufspalt q groß werden (siehe hierzu die an Gleichung 24) geknüpften Bemerkungen).

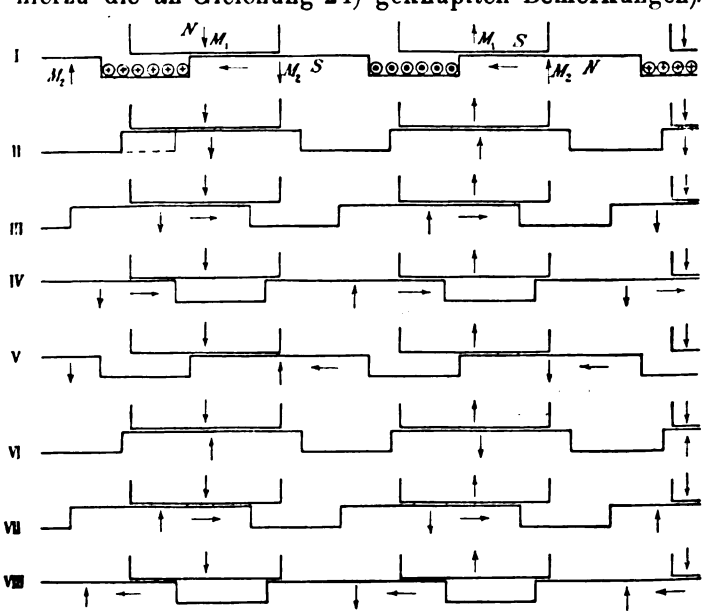


Fig. 15 a.

Unser Ziel ist aber, den Einfluß von M_2 kennen zu lernen und um unsere Aufgabe möglichst einfach zu gestalten, wollen wir die Einschnitte im Anker im Verhältnis zum Luftspalt p recht tief annehmen oder um gleich zur Grenze zu gehen, wir setzen für die weiteren Ableitungen $q = \infty$. Nun sind, wie aus Fig. 15 a hervorgeht, acht verschiedene Stellungen des

*) Aus diesem Grunde hatte ich in meiner früheren Arbeit einige Vorschläge gemacht, die darauf hinzielten, auch Zugmagneten eine solche Form zu geben, die kleine Luftspalte ermöglicht und bei welcher die Bewegung parallel zur Polfläche erfolgt, so daß eine Vorausberechnung der auftretenden Kräfte eher möglich wird (siehe Seite 893, E. u. M. 1910). Leider habe ich bisher keine Gelegenheit gehabt, eine dieser Formen auf ihre praktische Brauchbarkeit hin selbst zu prüfen.

**) Bei der Zeichnung der Figur ist ein kleines Versehen unterlaufen; die Größe q soll nicht den Unterschied der beiden konzentrischen Kreise, sondern den Abstand des kleineren von der Polfläche darstellen, im selben Sinne wie p.

Digitized by Google

Ankers zu den Polen zu unterscheiden. Die dort eingezeichneten senkrechten Pfeile deuten die MMK des Ankers und der Pole an, die wagrechten dagegen die Richtung, in welcher die magnetischen Kräfte den Anker zu bewegen suchen. Die Abmessungen wurden nach der folgenden Ungleichung gewählt:

$$(\Theta - \alpha) < \beta < \alpha.$$

In der Folge sollen noch die Abkürzungen gebraucht werden:

$$\Lambda = \frac{b\,r_0}{p};\; D_0 = \frac{m}{8\pi} M_1^2 \frac{\Lambda}{2};\; M_2 = v\,M_1 \quad . \quad . \quad 68).$$

Für die Stellung *I* haben wir eben schon das Drehmoment gebunden. Mit $q = \infty$ ist also

$$I;\; 0 < \vartheta < (\Theta - \alpha); \qquad D_{\mathrm{I}} = D_0 (1 + v)^2 \quad . \quad 69_{\mathrm{I}}).$$

In der Stellung *II* ist der Luftspalt unter dem ganzen Pole konstant, es kann kein Drehmoment auftreten; folglich haben wir:

$$II;\; (\Theta - \alpha) < \vartheta < (\Theta - \beta); \qquad D_{\mathrm{II}} = 0 \quad . \quad 69_{\mathrm{II}}).$$

In der Stellung *III* ist die rechte Kante des Ankerpoles unter den Gehäusepol getreten; da nach Voraussetzung nur durch den Luftspalt p ein Fluß übertritt und die Strecke, um welche sich beide Pole überdecken, im Bogenmaß $(\Theta - \vartheta)$, beträgt so erhalten wir für die gesamte magnetische Luftspaltenergie

$$W_{\mathrm{III}} = \frac{m}{8\pi} (M_1 + M_2)^2 \frac{b\,r_0}{2\,p} (\Theta - \vartheta)$$

und somit wird das Drehmoment in der Stellung *III* den Wert annehmen

$$\left.\begin{array}{l} III;\; (\Theta - \beta) < \vartheta < (2\,\Theta - \alpha - \beta); \\ D_{\mathrm{III}} = -\,D_0 (1 + v)^2 \end{array}\right| \quad . \quad . \quad 69_{\mathrm{III}}).$$

Das Drehmoment ist also ebenso groß wie in Stellung *I*, nur entgegengesetzt gerichtet. Wenn wir jetzt den Anker weiterdrehen in die Stellung *IV*, so kommt die vordere Ecke des entgegengesetzten Ankerpoles und daher die gesamten, zwischen zwei aufeinander folgenden Polen liegenden Leiter unter den Gehäusepol. Wir setzten voraus, daß an der Stelle, wo Leiter liegen, kein Fluß in den Pol tritt. Auf der linken Seite der Wicklung wirken die MMKe M_1 und M_2 in gleicher Richtung, es steht ein Nordpol des Gehäuses über einem Südpole des Ankers, für die Gesamtwirkung kommt die Summe $(M_1 + M_2)$ in Betracht. Auf der rechten Seite der Wicklung dagegen wirken die beiden MMKe einander entgegen, es stehen zwei Nordpole sich gegenüber; daher ist für die Gesamtwirkung die Differenz $(M_1 - M_2)$ in Betracht zu ziehen. Als Gesamtenergie erhalten wir demnach

$$W_{\mathrm{IV}} = \frac{m}{8\pi} \frac{b\,r_0}{2\,p} [(M_1 + M_2)^2 (\Theta - \vartheta) + (M_1 - M_2^2) (\vartheta + \beta - 2\,\Theta + \alpha)].$$

Durch die Differentiation nach ϑ ergibt sich das Drehmoment zu

$$D_{\mathrm{IV}} = \frac{m}{8\pi} \frac{b\,r_0}{2\,p} [(M_1 - M_2)^2 - (M_1 + M_2)^2]$$

und mit den eingeführten Abkürzungen erhält man

$$IV;\; (2\,\Theta - \alpha - \beta) < \vartheta < \Theta;\; D_{\mathrm{IV}} = -\,4\,v\,D_0 \quad . \quad 69_{\mathrm{IV}}).$$

Schieben wir den Anker jetzt noch weiter vor, so wiederholen sich dieselben Stellungen wie bisher, jedoch mit dem Unterschiede, daß die Anker-MMK entgegengesetzt gerichtet ist. Wir werden also die selben Formeln erhalten, nur müssen wir M_2 und damit v negativ einsetzen. Somit wird

$$\left.\begin{array}{l} V;\; \Theta < \vartheta < (\Theta - \alpha); \\ D_{\mathrm{V}} = +\,(1 - v)^2 D_0 \end{array}\right| \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 69_{\mathrm{V}}),$$

$$\left.\begin{array}{l} VI;\; (2\,\Theta - \alpha) < \vartheta < (2\,\Theta - \beta); \\ D_{\mathrm{VI}} = 0 \end{array}\right| \quad . \quad . \quad 69_{\mathrm{VI}}),$$

$$\left.\begin{array}{l} VII;\; (2\,\Theta - \beta) < \vartheta < (3\,\Theta - \alpha - \beta); \\ D_{\mathrm{VII}} = -\,(1 - v)^2 D_0) \end{array}\right| \quad . \quad 69_{\mathrm{VII}}),$$

$$\left.\begin{array}{l} VIII;\; (3\Theta - \alpha - \beta) < \vartheta < 2\,\Theta; \\ D_{\mathrm{VIII}} = +\,4\,v\,D_0 \end{array}\right| \quad . \quad . \quad 69_{\mathrm{VIII}}).$$

Lassen wir ϑ noch größer werden, so wiederholen sich dieselben Werte des Drehmoments, denn der Anker hat sich jetzt um eine doppelte Polteilung (beim zweipoligen Anker also um 360°) weiterbewegt.

Sehen wir uns jetzt die Formeln für die Stellungen *I* bis *VIII* etwas näher an, so fällt ohne weiteres auf, daß in den Stellungen *VI*, *VII*, *VIII* und *I* dieselben Drehmomente auftreten, wie für die Stellungen *II*, *III*, *IV* und *V*, nur mit entgegengesetztem Vorzeichen und in anderer Reihenfolge. Wir können unsere Überlegungen also auf die Hälfte der betrachteten Ankerbewegung beschränken, also beispielsweise, da $D_{\mathrm{VI}} = 0$ ist, auf die Stellungen *VII*, *VIII* und *I*. In Stellung *VII* haben wir ein sehr kleines negatives Drehmoment; dies kann uns nichts nützen, also bleiben die Stellungen *VIII* und *I* übrig.*) Der ausnutzbare Drehwinkel beträgt in Stellung *VIII*:

$$2\,\Theta - (3\,\Theta - \alpha - \beta) = \alpha + \beta - \Theta$$

und in Stellung *I*: $\Theta - \alpha$, also zusammen ist er gleich dem Polwinkel β. Wird dagegen der Anker nicht erregt, so ist $v = 0$ und wir haben als ausnutzbaren Drehwinkel allein den von Bereich *I*, also $(\Theta - \alpha)$ und dieser Winkel ist nach Voraussetzung kleiner als β. Ist aber $\beta < (\Theta - \alpha)$, so zeigt Fig. 15*a* ohne weiteres, daß dann überhaupt nur der Winkel β als Drehbereich in Betracht kommt, der nun an sich schon klein ist. Wir müssen also β so groß wie möglich wählen; er darf jedoch nicht größer als α werden, da sonst infolge der Streulinien an der rechten Polecke (siehe Stellung *II*, gestrichelter Anker) das Drehmoment sehr bald verkleinert wird, ehe noch die beiden Kanten sich decken (dies ist der Fall, wenn $\vartheta = \Theta - \beta$). Es steht jedoch nichts im Wege, den Winkel α groß zu wählen; wie weit darf man aber nun gehen? Dazu wollen wir das Arbeitsvermögen berechnen. Da das Drehmoment in jedem Bereich einen konstanten Wert hat, so dürfen wir einfach mit dem jeweiligen Drehwinkel multiplizieren, um das Arbeitsvermögen zu erhalten. Wir erhalten danach für die Bereiche *VIII* und *I* dafür den Wert

$$\left.\begin{array}{l} A = [4\,v\,(\alpha + \beta - \Theta) + (1 + v)^2 (\Theta - \alpha)]\,D_0 \\ \text{oder} \\ A = [4\,v\,\beta + (1 - v)^2 (\Theta - \alpha)]\,D_0 \end{array}\right| \quad . \quad 70).$$

*) Unter Umständen kann das Drehmoment in Stellung *VII* auch einen positiven Wert annehmen. Nehmen wir nämlich einen endlichen Luftspalt q an, so erhalten wir für das Drehmoment einen Ausdruck ähnlich Gleichung 67), in welchem jedoch sowohl die beiden Glieder der eckigen Klammer als auch M_2 entgegengesetzte Vorzeichen wie dort besitzen. Berechnen wir dann das Arbeitsvermögen des Ankers in dem Drehbereich *VII*, so finden wir, daß für die etwa $v = 1$ die Arbeit positiv wird; jedoch beträgt sie nur wenige Prozent des Arbeitsvermögens in den Bereichen *VIII* und *I*. Daher können wir den Bereich *VII* vollständig vernachlässigen. Ist dagegen $v = 0$, so ist das Drehmoment negativ gleich dem in der Stellung *I* und ein negatives Moment ist stets unerwünscht.

Digitized by Google

Das zweite Glied in der Klammer ist, abgesehen von kleinen Werten von v, infolge des Produktes zweier Differenzen nur sehr klein gegenüber dem ersten. Es kommt also nur auf β an und damit ist uns die Richtschnur gegeben. Wir machen α so groß, wie es die Rücksicht auf Unterbringung der Wicklung irgend erlaubt und und lassen den Winkel β etwas kleiner, um die schädliche Streuung zu verringern. Der theoretische Grenzfall, der selbstverständlich nicht erreicht werden kann, ist hier also $\alpha = \beta = \Theta$. Nehmen wir an, daß das Drehmoment auf dem ganzen Wege konstant bleiben soll, so müssen wir $4v = (1+v)^2$ wählen, also $v = 1$; dann ist aber das Arbeitsvermögen des Magnetes mit gewickeltem Anker im theoretischen Grenzfalle

$$A = D_0 . 4\Theta \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 71a).$$

Zum Vergleich ziehen wir den auf Seite 864 und ff., E. u. M. 1910 besprochenen „abgesetzten Anker" heran, der das größte Drehmoment ergab. Nach Fig. 7 auf Seite 867 ist der Drehwinkel im theoretischen Grenzfalle bei mehrpoliger Ausführung $\beta = \frac{\Theta}{2}$ und dann erhalten wir nach Gleichung 32) mit Einführung der Größe D_0 und mit $q = \infty$ das größtmögliche Arbeitsvermögen zu

$$A = D_0 \frac{\Theta}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 71b).$$

Der praktisch ausnutzbare Drehwinkel im Verhältnis zum theoretischen Grenzwert dürfte in beiden Fällen gleich groß sein und damit erhalten wir als Ergebnis unserer Untersuchung: Das Drehmoment ist infolge der auf den Anker gebrachten Wicklung auf den vierfachen Wert, der Drehwinkel auf den doppelten Wert, das Arbeitsvermögen demnach auf den achtfachen Wert gestiegen. Vorausgesetzt ist hierbei, um nochmals darauf hinzuweisen, daß die Durchflutung des Ankers gleich der des Gehäuses ist.

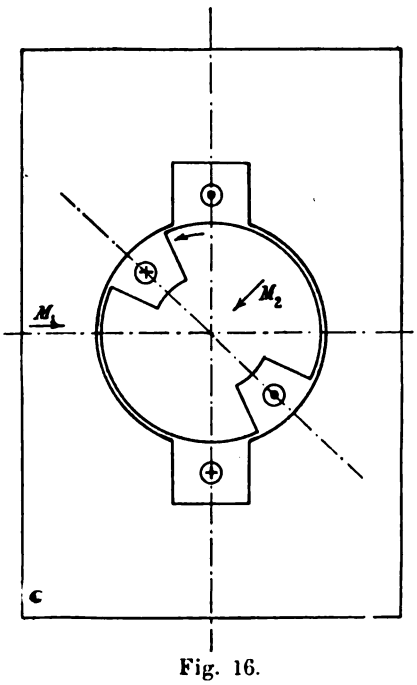


Fig. 16.

Bei dem Entwurf eines solchen Magneten kommt es vor allem darauf an, ihm eine solche Form zu geben, daß die angenommene Flußverteilung auch wirklich zustande kommt. Der Magnet wird daher etwa ein Aussehen erhalten, wie es in Fig. 16 gezeigt ist*).

*) In der E. T. Z. 1913, Seite 113, ist ein Vortrag von M. Dolivo-Dobrowolsky: „Über Verwendung von Eisen in elektrischen Meßinstrumenten" abgedruckt. Der dort in Fig. 1 dargestellte Elektromagnet gehört auch zu der eben besprochenen Art. Das Arbeitsvermögen wird im theoretischen Grenzfall ebenfalls durch Gleichung 71a) dargestellt, doch bei gleicher Durchflutung ist dort das Drehmoment kleiner, da die Spule nicht in das Eisen eingelassen und daher der Luftspalt wesentlich größer ist als in unserer Fig. 16.

IV. Berücksichtigung der Sättigung.

a) Allgemeine Beziehungen.

Betrachtet man die Gleichung 14a) bis 14c) meiner früheren Arbeit genauer, so sieht man bald, daß jede von ihnen mit Hilfe der Gleichung 1a), bezw. 8) und 9), sich leicht in die anderen überführen läßt. Da nun bei der Ableitung dieser Gleichungen der Widerstand des Eisens vernachlässigt wurde, so kommt man leicht zu dem Schluß, daß die Gleichung 14a) oder 14b) allgemein gilt, wenn man nur die Größe M oder Φ auf den Luftspalt allein bezieht. Bezeichnet also M_l die magnetische Spannung am Luftspalt (beide Luftspalte zusammengerechnet, mithin für einen magnetischen Kreis), Φ den den Luftspalt durchdringenden Fluß, den Nutzfluß; und ist λ die Leitfähigkeit des Luftspaltes, so müßten ganz allgemein die Gleichungen gelten:

$$D = \frac{1}{8\pi} M_l^2 \frac{d\lambda}{d\vartheta} = \frac{1}{8\pi} \frac{\Phi^2}{\lambda^2} \frac{d\lambda}{d\vartheta} \quad . \quad . \quad . \quad 72).$$

Hiebei ist jedoch wohl zu beachten, daß M_l und Φ für jeden Wert von ϑ andere Werte haben können. Wir wollen nun versuchen, die Richtigkeit dieser Überlegungen graphisch zu bestätigen.

Zu dem Zwecke zeichnen wir uns die Magnetisierungskurve für den zu untersuchenden Apparat auf, wobei der Anker in der Anfangsstellung ist (Kurve K_1

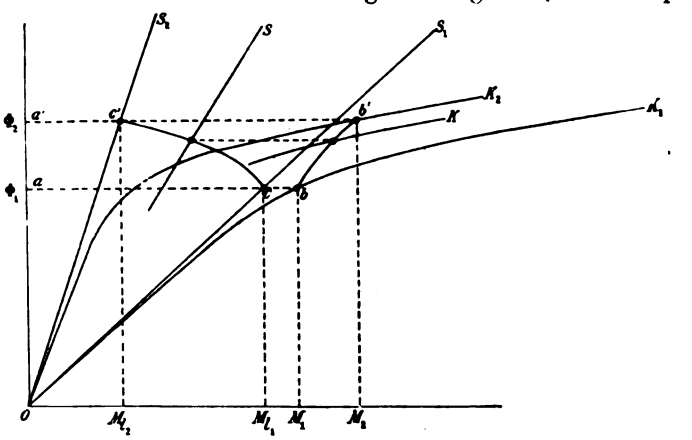


Fig. 17.

in Fig. 17). Als Ordinate ist hiebei der Nutzfluß aufgetragen, als Abszisse die von der Spule erzeugte MMK; bei einer experimentell aufgenommenen Kurve sind daher die Ordinaten um den Streufluß zu verkleinern. Auch setzen wir voraus, daß dieser gegenüber dem Gesamtfluß nur klein ist, da die folgenden Entwicklungen streng nur für ein streuungsfreies System gelten. Ferner ziehen wir den Strahl S_1, der die Magnetisierungskurve des Luftspaltes darstellt; dann ist der zwischen dem Strahl S_1 und der Kurve K_1 liegende Abszissenabschnitt gleich dem magnetischen Spannungsabfall im Eisen, der mit M_e bezeichnet werde. Diese Größe M_e ist nur von dem Nutzfluß abhängig, dagegen nicht von den Abmessungen des Luftspaltes und wir können uns für einen bestimmten Apparat aus einer aufgenommenen Magnetisierungskurve eine Kurve $\Phi = f(M_e)$ ableiten und diese dann mit jedem beliebigen Luftspalt verwenden. Wir tragen jetzt in unser Bild einen zweiten Strahl S_2 ein als Magnetisierungskurve des Luftspaltes in der Endstellung und vergrößern seine Abszissen um den der Ordinate entsprechenden Wert M_e, so erhalten wir die Kurve K_2 als Magnetisierungskurve des Apparates für die Endstellung. Es sei nun angenommen, daß die Spule in der Anfangsstellung die MMK M_1

Digitized by Google

und einen Fluß Φ_1 erzeuge (Punkt b der Kurve K_1); durch irgendwelche Stromregelung gelangen wir nun während der Bewegung des Ankers auf der Kurve bb' zum Punkte b' der Kurve K_2, so daß wir jetzt eine MMK M_2 und einen Fluß Φ_2 haben. Die Wagrechten durch b und b' treffen die Strahlen S_1 und S_2 in den Punkten c und c' und wir erhalten so am Luftspalt die Spannungen M_{l1} und M_{l2} in den beiden Ankerstellungen. Dazwischen liegende Punkte der Übergangskurve cc' kann man leicht erhalten, wenn man einen beliebigen Strahl S zieht, die zugehörige Kurve K zeichnet und deren Durchschnittspunkt mit der Kurve bb' auf den Strahl herüberprojiziert.

Nach den Ausführungen von Emde in seinem in der E. T. Z. 1908, Seite 817, abgedruckten Vortrag sind die verschiedenen hier in Betracht kommenden Energiegrößen bei jeder beliebigen Magnetisierungskurve ganz bestimmten Flächen proportional und bei der (M, Φ-) Kurve (wie in Fig. 17) heißt die Proportionalitätskonstante $\frac{1}{4\pi}$.

Die Energiegrößen und die ihnen proportionalen Flächen sind die folgenden:

Energie	Zeichen	Fläche
Die magnetische Energie der Anfangslage	W_1	$ObaO$
Die magnetische Energie der Endlage	W_2	$Ob'a'O$
Die von der Stromquelle gelieferte elektromagnetische Energie	Ω	$abb'a'a$
Die mechanische Arbeit	A	$Obb'O$

Wie man sich leicht an Hand der Abbildung überzeugt, gilt die frühere Gleichung 5) ganz allgemein, das heißt, es ist

$$A = W_1 + \Omega - W_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5).$$

Wenn wir jetzt nicht mehr den ganzen magnetischen Kreis, sondern nur die Vorgänge im Luftspalte betrachten, so können wir ganz ähnliche Beziehungen finden. Die entsprechenden Größen und Flächen sind hier:

Energie	Zeichen	Fläche
Die magnetische Luftspaltenergie der Anfangslage	W_{l1}	$OcaO$
Die magnetische Luftspaltenergie der Endlage	W_{l2}	$O'ca'O$
Die von der Stromquelle gelieferte Luftspaltenenergie	Ω_l	$acc'a'\alpha$
Die mechanische Arbeit	A_l	$Occ'O$

Auch hier gilt die Beziehung

$$A_l = W_l' + \Omega_l - W_{l2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5a)$$

wie man sich leicht an Hand der Figur überzeugen kann, und es handelt sich nur darum, festzustellen, welche Bedeutung der Größe A_l zukommt. Zu diesem Zwecke wollen wir die einzelnen Größen analytisch darstellen. Wenn wir beachten, daß $\Phi = \lambda M_l$ ist, so erhalten wir

$$\left.\begin{aligned} W_{l1} &= \frac{1}{4\pi}\int_0^{\Phi_1} M_l \,d\Phi = \frac{1}{4\pi}\lambda_1 \int_0^{M_{l1}} M_l \,d M_l = \\ &= \frac{1}{8\pi} M_{l1}^2 \lambda_1 = \frac{1}{8\pi} M_{l1}\Phi_1 \\ W_{l2} &= \frac{1}{4\pi}\int_0^{\Phi_2} M_l \,d\Phi = \frac{1}{4\pi}\lambda_2 \int_0^{M_{l2}} M_l \,d M_l = \\ &= \frac{1}{8\pi} M_{l2}^2 \lambda_2 = \frac{1}{8\pi} M_{l2}\Phi_2 \end{aligned}\right\} \quad . \quad 73),$$

$$\Omega_l = \frac{1}{4\pi}\int_{\Phi_1}^{\Phi_2} M_l \,d\Phi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 74).$$

Für die entsprechenden Größen des ganzen magnetischen Kreises erhalten wir jetzt

$$\left.\begin{aligned} W_1 &= \frac{1}{4\pi}\int_0^{\Phi_1} M \,d\Phi = \frac{1}{4\pi}\int_0^{\Phi_1} (M_l + M_e)\,d\Phi = \\ &= W_{l1} + \frac{1}{4\pi}\int_0^{\Phi_1} M_e \,d\Phi \\ W_2 &= \frac{1}{4\pi}\int_0^{\Phi_2} M \,d\Phi = \frac{1}{4\pi}\int_0^{\Phi_2} (M_l + M_e)\,d\Phi = \\ &= W_{l2} + \frac{1}{4\pi}\int_0^{\Phi_2} M_e \,d\Phi \end{aligned}\right\} \quad 73a).$$

$$\left.\begin{aligned} \Omega &= \frac{1}{4\pi}\int_{\Phi_1}^{\Phi_1} M \,d\Phi = \frac{1}{4\pi}\int_{\Phi_1}^{\Phi_2} (M_l + M_e)\,d\Phi = \\ &= \Omega_l + \frac{1}{4\pi}\int_{\Phi_1}^{\Phi_2} M \,d\Phi \end{aligned}\right\} \quad 74a).$$

Nun ergibt sich nach Gleichung 5) die mechanische Arbeit des Ankers zu

$$A = W_{l1} + \frac{1}{4\pi}\int_0^{\Phi_1} M_e \,d\Phi + \Omega_l + \frac{1}{4\pi}\int_{\Phi_1}^{\Phi_2} M_e \,d\Phi - W_{l2} - \frac{1}{4\pi}\int_0^{\Phi_2} M_e \,d\Phi.$$

Für ein bestimmtes Magnetsystem gibt es aber nur eine (M_e, Φ)-Kurve, wie schon oben gesagt, wenn keine Streuung vorhanden ist und diese Kurve ist vollständig unabhängig von den Abmessungen des Luftspaltes, also auch von der Stellung des Ankers. Daher können wir schreiben:

$$\frac{1}{4\pi}\int_0^{\Phi_1} M_e \,d\Phi + \frac{1}{4\pi}\int_{\Phi_1}^{\Phi_2} M_e \,d\Phi = \frac{1}{4\pi}\int_0^{\Phi_2} M_e \,d\Phi;$$

die Integrale in der Energiegleichung geben zusammen den Wert Null und wir erhalten schließlich

$$A = W_{l1} + \Omega_l - W_{l2} = A_l \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 75).$$

Die beiden Flächen $Obb'O$ und $Occ'O$ sind also gleich groß und die Größe A_l, die sich nur auf den Luftspalt bezieht, stellt die mechanische Arbeit des Ankers dar.

Jetzt können wir dieselben Überlegungen anstellen wie im Abschnitt I*b* und gelangen damit zu dem sehr wichtigen Ergebnis, daß es für die Berechnung der in einem Elektromagneten auftretenden Kräfte stets genügt, die Vorgänge im Luftspalt zu betrachten, daß also die Sättigung des Eisens dafür belanglos ist. Beim Drehmagneten können wir also unter allen Umständen die Drehmomentgleichung 72) benutzen, wenn wir die Spannung am Luftspalt oder den Fluß für jede Stellung aus der Magnetisierungskurve neu berechnen.

Digitized by Google

b) Anwendung der gefundenen Regeln.

Die soeben gefundenen Beziehungen wollen wir jetzt zur Berechnung eines Drehmagneten benutzen. Angenommen, wir hätten einen Drehmagneten mit konstanter Erregung, also etwa ein Stromrelais, das durch Gleichstrom oder Wechselstrom betätigt werde. Die MMK ist daher konstant und da wir annehmen wollen, daß der magnetische Widerstand des Eisens nicht mehr zu vernachlässigen ist, sondern beim Vorrücken des Ankers infolge der ansteigenden Induktion wächst, so ist die magnetische Spannung am Luftspalt nicht mehr konstant und wir müssen zu ihrer Bestimmung eine Flußkurve für das gewählte Magnetsystem durch Versuch aufnehmen. In Fig. 18 ist nun ein Relaismagnet

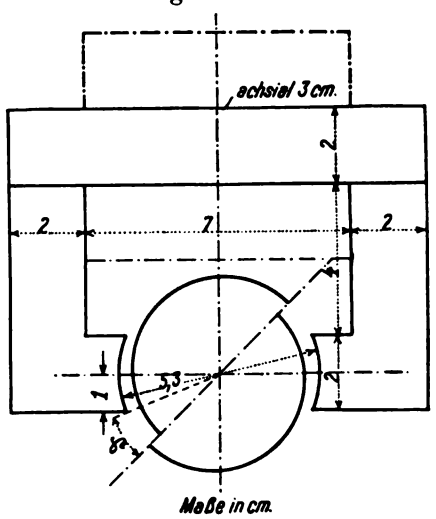


Fig. 18.

abgebildet, wie er von den Siemens-Schuckert Werken insbesondere für die Betätigung der Hochspannungsschalter seit Jahren geliefert wird. Von diesem Magneten habe ich vor längerer Zeit, gelegentlich einer anderen Untersuchung, eine Spannungstromkurve aufgenommen und außerdem eine Reihe von Streuungs- und Drehmomentmessungen gemacht.

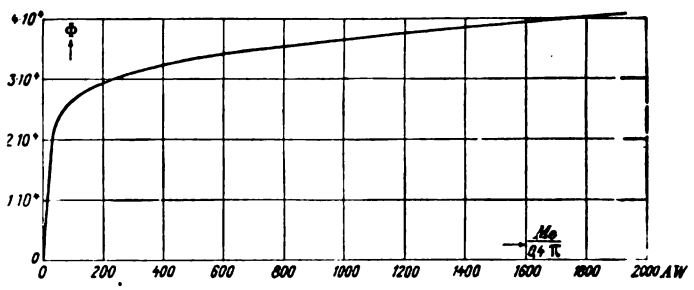


Fig. 19.

Auf Grund dieser Messungen habe ich nun die in Fig. 19 wiedergegebene Kurve abgeleitet, in welcher der nutzbare Fluß Φ über dem magnetischen Spannungsverbrauch im Eisen aufgetragen ist; als Einheit der magnetischen Spannung ist dabei die Amperewindung gewählt worden. Diese Kurve gilt natürlich nur für das eine Magnetsystem, sie ermöglicht jedoch (wie schon oben erwähnt) insofern eine erweiterte Anwendung, als man einen beliebig gestalteten Anker in das Magnetsystem setzen darf; auch können die Pole ohne merklichen Fehler verbreitert werden, da die Induktion in ihnen geringe Werte hat und der größte Teil des magnetischen Spannungsverlustes im Innern der Spule auftritt. Für den Anker wollen wir eine Form wählen, die uns ein möglichst großes und zugleich ansteigendes Drehmoment gibt. Ein solcher Anker ist in Fig. 20 abgewickelt dargestellt; die Unstetigkeitsstelle unter dem Pole erzeugt ein starkes Drehmoment und dem Luftspalt müssen wir eine solche Form geben, daß er die gestellten Bedingungen erfüllt. Es sei x (der Luftspalt an der Stelle φ) durch eine Gleichung etwa von der folgenden Form gegeben:

$$\frac{1}{x} = a + b\varphi + c\varphi^2.$$

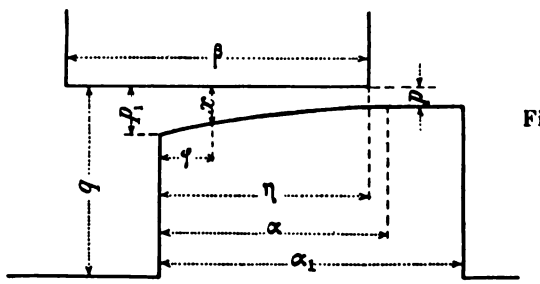


Fig. 20.

Die magnetische Luftspaltenergie für die Stellung η_l beträgt nun

$$W_l = \frac{1}{8\pi}\left[M_l^2 \int_0^{\eta_l} \frac{b r_0 \, d\varphi}{2x} + M_l^2 \frac{b r_0}{2q}(\beta - \eta_l)\right],$$

und nach Einsetzung des Wertes von x und Integration erhält man

$$W_l = \frac{1}{8\pi} M_l^2 \frac{b r_0}{2}\left[a\eta + \frac{b}{2}\eta_l^2 + \frac{c}{3}\eta_l^3 + \frac{1}{q}(\beta - \eta)\right].$$

Durch Differentiation dieses Ausdrucks nach η_l erhält man das Drehmoment zu

$$D = \frac{1}{8\pi} M_l^2 \frac{b r_0}{2}\left[a + b\eta_l + c\eta_l^2 - \frac{1}{q}\right].$$

Wir wollen nun annehmen, daß das Drehmoment linear ansteige, dann ist $c = 0$ zu setzen; führt man die in Fig. 20 eingetragenen Zeichen ein, so lautet für diesen Fall die Gleichung des Luftspaltes

$$x = \frac{p}{1 - \varepsilon\left(1 - \frac{\varphi}{\alpha}\right)} \quad \ldots\ldots 76),$$

worin zur Abkürzung $\varepsilon = \frac{p_1 - p}{p_1}$ gesetzt ist; ferner soll sein $\varepsilon_0 = \frac{q - p}{q}$ und $\Lambda = \frac{b r_0}{p}$ dann erhält man für $c = 0$ aus den oben gefundenen Formeln die magnetische Energie

$$W_l = \frac{1}{8\pi} M_l^2 \frac{\Lambda}{2}\left[(1 - \varepsilon_0)\beta + (\varepsilon_0 - \varepsilon)\eta + \frac{\varepsilon}{2\alpha}\eta^2\right] \quad \ldots 77)$$

und das Drehmoment

$$D = \frac{1}{8\pi} M_l^2 \frac{\Lambda}{2}\left[\varepsilon_0 - \varepsilon\left(1 - \frac{\eta}{\alpha}\right)\right] \quad \ldots 78).$$

Nun kann man nach Gleichung 2) für die magnetische Luftspaltenergie bei einer bestimmten Ankerstellung auch schreiben $W_l = \frac{1}{8\pi} M_l \Phi$; nach Gleichung 1*a*) ist aber $\Phi = M_l \lambda$ und daher erhält man aus Gleichung 77) für die magnetische Leitfähigkeit des Luftspaltes

$$\lambda = \frac{\Lambda}{2}\left[(1 - \varepsilon_0)\beta + (\varepsilon_0 - \varepsilon)\eta + \frac{\varepsilon}{2\alpha}\eta^2\right] \quad \ldots 79).$$

Digitized by Google

Jetzt sind wir in der Lage, das Drehmoment für eine beliebige Stellung zu berechnen. Wir gehen dabei am zweckmäßigsten in folgender Weise vor: Das Drehmoment soll für eine gegebene konstante MMK, etwa entsprechend 1000 AW, berechnet werden; wir nehmen zunächst einen Fluß Φ an und greifen aus der Fig. 19 den ihm entsprechenden Spannungsabfall im Eisen ab. Die Differenz dieses Wertes und der gegebenen MMK (1000 AW) ist nun der Spannungsabfall im Luftspalt; die Division des Flusses durch diesen letzten Wert ergibt dann die Leitfähigkeit λ des Luftspaltes und nun kann man aus Gleichung 79) die Ankerstellung, nämlich η, berechnen, denn alle übrigen darin vorkommenden Größen sind gegeben, also bekannt. Man kann sich die Arbeit dadurch etwas vereinfachen, daß man λ aus Gleichung 79) über den ganzen Drehbereich aufträgt und dann nur den entsprechenden Winkel abgreift. Auf diese Weise wurden die Drehmomentkurven in Fig. 21 für den oben berechneten Anker (Fig. 20) entwickelt. Hierbei sind die folgenden Abmessungen gewählt worden:

$$\alpha_1 = \beta = 0{\cdot}4\,\pi = 72^0; \quad \alpha = 0{\cdot}3\,\pi = 54^0; \quad r_0 = 2{\cdot}65 \text{ cm};$$

$$b = 3 \text{ cm}; \quad p = 0{\cdot}1 \text{ cm}; \quad \Lambda = \frac{2{\cdot}65 \,.\, 3}{0{\cdot}1} = 79{\cdot}5 \text{ cm}; \quad q = 1 \text{ cm}$$

$$(\text{also } \varepsilon_0 = 0{\cdot}9);$$

für den großen Luftspalt p_1 wurden drei Werte gewählt, nämlich

$$p_1 = 0{\cdot}1 \text{ cm}; \quad p_1 = 1/7 \text{ cm}; \quad p_1 = 1/4 \text{ cm};$$

also ist

$$\varepsilon = 0; \qquad \varepsilon = 0{\cdot}3; \qquad \varepsilon = 0{\cdot}6.$$

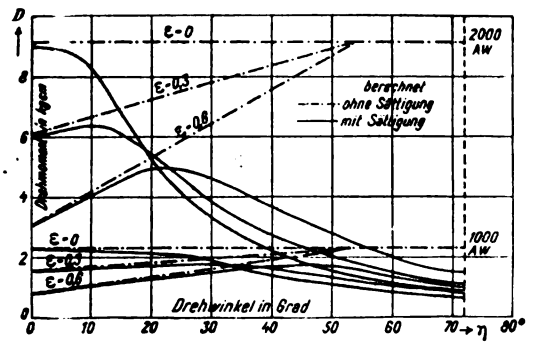


Fig. 21.

Die Fig. 21 enthält Drehmomentkurven für diese drei Ankerformen bei einer Erregung mit 1000 und mit 2000 AW; außerdem wurden die entsprechenden Kurven bei Vernachlässigung der Sättigung eingezeichnet (gerade Linien). Man erkennt sofort, daß die Sättigung einen außerordentlich großen Einfluß auf den Verlauf des Drehmoments hat, nur bei schwacher Erregung und großem Luftspalt darf man ihren Einfluß vernachlässigen. Wir können daher aus diesen Entwicklungen den Schluß ziehen, daß für den beabsichtigten Zweck das Eisen des Magnetsystems zu schwach ist und daß vor allen Dingen das die Spule tragende Joch verstärkt werden müßte, da dieses auch noch den Streufluß führen muß. Bei der Berechnung des Drehmoments wurde bei der Ankerkurve mit $\varepsilon = 0$ und 2000 AW in der Stellung $\eta = 14^0$ ein Fluß von $\Phi = 30.000$ Kraftlinien gefunden; der Streufluß beträgt bei dieser Erregung nach früheren Messungen etwa 50.000 Kraftlinien und somit der Gesamtfluß im Joch 80.000 Kraftlinien. Der Querschnitt des Joches beträgt (2×3) cm² und wenn wir 10% Papierisolation rechnen, so ist die Induktion im Joch $\frac{80000}{6 \,.\, 0{\cdot}9} = 14800$. Es ist hier zu beachten, daß dieses Magnetsystem eine sehr große Streuung besitzt, so daß die (M_e, Φ)-Kurve (Fig. 19) von den Abmessungen des Luftspaltes nicht mehr ganz unabhängig sein wird, wie oben vorausgesetzt wurde. Doch ist dieser Fehler nur klein gegenüber den Abweichungen, die die Vernachlässigung der Sättigung hervorruft.

(Schluß folgt.)

Die elektrische Straßenbahn in Konstantinopel.

Von Ober-Ing. **P. Poschenrieder.**

Die Hauptstadt des türkischen Reiches, Konstantinopel, besaß vor dem Ausbruch des Balkankrieges mehrere Pferdebahnlinien, und zwar in den Vorstädten Galata und Pera (vergl. Fig. 1): 1. Von Asab Kapu (Tor bei der alten Brücke) durch Galata und Tophane bis zur Ortakjöi-Moschee; 2. von Galata nach Pera und Pancaldi bis Schischli. Ferner in der Türkenstadt Stambul von der neuen Brücke am Hyppodrom vorbei bis Ak Serai und von hier einerseits bis Jedicule (Schloß der sieben Türme), andererseits bis Top Kapu (Kanonentor).

Die Straßenbahn in Konstantinopel ist im Besitz einer ottomanischen Aktiengesellschaft. Ein Teil der Aktien ist in den Händen des sogenannten „Konsortium Konstantinopel", deren Geschäftsführerin die Sofina (Société Financière de Transports et d'Entreprises Industrielles) in Brüssel ist. Im Jänner 1911 kam ein Vertrag mit den türkischen Behörden zustande, der den Umbau der bestehenden Pferdebahnlinien auf elektrischen Betrieb zum Gegenstand hatte.

Die für den vorerwähnten Umbau nötigen Arbeiten wurden auch noch im Jahre 1911 aufgenommen, erlitten jedoch bald eine Unterbrechung durch den inzwischen ausgebrochenen Balkankrieg. Während dieses Krieges mußte der Pferdebahnbetrieb ganz eingestellt werden, weil sämtliche Pferde der Bahn an die Heeresverwaltung abgeliefert werden mußten. Die Bauarbeiten wurden ferner noch durch die langsame Durchführung der notwendigen Straßenregulierungen verzögert. Immerhin hat man sich nach dem Ende des Krieges entschlossen, keine Pferde mehr anzuschaffen, sondern gleich auf elektrischen Betrieb überzugehen und am 4. August 1913 konnte der Probebetrieb auf der Strecke Ortakjöi—Karakjöi stattfinden. Dem öffentlichen Verkehre übergeben war bis 1. November 1913 nur die etwa 4 *km* lange Strecke Tunnel—Schischli. Bei einer Wagenfolge von vier Minuten, die durch ein eingeleisiges Stück der Linie bedingt ist, kann in den Abendstunden — selbst bei Verwendung von zwei Anhängewagen — das Verkehrsbedürfnis kaum befriedigt werden*).

*) Diese Zeilen wurden anfangs November 1913 niedergeschrieben. Seit dieser Zeit sind weitere Bahnlinien in Betrieb genommen worden. Am 7. Feber 1914 lieferte die Drehstromzentrale in Silightar zum ersten Male Strom in das Straßenbahnnetz. Ein ausführlicher Aufsatz über „Die Ausgestaltung der Verkehrsmittel in Konstantinopel" von Gustav Herlt erschien in „Rundschau für Technik und Wirtschaft" Nummer 22 vom 24. November 1913, Seite 368.

Digitized by Google

In Silightar, am Ende des Goldenen Horns (im Tal der süßen Wässer von Europa), befindet sich ein großes Lichtkraftwerk der S. O. E. (Société Ottomane d'Electricité) im Bau, von welchem auch die elektrische Energie zum Betriebe der Straßenbahnen geliefert werden wird. Da dieses Kraftwerk erst im Frühjahr 1914 den Betrieb aufnehmen kann, so wurde ein provisorisches, kleines Kraftwerk in Cabatache bei Galata errichtet, für welches zwei Heißdampflokomobile von R. Wolf in Buckau-Magdeburg zur Aufstellung gelangten, die mittels Riemen je eine Gleichstromdynamo (der Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke) von

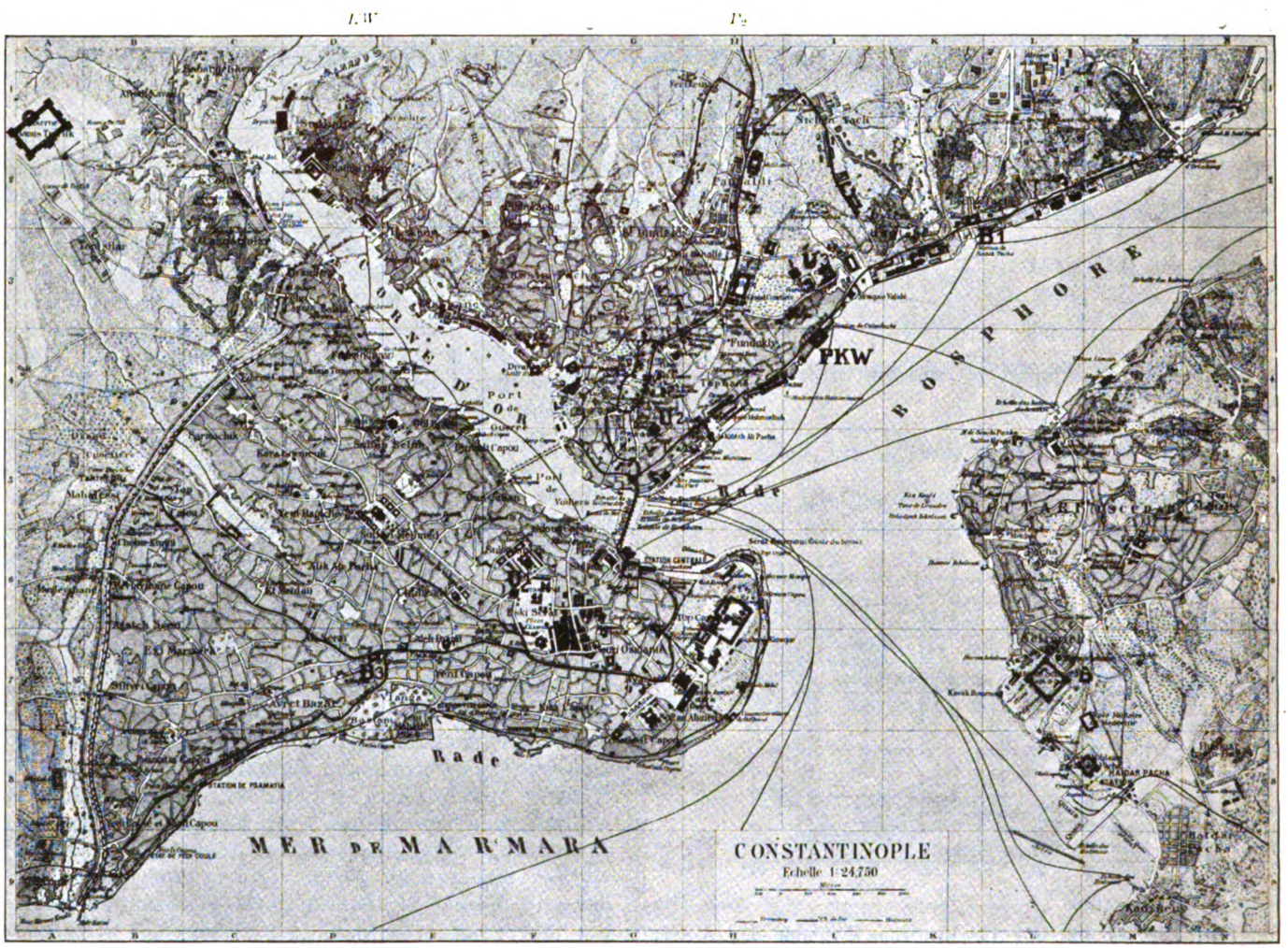


Fig. 1. Lageplan der Stadt Konstantinopel.

——— = Trasse der Straßenbahn. *KW* = Kraftwerk in Silightar. *PKW* = Provis. Kraftwerk in Cabatache U_1 = Umformerwerk Bajasid. U_2 = Umformerwerk Galata. U_3 = Umformerwerk Taxim B_1 = Wagenhalle Bschik Tache. B_2 = Wagenhalle Schischli. B_3 = Wagenhalle Ak Serai.

200 *kW* bei 550 *V* antreiben. Ein zweites Provisorium soll in der Brauerei Bomonti aufgestellt werden.

Licht- und Kraftwerk Silightar.

Das in Silightar errichtete Kraftwerk besteht aus einer großen Halle (Eisenfachwerksbau mit Ziegelauskleidung) zur Aufnahme der Maschinen und Apparate mit anstoßendem Kesselhaus und einer Kohlentransportbahn (Elektrohängebahn), welche die mittels Schiff ankommenden Kohlen unmittelbar in die Kohlenbunker schafft.

Im Kesselhause kommen sechs Stück Wasserrohrkessel (System Babcok-Wilcox), von je 600 m^2 Heizfläche mit querliegendem Überhitzer und automatischer Beschickung, die Wasserreinigung und Speisepumpen zur Aufstellung.

Im Maschinenhause finden wir drei Dampfturbinen der Österreichischen Dampfturbinen-Gesellschaft von rund je 7000 *PS* mit direkt gekuppelten Drehstromdynamos (Patent Bláthy) für je 860 *A* bei 10.500 *V* und 1500 Umdrehungen in der Minute. Im Untergeschosse des Maschinenhauses sind die Kondensationsanlagen, Rohrleitungen, Kabelleitungen, Ventilatoren zur Kühlung der Dynamos usw. untergebracht.

Im gleichen Raume mit den Maschinen befinden sich alle zum Schalten und Regulieren notwendigen Apparate und — erhöht auf einem Podium — die Schaltpulte und Schalttafeln mit den für die Bedienung der gesamten Maschinenanlage notwendigen Handhaben sowie den Instrumenten. Die drei Hauptfernleitungen besitzen voneinander getrennte Schalttafeln; die Beleuchtung des ganzen Kraftwerkes geschieht durch einen besonderen Transformator.

Ein Laufkran von 60 *t* Tragkraft (zwei Laufkatzen zu 30 *t*), welcher elektrisch betätigt wird, bestreicht die Halle in ihrer ganzen Länge.

Umformerwerke.

Der hochgespannte Drehstrom wird — soweit er für Straßenbahnzwecke in Frage kommt — in unter-

Digitized by Google

irdisch verlegten Kabeln zu den drei Unterstationen Bajasid (in Stambul), Galata und Taxim (in Pera) geleitet, hier auf eine Spannung von etwa 430 *V* heruntertransformiert und nun den rotierenden Umformern zugeführt. Die erstgenannte Umformerstation besitzt vorläufig nur zwei, die beiden anderen Stationen je drei Drehstrom-Gleichstrom-Einankerumformer von je 400 *kW* Leistung bei 550 *V* Gleichstromspannung.

Die Schalttafeln bestehen aus Eisengerüsten mit Platten aus schwarzem Marmor und enthalten die üblichen Instrumente und Handhaben zur Bedienung für die in besonderen Zellen aus Duroplatten getrennt von den Schalttafeln untergebrachten Apparate. Jede Unterstation ist mit einem Lautkran versehen. Pufferbatterien sind — vorläufig wenigstens — nicht vorhanden. Von den Unterstationen leiten unterirdisch verlegte Kabel den Strom zu den verschiedenen Speisepunkten der Bahn. Die Messung des Stromes geschieht an der hochgespannten Drehstromseite, an den Schalttafeln der Umformerstationen.

Fahrleitungen.

Die Fahrleitungen sind für Bügelbetrieb eingerichtet. Die Mannesmann-Rohrmaste wurden in den Boden einbetoniert, erhielten jedoch — der engen Straßen wegen — keine Ziersockel, sondern nur Zierringe und an Stelle der sonst üblichen Zierkappe eine solche mit dem türkischen Halbmond. Die Fahrdrähte (Profildraht von 65 mm^2 Querschnitt) werden in bekannter Weise mittels Hängeisolatoren an den Quer- und Spanndrähten und diese wiederum durch Wirbelisolatoren oder Porzellannüsse von den Masten oder Wandrosetten isoliert. Streckentrenner, Blitzschutzvorrichtungen usw. sind in der oft beschriebenen Weise angebracht.

Der Bau der Oberleitungen in den nur teilweise regulierten Straßen war mit vielen Schwierigkeiten verbnnden, besonders in Stambul, wo in den sehr engen, vielfach gewundenen Straßen — der Holzhäuser wegen — keine Wandrosetten angebracht werden konnten, sondern durchwegs Maste aufgestellt werden mußten.

Wagenpark.

Für den Wagenpark sind vorläufig 40 Motorwagen I. Klasse und 70 Motorwagen II. Klasse sowie 20 Anhängewagen angeschafft worden; weiters wurden 31 Pferdebahnwagen neu hergerichtet und mit elektrischer Beleuchtungs- und Bremseinrichtung versehen. Die durchwegs gleich großen Motorwagen (Fig. 2) besitzen 18 Sitzplätze (Quersitze), 3 Stehplätze im Innern und je 7 Stehplätze auf jeder Plattform. Alle Motorwagen besitzen für die türkischen Frauen eine Abteilung, welche mittels eines verschiebbaren Vorhanges nach Bedarf größer oder kleiner gemacht werden kann. Die durchwegs zweiachsigen Wagen (2130 *mm* Achsstand) besitzen Lüftungsaufbau, teilweise geschlossene Plattformen mit zusammenschiebbaren Abschlußgittern, mechanische Sandstreuer usw.

Die elektrische Ausrüstung eines Motorwagens besteht aus zwei Wendepolmotoren von je 40 *PS* Stundenleistung, welche in üblicher Weise gelagert sind und mit Zahnrädern die Wagenachsen antreiben, je einem Fahrschalter mit neun Fahr- und sieben Bremsstufen auf jeder Plattform, einem auf dem Dache angebrachten Satz Anlaß- und Bremswiderstände, einem Bügelstromabnehmer mit Umlegevorrichtung, einem Selbstschalter (zugleich Handausschalter) und einem Handausschalter, einer Blitzschutzvorrichtung usw.

Der großen Gefälle wegen sind die Motorwagen mit elektromagnetischen Schienenbremsen, die Anhänge-

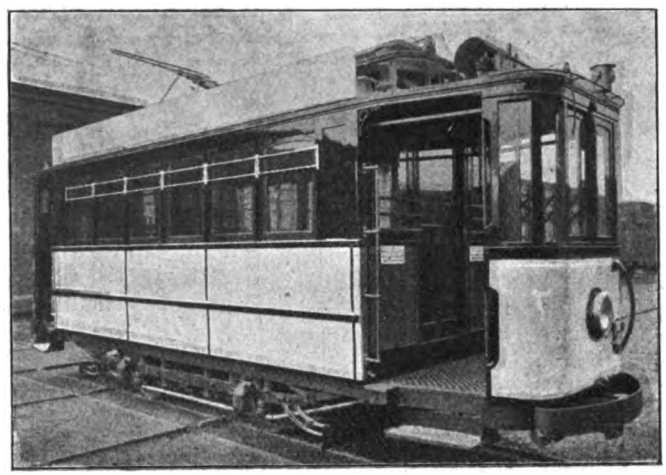


Fig. 2. Motorwagen.

wagen mit Solenoidbremsen ausgerüstet. Die Schienenbremsen können sowohl durch den Kurzschlußstrom der Motoren als auch durch den Oberleitungsstrom betätigt werden.

Wagenhallen, Werkstätte.

In Schischli befindet sich eine große, modern angelegte Wagenhalle (Eisenfachbau mit Ziegelauskleidung) mit meist durchgehenden Putzgruben. Diese sind mit Schienen versehen, auf dem eine Tischwinde mit Rädern verschoben werden kann, die zum Aus- und Einbinden der Motoren dient. Nächst der Wagenhalle befinden sich die Werkstätte und die Bureaugebäude.

Eine zweite Wagenhalle ist in Bechiktaih fertiggestellt, während eine dritte in Stambul an der Stelle des alten Pferdebahndepots (Ak Serai) aufgeführt werden wird.

An den Lieferungen für Konstantinopel sind unter anderen beteiligt:

1. Kraftwerk: Ganz & Cie. in Budapest;

2. Umformerwerke: Compagnie Française Thomson-Houston in Paris;

3. Speiseleitungen: Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft und Siemens-Schuckert-Werke;

4. Oberleitungen: Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin;

5. Wagenpark: *a*) Wagenuntergestelle: Preston Car Cie. in England; *b*) Wagenkasten: Société Anonyme France Belge in La Croyère. Van der Zypen & Charlier in Köln-Deutz und Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg; *c*) elektrische Ausrüstungen: Siemens-Schuckert-Werke (70 Motorwagen) und Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft (40 Motorwagen).

Digitized by Google

Die „Netzelimination" in mathematischer, elektrischer und zeichnerischer Behandlung.

Von Josef Herzog.

1. Die Strom- und Spannungsverteilung in elektrischen Netzen läuft mathematisch auf die Auflösung linearer Gleichungen hinaus.

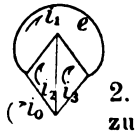
2. Diese Auflösung erfolgt durch schrittweise Elimination einer und derselben Unbekannten aus je zweien von ihnen.

3. Sobald daher diese Elimination rein elektrisch gedeutet wird, kann der Elektro-Ingenieur fachtreu seine Verteilungsaufgabe durchrechnen und durchzeichnen.

4. Die elektrische Deutung vollzieht sich in reziproker Weise an den Maschen und Knoten. Das Maschenöffnen entspricht dem Knotendecken, also Leerlauf dem Kurzschluß.

Elektrischer Vorgang für die Maschen.

1. Die Zahlenweiser 1, 2, . . beziehen sich auf die Maschen;
daher 1 2, 1 3 . . auf die Widerstände r ihrer scheidenden Leiter;
1 1, 2 2 . . bedeuten die Umfangssummen $r_{11} = r_{12} + r_{13}$ usw;
i sind die unbekannten Maschenströme;
e vorerst die einzige elektromotorische Kraft;



$$+ r_{11} i_1 - r_{12} i_2 - r_{13} i_3 = e \quad 1)$$
$$- r_{12} i_1 + r_{22} i_2 - r_{23} i_3 = o \quad 2)$$
$$- r_{13} i_1 - r_{23} i_2 + r_{33} i_3 = o \quad 3).$$

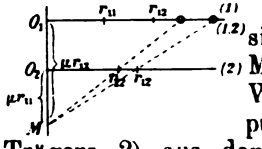
2. Um das Öffnen von Masche 1) zu 2) zu erreichen, wird e und die r von 1) mit $-\frac{r_{12}}{r_{11}}$ multipliziert, der gemeinsame Widerstand r_{12} ausgehoben und dadurch zu einer neuen Masche vereinigt:

$$\left(-\frac{r_{12}^2}{r_{11}} + r_{22}\right) i_2 + \left(-\frac{r_{13} r_{12}}{r_{11}} + r_{13}\right) i_3 = -e\frac{r_{12}}{r_{11}} \quad 1, 2).$$

Entsprechend öffnet man Masche 1) und 3) zu 1, 3) usw.

Aus n Maschen werden derart $n-1$ neue, mit denen man zu $n-2$ neuen und fortfahrend endlich bis zu einer einzigen gelangt, aus welcher ihr Strom bestimmt wird. Damit rückgehend folgen alle anderen Maschenströme.

Elektrographik der Maschenströme.



3. Elektrographisch ergibt sich dies vorerst durch parallele Maschenachsen als Träger der Widerstände r von den Nullpunkten O aus, Projektion des Trägers 2) aus dem Punkte M auf 1), wobei $O_1 M / O_2 M = r_{12}/r_{11}$ ist und Addition der $r_{(1)}$ mit den projizierten negativen $r_{(2)}$ zwecks einer neuen Maschenachse 1, 2) usw.

4. Sind in jeder Masche 1), 2) . . die elektromot. Kräfte e vorhanden, so setzen sich diese unbekannten Ströme i_1', i_2' . . usw. aus denen der obigen Maschen 1, 2) . . zusammen:

$$i_1' = \varrho_{11} i_1 + \varrho_{12} i_2 + \varrho_{13} i_3,$$

was als Überlagerung, Superposition der Ströme gilt.

Mathematischer Vorgang für die linearen Gleichungen.

1. Die Zahlenweiser beziehen sich auf die Gleichungen;
daher 1 2, 1 3 auf die Koeffizienten ihrer Gleichungen;
1 1, 2 2 . . bedeuten die Diagonalglieder der Gleichungen;
x sind die unbekannten Größen;
l vorerst die einzige Absolute.

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_3 = l \quad 1)$$
$$a_{12} x_1 + a_{22} x_2 + a_{23} x_3 = o \quad 2)$$
$$a_{13} x_1 + a_{23} x_2 + a_{33} x_3 = o \quad 3).$$

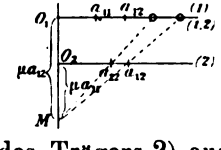
2. Um die Eliminationsgleichung von 1) und 2) zu erreichen, multipliziert man 1) mit $-\frac{a_{12}}{a_{11}}$, und vereinigt dann beide zu einer neuen Gleichung ohne x_1:

$$\left(-\frac{a_{12}^2}{a_{11}} + a_{22}\right) x_2 + \left(-\frac{a_{13} a_{11}}{a_{11}} + a_{13}\right) x_3 = -l\frac{a_{12}}{a_{11}} \quad 1, 2).$$

Entsprechend geschieht die Elimination von x_1 aus 1) mit 3) usw.

Aus n Gleichungen werden derart $n-1$ neue, mit denen man zu $n-2$ neuen und fortfahrend endlich bis zu einer einzigen gelangt, aus welcher ihre Unbekannte bestimmt wird. Damit rückgehend folgen alle anderen Unbekannten.

Graphik der linearen Gleichungen.



3. Zeichnerisch ergibt sich dies vorerst durch parallele Gleichungsachsen als Träger der Zeilenkoeffizienten von den Nullpunkten O aus, Projektion des Trägers 2) aus dem Punkte M auf 1), wobei $O_1 M / O_2 M = r_{12}/r_{11}$ ist und Addition der $r_{(1)}$ mit den projizierten negativen $a_{(2)}$ zwecks einer neuen Gleichungsachse 1, 2) usw.

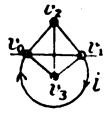
4. Sind in jeder Gleichung 1), 2) . . die Absoluten l vorhanden, so setzen sich diese Unbekannten x_1', y_1' usw. aus denen der obigen Gleichungssysteme zusammen:

$$x_1' = \alpha_{11} x_1 + \alpha_{12} x_2 + \alpha_{13} x_3,$$

was als lineare Zusammensetzung der Unbekannten gilt.

Elektrischer Vorgang für die Knoten.

1. Die Zahlenweiser beziehen sich auf die Knoten; daher 1 2, 1 3 . . auf die Leitwerte g ihrer verbindenden Leiter;
1 1, 2 2 . . bedeuten die Knotensummen $g_{11} = g_{12} + g_{13}$ usw.;
v sind die unbekannten Knotenspannungen (bezüglich Unterschiede);
i vorerst die einzige Knotenstromabnahme.



$$g_{11} v_1 - g_{12} v_2 - g_{13} v_3 = i \quad 1)$$
$$- g_{12} v_1 + g_{22} v_2 - g_{23} v_3 = o \quad 2)$$
$$- g_{13} v_1 - g_{23} v_2 + g_{33} v_3 = o \quad 3).$$

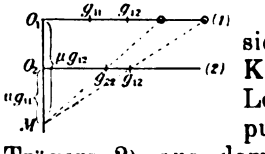
2. Um das Decken vom Knoten 1) zu 2) zu erreichen, wird i und die g von 1) mit $-\frac{g_{12}}{g_{11}} i$ multipliziert, der Verbindungsleiter g_{12} kurzgeschlossen und dadurch zu einem neuen Knoten vereinigt:

$$\left(-\frac{g_{12}^2}{g_{11}} + g_{22}\right) v_2 + \left(-\frac{g_{13} g_{12}}{g_{11}} + g_{13}\right) v_3 = -i\frac{g_{12}}{g_{11}} \quad 1, 2).$$

Entsprechend geschieht das Decken der Knoten 1) und 3) usw.

Aus n Knoten werden derart $n-1$ neue, mit denen man zu $n-2$ neuen und fortfahrend endlich bis zu einem einzigen gelangt, aus welchem seine Spannung bestimmt wird. Damit rückgehend folgen alle anderen Knotenspannungen.

Elektrographik der Knotenspannungen.



3. Elektrographisch ergibt sich dies vorerst durch parallele Knotenachsen als Träger der Leitwerte g von den Nullpunkten O aus, Projektion des Trägers 2) aus dem Punkte M auf 1), wobei $O_1 M / O_2 M = g_{12}/g_{11}$ ist und Addition der $g_{(1)}$ mit den projizierten negativen $g_{(2)}$ zwecks einer neuen Knotenachse 1, 2) usw.

4. Sind in jedem Knoten 1), 2) . . Abnahmeströme i vorhanden, so setzen sich die unbekannten Spannungen v_1', v_1' usw. aus denen der obigen Knoten 1, 2) zusammen:

$$v_1' = \lambda_{11} i_1 + \lambda_{12} i_2 + \lambda_{13} i_3,$$

was als Überlagerung, Superposition der Spannungen gilt.

Digitized by Google

Die funkentelegraphischen Einrichtungen an Bord des „Imperator".

Von Ober-Postpraktikant **H. Thurn**, Berlin-Friedenau.

Hand in Hand mit der infolge Vervollkommnung des internationalen Schiffsverkehres wachsenden Größe der Ozeandampfer mußten auch die funkentelegraphischen Bordstationen in letzter Zeit ganz erheblich stärker gebaut und ihr Wirkungsbereich wesentlich vergrößert werden. So ist der neueste Ozeanriese, der Dampfer „Imperator" der Hamburg—Amerika-Linie, während dessen Bauzeit die „Titanic"-Katastrophe eintrat, unter anderem mit einer Stationstype ausgerüstet, die bisher nur als Landstation verwendet wurde. Eine ähnlich große Funkenanlage ist bisher noch auf keinem Handelsdampfer eingebaut worden.

Außergewöhnlich groß waren allerdings auch die Anforderungen, welche die Schiffseigentümerin an die Telefunkengesellschaft hinsichtlich der Leistungsfähigkeit der Bordstation stellte. Die Station sollte nicht nur den zu erwartenden Verkehr mit Leichtigkeit bewältigen und alle anderen Schiffe an Sendereichweite übertreffen, sondern auch während der ganzen Überfahrt des Amerikadampfers täglich Pressenachrichten und Funkentelegramme unmittelbar vom Lande aufnehmen können. Ferner sollte die Station, die zum wechselseitigen Verkehr auf große Entfernungen mit Deutschland außer mit den sonst üblichen 300 und 600 *m*-Wellen auch mit der 1800 *m*-Welle ausgerüstet sein mußte, während der Aufnahme mit der großen Welle gleichzeitig auch Anrufe und Notsignale aufnehmen und auch während des Sendens Notsignale hören können. Besonderes Gewicht war auf die Durchbildung der Notanlage gelegt worden, und zwar darf die Station durch Herabfallen der Hauptantenne nicht außer Betrieb gesetzt werden und muß selbst dann im Betrieb bleiben, wenn einer der Masten bricht. Auch wurde doppelte Reserve für den Sender verlangt; der Verkehr muß selbst dann aufrechterhalten werden können, wenn außer der Hauptmaschine auch die Reservebeleuchtungsanlage versagt. Wie „Telefunken" diese für ein Handelsschiff bisher noch nie gestellten Forderungen erfüllt hat, soll im nachstehenden unter Anlehnung an einen Vortrag des Direktors Bredow*) von der Telefunkengesellschaft kurz dargestellt werden.

Insgesamt besteht die Anlage aus drei Sendestationen, und zwar:

1. Der Großstation (7·5 *kW*-Schwingungsenergie in der Antenne),
2. der Kleinstation (1·5 *kW* Antennenenergie) und
3. dem Notsender.

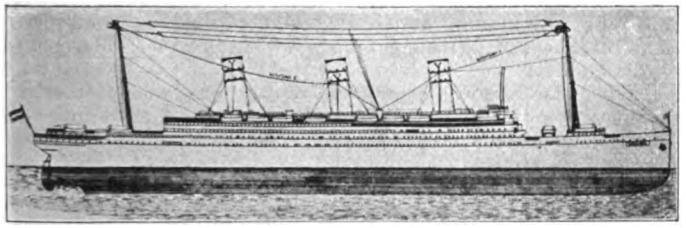


Fig. 1. Antennenanlage des Dampfers „Imperator".

Entsprechend diesen drei Stationsanlagen besteht auch die äußere Ausrüstung aus drei Anlagen (vergl. Fig. 1). Für die Großstation ist als Hauptantenne für den Fernverkehr zwischen den beiden etwa 64 *m* über dem Wasserspiegel emporragenden Masten eine aus vier Drähten bestehende T-Antenne von 170 *m* Länge ausgespannt. Die Gesamtbreite dieser Antenne beträgt 7·5 *m*, die Eigenwelle 720 *m* bei einer Kapazität von 2300 *cm*. Außerdem besitzt der „Imperator" noch zwei unabhängige Antennen für den normalen Telegraphenverkehr in Verbindung mit der Kleinstation und mit dem Notsender. Jede dieser Antennen besteht aus einem einzelnen Draht, der von je einer Mastspitze nach 3 *m* langen, an den Schornsteinen befestigten Auslegern und von dort zur Funkenbude führt. Fig. 2 zeigt uns die Einführung der einzelnen Antennenzuführungen in die Station; es bedeuten 1 und 2 in Fig. 2 Sprühschutzdurchführung der beiden kleinen Antennen und 3 die Durchführung der Hauptantenne.

Die fünf Räumlichkeiten für die funkentelegraphischen Bordstationen befinden sich auf dem obersten Deck, dem sogenannten *A*-Deck. In einem Anbau, der mit dem Hauptraume durch eine schalldichte Tür in Verbindung steht, ist der Sender der Großstation untergebracht; im Hauptraum ist die Sendeapparatur der Kleinstation und der Notsender in einem Schrank sowie auf einem besonderen Tische die Empfangsapparate und die drei Tasten für die drei Stationen untergebracht. Vor dieser Zentralstelle befindet sich das Bureau für den ersten Telegraphisten, die Annahmestelle und der Passagierraum mit Schreibtischen. Außerdem stehen den beiden anderen Telegraphisten noch zwei Wohnräume zur Verfügung.

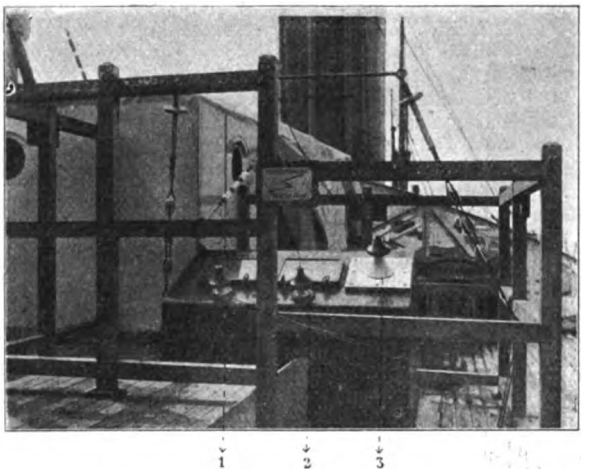


Fig. 2. Einführung der Antenne in die Funkenbude.

Die nach dem System der „tönenden Löschfunken" (Telefunken) ausgeführte Sendeanlage setzt sich zusammen aus:

der Großstation für Leistungen von mindestens 1500 bis 3000 *km*,

der Kleinstation für Leistungen von 600 bis 1200 *km* und dem Notsender für Leistungen von 200 bis 400 *km*.

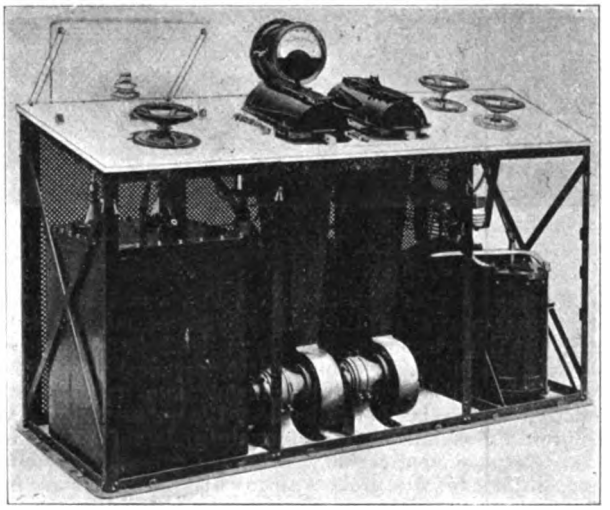


Fig. 3. 7·5 *TK* Sender der Großstation.

Der Großstationssender ist in Fig. 3 dargestellt. Die zum Erregerkreis gehörigen Apparate sind in ein Eisengestell eingebaut, und zwar sehen wir von links nach rechts den Plattenkondensator, zwei Ventilatoren zur Kühlung der Funkenstrecken, dahinter den Hochspannungstransformator, die Erregerselbstinduktion und die Luftdrahtspulen.

Auf der Marmorplatte befindet sich außer der 16teiligen Löschfunkenstrecke das in den Luftdraht eingeschaltete Hitzdrahtamperemeter und drei Handräder, mittels der die Abstimmung des Senders auf eine bestimmte Wellenlänge erfolgt. Als Stromquelle dient dem großen Sender ein an das Schiffsnetz angeschlossener Gleichstrom-Wechselstromumformer, der aus einem Gleichstrommotor von 18 *PS* Leistung und einem Wechselstromgenerator von 10 *kW* Leistung besteht

Der Wechselstrom des Generators wird durch einen eisengeschlossenen Transformator von 220 auf etwa 12.000 *V* transformiert. Der Wellenbereich der Station umfaßt den Zwischen-

*) Bredow: Telefunken an Bord des „Imperator". Vortrag, gehalten auf der XV. ordentlichen Hauptversammlung der „Schiffbautechnischen Gesellschaft". Berlin, 20. bis 22. November 1913.

Digitized by Google

raum von 600 bis 3000 *m*; gearbeitet wird jedoch fast ausschließlich mit der 1800 *m*-Welle.

Die kleine Station (1·5 *TK*) stellt eine normale Bordstation*) dar und dient hauptsächlich dem Verkehr mit anderen Bordstationen und mit Küstenstationen bis zu 1200 *km* mit der 600 *m*-Welle. Die Speisung dieses Senders geschieht ebenfalls durch das Lichtnetz des Schiffes. Die Kleinstation ist mit dem Notsender in einen Holzschrank eingebaut. Der Schrank enthält Transformator, Erregerkapazität und Funkenstrecke und die Selbstinduktionsspule des Erregerkreises. Zur Abstimmung des Luftdrahtes auf eine bestimmte Wellenlänge ist die an der Wand angebrachte Abstimmspule bestimmt. Ein Hitzdrahtamperemeter dient als Kontrolle für die gute Abstimmung und zeigt den Wert des Antennenstromes an.

Als Stromquelle zum Betriebe des Induktors der Notstation dient eine Akkumulatorenbatterie, die sowohl von der Hauptbeleuchtungsanlage, als auch von der Notbeleuchtung des Schiffes aufgeladen werden kann. Der Notsender tritt in Tätigkeit, wenn aus irgendeinem Grunde die die Primärenergie liefernde Maschine versagt. Mit dieser Notstation läßt sich der Telegraphenbetrieb während sechs Stunden aufrechterhalten, das heißt über eine Zeit hinaus, in der in den meisten Fällen Maschinendefekte wieder behoben werden können. Auf die stete Betriebsbereitschaft der Akkumulatorenbatterie wird schon aus dem Grunde großer Wert gelegt, weil bei Havarien die Hauptmaschine versagen kann und daher das Herbeirufen von Hilfe nur durch eine unabhängige Stromquelle möglich ist.

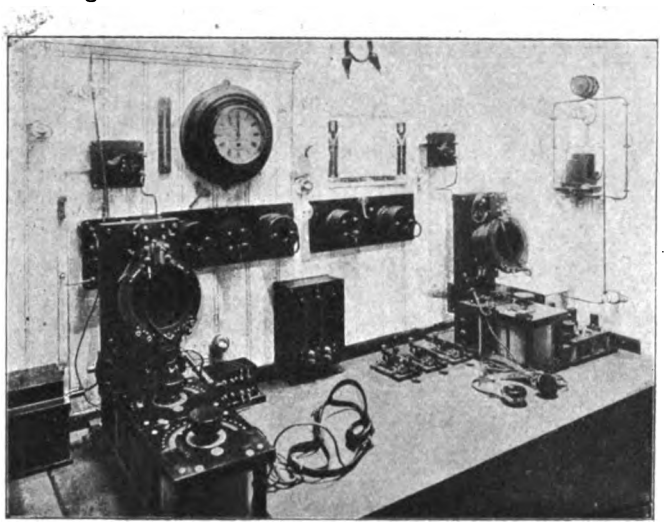


Fig. 4. Empfangsanlage.

Die Empfängeranlage ist in den Fig. 4 und 5 dargestellt. Als Empfangsapparat wird ein Hörempfänger mit Trockenzelle benutzt, der im einzelnen aus einem Drehplattenkondensator, einem Satz von mehreren Spulen mit Kupplungsklappspule, dem Kontaktdetektor, Telephon mit Blockkondensator und dem Zentralschalter mit Luftdrahtschalter besteht. Die ankommende Energie wird durch die sekundäre Transformatorspule auf den Detektor und das Telephon übertragen. Die beiden getrennten Empfangsanlagen — links für die große Antenne und rechts für die beiden kleinen Antennen — können gleichzeitig in Betrieb genommen werden, das heißt, während der mit der großen Antenne verbundene Empfänger die mit langer Welle ankommenden Signale aufnimmt, kann der zweite Empfangsapparat mit einer der beiden Notantennen die mit kleiner Welle auftreffenden Telegramme bezw. Notsignale aufnehmen.

Der von den Generatoren erzeugte Einphasenwechselstrom wird über eine Schalttafel, die Amperemeter für Gleich- und Wechselstrom, Voltmeter, Umschalter, Frequenzmesser, Sicherungen, Ausschalter usw. trägt, den Sendern zugeführt.

Im bisherigen Funkenverkehr war man gezwungen, beim Übergang vom Senden auf Empfang die empfindlichen Empfänger vor den eigenen Senderwellen durch besondere Schalter zu schützen und den Luftdraht abwechselnd mit dem Sender und Empfänger zu verbinden. Hiedurch ergaben sich große Nachteile, und zwar hatte innerhalb der Zeit, wo die eine Station sendete, weder die Empfangsstation noch eine dritte Station irgendwelche Einwirkung auf die Sendestation, die ihrerseits nicht wahrnehmen konnte, ob ihre Signale verstanden oder durch fremde Stationen gestört wurden. Dem Wunsche der Hamburg—Amerika-Linie entsprechend, sollte nicht nur dieser Mangel beseitigt, sondern auch der sehr rege Telegrammverkehr, wie er bei der

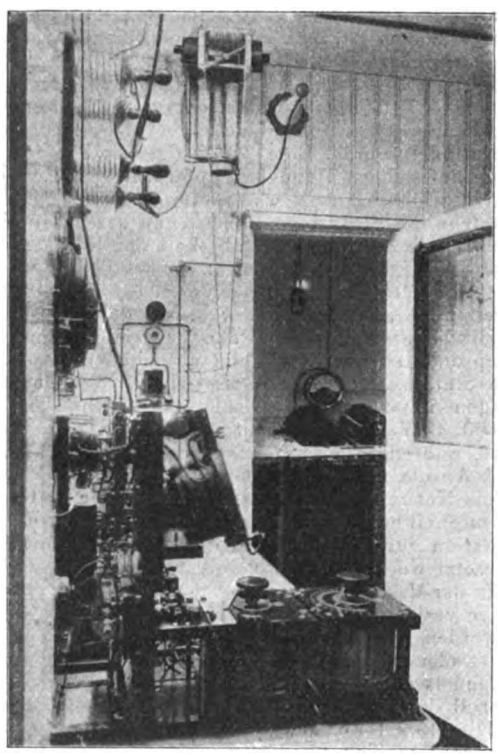


Fig. 5. Empfangsanlage (Seitenansicht). An der Decke automatischer Antennenschalter. Im Hintergrund der große Sender.

Annäherung des Dampfers an die Küste zu erwarten war, bewältigt werden und insbesondere auch Signale von in Seenot befindlichen Schiffen aufgenommen werden, wenn die Station mit anderen Stationen arbeitet. Dieses hat „Telefunken" erreicht durch die Anwendung der „Zwischenhöreinrichtung", auf deren Konstruktion und Wirkungsweise hier etwas näher eingegangen werden soll.

Die Anordnung besteht im Prinzip aus einem Zwischenhörrelais, einer Abschaltfunkenstrecke, einer Anordnung zum Ableiten der Antennenrestladungen, einer Taste mit Hilfskontakt und einer Hilfstaste.

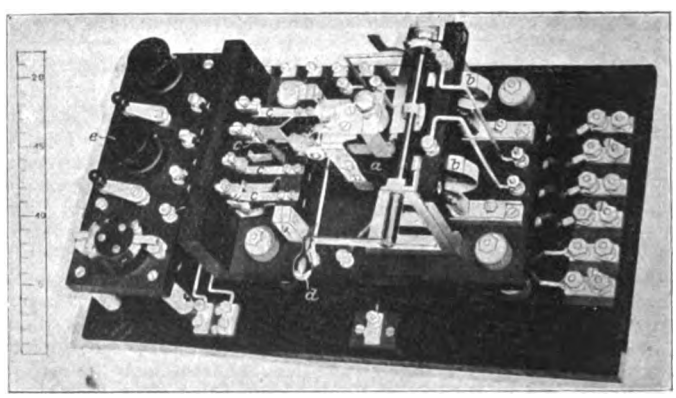


Fig. 6. Zwischenhöreinrichtung. (Draufsicht.)

Das Zwischenhörrelais (Fig. 6 und 7) besteht aus einem Schaltreleis und einem Detektorbrett und wird neben dem Empfänger aufgestellt. Das Schaltrelais besteht aus dem Elektromagneten *a*, der zur Betätigung der Schaltrelaiskontakte dient, zwei Starkstromkontakten *b*, die am Anker des Elektromagneten isoliert befestigt sind und zum doppelpoligen Schalter des primären Sendestromes dienen, vier Empfängerschaltkontakten *c*, die zum Schutze des Empfängers und Empfangsdetektors sowie zum Einschalten des Sendeton-Prüfdetektors dienen und dem Hilfs-

*) In dem Aufsatz „Die Funkentelegraphie an Bord von Handelsschiffen" in der Elektrotechnischen Zeitschrift, Berlin, Hefte 40 bis 42, 1912, habe ich die technischen Einzelheiten dieser Station und verschiedener anderer Bord-Stationstypen ausführlich beschrieben.

Digitized by Google

schalter *d*, der eine Handschaltung von Senden auf Empfang bei einem Betrieb ohne Zwischenhören gestattet. In diesem Fall wird die im Wechselstromkreis liegende Taste *Y* (Fig. 8) geöffnet und zum Zeichengeben benutzt. Das Detektorbrett *e*, das die Detektorfassung am Empfänger ersetzt, trägt zwei Steckfassungen für Empfangsdetektoren und eine Bajonettfassung für den Sendeton-Prüfdetektor sowie die zugehörigen Schalter.

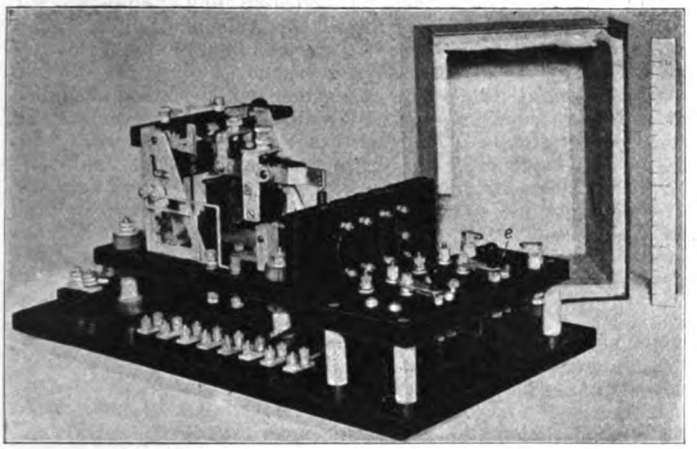


Fig. 7. Zwischenhöreinrichtung. (Seitenansicht.)

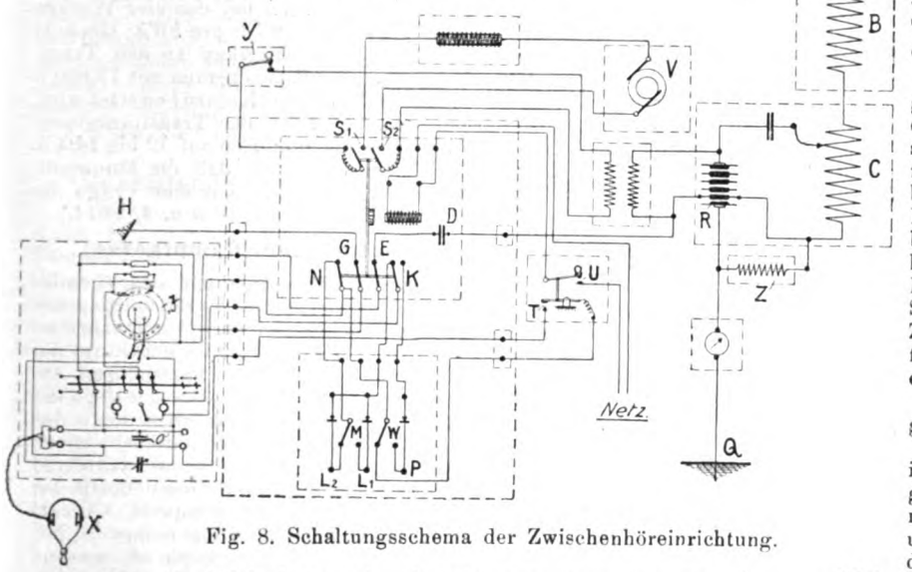


Fig. 8. Schaltungsschema der Zwischenhöreinrichtung.

Die Abschaltfunkenstrecke besteht aus einer normalen Funkenstrecke, die in den Rahmen der Funkenstrecken des **Senders eingebaut wird.**

Zum Ableiten der Antennenrestladungen ist eine parallel zur Abschaltfunkenstrecke gelegte Drosselspule (*Z* in Fig. 8) und ein großer Blockkondensator vorgesehen. Der Blockkondensator (*D* in Fig. 8) ist am Zwischenhörrelais eingebaut und liegt in der Antenne vor dem Empfänger; er bietet so den Restladungen einen großen, den Wellen einen nicht merkbaren Widerstand, wodurch die Restladungen gezwungen werden, sich über die Drosselspule nach der Erde auszugleichen.

Eine Taste mit Hilfskontakt betätigt das Zwischenhörrelais; durch den Hilfskontakt wird das Empfangstelephon während der Sendezeiten kurzgeschlossen. Versagt aus irgendeinem Grunde das Zwischenhörrelais, so kann die im Wechselstromkreis des Senders liegende Hilfstaste *y* (Fig. 8) auf den gewünschten Hub eingestellt und zum Zeichengeben benutzt werden, sobald der Hebel in die mit „Senden" bezeichnete Stellung gebracht ist, beim Empfang wird der Hebel auf „Empfang" gestellt. In diesem Fall ist ein Zwischenhören nicht möglich.

Die Wirkungsweise der Zwischenhöreinrichtung ist kurz folgende: Die Schaltung bei geöffneter Taste, also beim Empfang, geht aus der Schaltungsskizze (Fig. 8) hervor. Die von der Antenne *A* aufgenommene Energie geht über die Verlängerungsspule *B*, die Spule des Sendestoßkreises *C*, den Blockkondensator *D*, den Schaltkontakt *E*, die Antennenabstimmittel des Empfängers *F* und über den Schaltkontakt *G* zur Erde *H*. Die vom Detektorkreis aufgenommene Energie geht von der Detektorspule *I* über den Schaltkontakt *K*, den Empfangsdetektor L_1 oder L_2, den Detektorwahlschalter *M*, den Schaltkontakt *N*, den Telephonkondensator *O* zur Spule *I* zurück. Der Sendeprüfdetektor *P* ist durch den Schaltkontakt *K* abgeschaltet. Die Sendererde *Q* ist durch die Abschaltfunkenstrecke *R* vom Sender getrennt und der primäre Wechselstrom durch die Kontakte S_1 und S_2 unterbrochen, sowie der Hilfskontakt *T* an der Taste *U* geöffnet.

Bei gedrückter Taste, also beim Senden, ist der Stromkreis für die Spule des Zwischenhörrelais geschlossen. Hiedurch werden die Schaltkontakte *E*, *G*, *N* geöffnet, die Kontakte *K* auf den Sendetonprüfdetektor eingeschaltet und der Wechselstromkreis durch die Kontakte S_1 und S_2 geschlossen. Dadurch ist der Empfänger abgeschaltet und der Sender tritt in Tätigkeit, vorausgesetzt, daß der Generator *V* läuft. Hiebei kann der Tonprüfdetektor wahlweise durch den Handschalter *W* eingeschaltet werden, wodurch das vom Hilfskontakt *T* der Taste *U* kurzgeschlossene Empfangstelephon *X* in den Sendetonprüfkreis eingeschaltet ist.

Diese Zwischenhörvorrichtung bedeutet einen großen Fortschritt, denn sie gestattet, mit den sehr empfindlichen Kontaktdetektoren zu arbeiten. Die sendende Station kann ohne weiteres von der empfangenden oder von einer dritten Station unterbrochen werden. Hiedurch ist es möglich, dringende Funkentelegramme, wie zum Beispiel Notsignale, zu bevorzugen oder je nach der Sachlage Signalwiederholung, Energie- oder Wellenwechsel vorzunehmen. Dies bedeutet für den Schiffsverkehr eine größere Sicherheit bei Seenot, für den Signalverkehr große Zeitersparnis und Verbesserung der Störungsfreiheit, für den Telegraphisten eine erhebliche Betriebserleichterung.

Fig. 9 gibt uns das Schaltungsschema der gesamten Anlage.

Mit den hier beschriebenen technischen Mitteln ist es der mit drei Telegraphisten besetzten Station gelungen, auf den bisherigen Fahrten fast dauernd mit irgendeiner Landstation in Verbindung zu bleiben und bis auf 4000 *km* Pressenachrichten von Norddeich zu empfangen.

Während der ersten fünf Reisen hat die „Imperator"-Station etwa 172.000 Wörter — also im Durchschnitt 34.400 **Wörter auf jeder Reise — verarbeitet, ein Weltrekord, der sobald nicht geschlagen werden dürfte.**

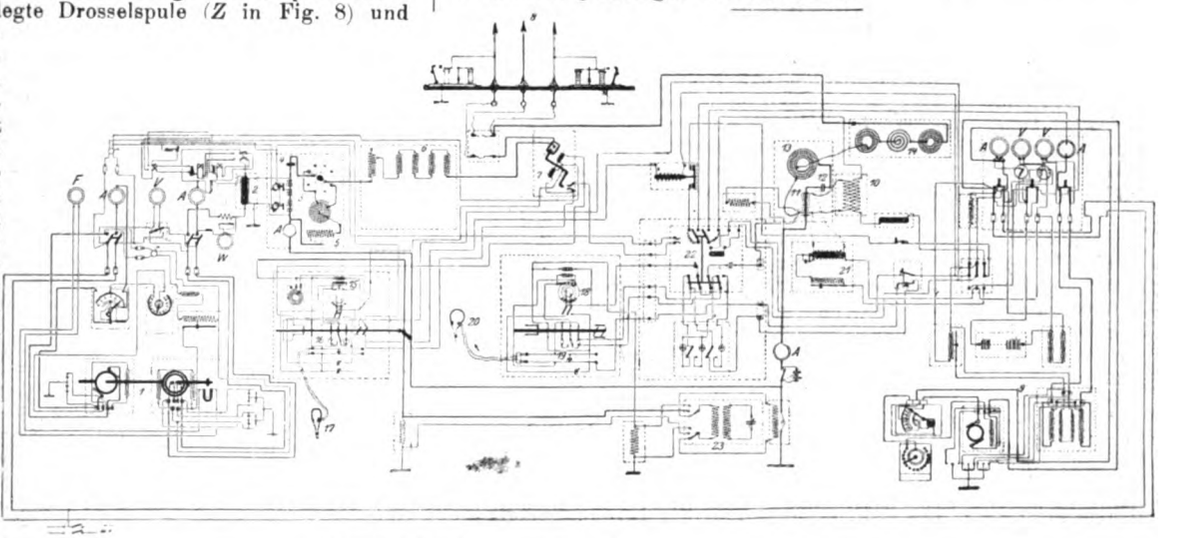


Fig. 9. Schaltungsschema der gesamten Anlage.

Digitized by Google

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Die Energieversorgung der Ostprovinzen. Regierungs-Baumeister Bartel bespricht die Elektrizitätsversorgung von Ost- und von Westpreußen und von Posen; die Bevölkerung gehörte vor 20 Jahren mit 56% der Landwirtschaft und mit 21% der Industrie an. Jedenfalls haben sich die Verhältnisse seit damals sehr zugunsten der Industrie geändert. Wenn man pro Einwohner einen Lichtbedarf von 4 *kWh* pro Jahr (dazu 1000 *kWh* pro Gasthof) und pro km^2 Kulturfläche 500 *kWh*, ferner für die Wasserwerke 3 *kWh* pro Einwohner (75 *l* Wasser pro Tag auf 35 *m* Höhe) annimmt, so kommt man nach Roeßler, ohne Berücksichtigung der Industrie, auf folgende Zahlen:

	Ostpreußen	Westpreußen	Posen	Summe
Größter Kraftbedarf . . .	60.000	55.000	60.000	175.000
Nutzbar abgegebene Millionen *kWh*	100·5	87·9	100	288·4
Im Kraftwerke erzeugte Millionen *kWh*	170	150	170	490

Von den Energiequellen sollen vorerst die Wasserkräfte besprochen werden. Die Wasserkraft bei Insterburg vermag 2250 bis 2650 *PS* dauernd zu leisten. Durch die Ausnutzung des Gefälles des masurischen Schiffahrtskanals können 13.000 *PS* gewonnen werden, durch den Abfluß zwischen den oberländischen Seen und dem Drausensee sind 8·5 m^3/Sek. an 300 Arbeitstagen zu 12 Stunden zur Verfügung; die Wasserkraft ergibt 8400 *PS*. Von den rechten Nebenflüssen der Weichsel kann man aus dem Flußgebiet der Liebe 2380 *PS* entnehmen. Die Wasserkraft der Ferse gibt 800 *kW*. Aus dem Schwarzwasser bei Groddeck lassen sich vorübergehend 3300 *PS*, durch die Ableitung nach Neuenburg dauernd 5500 *l S* gewinnen. In fünf Gefällstufen an der Brahe kann man 12.800 *PS* gewinnen.

Steinkohlen finden sich in den Ostprovinzen gar nicht, Braunkohle recht häufig vor. Die Torflager machen dort 900.000 *ha* aus. Bei 3 *m* Tiefe der Torfschicht kann man aus 1 *ha* an 1·7 Millionen *kWh*, bei 4 *m* Tiefe 2·2 Millionen *kWh* gewinnen. Man brauchte also in Ostpreußen nur 78 *ha* Torf in 4 *m* Schicht abzugraben, um den Bedarf zu decken.

An Hand von Betriebskostenberechnungen untersucht der Verfasser, ob es empfehlenswert ist, für jeden Kreis ein Kraftwerk zu errichten und mit 15.000 *V* zu verteilen oder mehrere Kreise oder eine Provinz oder alle drei Provinzen von einem Werk aus zu speisen.

Vergleichende Anlagekosten für Kraftwerke gibt folgende Tabelle:

Leistung in 1000 *kW*	5	10	20	30	40	50	60	80	100
Kosten in Kronen pro *kW*:									
bei Verfeuerung von Torf . . .	300	276	234	208	192	180	194	162	162
„ „ „ Braunkohle	288	260	216	190	170	161	154	144	140
„ „ „ Steinkohle .	268	243	204	177	156	144	138	129	125

Man erkennt daraus die stark sinkende Tendenz der Anlagekosten mit steigender Leistung, so daß sich sehr große Kraftwerke über 100.000 *kW* verhältnismäßig billig stellen. Was die Wasserkräfte anbelangt, so dürften dort die Anlagekosten schon deshalb größer sein, weilg rößere Leistungen als 5000 *kW* sich in einem Werk nicht vereinen lassen, für solche Werke muß man die Anlagekosten mit K 1200 ansetzen. Der Verfasser rechnet ferner die Kosten der erzeugten *kWh* in Werken von 1000, 3000 und 5000 *kW* unter der Annahme, daß Kohle K 26·4 bezw. 21·6 pro *t*, Torf nur K 4·8 pro *t* kosten und findet, daß nur beim kleinsten Werk von 1000 *kW* die Wasserkraft dem Dampfkraftwerk mit Steinkohlenfeuerung überlegen ist (10·1 h pro *kWh* bei Wasser und auch bei Torffeuerung gegen 12·8 h bei teurer Kohle, 1·5 Millionen *kWh* jährlich angenommen). Bei einem 3000 *kW*-Werk kostet die *kWh*, durch Wasserkraft erzeugt bei 4·5 Millionen jährlichen *kWh*, genau so viel als bei Dampfkraftwerken mit billiger Kohle (8·2 h). Das Torfkraftwerk kann um 6·6 h die *kWh* abgeben. Auch bei Anlagen von 5000 *kW* sind die Differenzen zwischen Wasserkraftwerk und Steinkohlenwerk nicht groß; Torfwerke können die *kWh* um 4·3 h abgeben. Wesentlich günstiger sind die Verhältnisse, wenn man die Anlagekosten pro *kW* der Wasserkraftwerke niedriger annimmt (K 900 pro 1 *kW*). Der Ausbau der Wasserkräfte erscheint also für diese Länder nicht wirtschaftlich, höchstens im Zusammenhang mit der Kanalisierung. (Angenommen ist 1 *kg* Steinkohle bezw. 2·7 *kg* Torf oder Braunkohle pro *kWh*.)

Der Verfasser bespricht nun sein Projekt zur wirtschaftlichen Versorgung der drei Ostprovinzen. Die Erzeugung soll im Kraftwerk Litauen im Anschluß an den Torfmoor der Kackschen Balis, zweckmäßig an die Szeszuppe, zu verlegen sein. Das Werk müßte drei Dampfturbinensätze zu je 20.000 *kW* und zwei zu je 10.000 *kW*, im ganzen 80.000 *kW*, davon 20.000 *kW* als Reserve, erhalten. Als zweite Zentrale ist ein Torfkraftwerk bei Lübkau am Wierschutziner Moor gedacht, das drei Dampfturbinen zu je 10.000 und zwei zu je 20.000 *kW*, darunter 15.000 *kW* als Reserve, erhalten soll. Endlich ist das Kraftwerk Posen im Braunkohlenrevier Zielenzig gedacht, das so groß als das Werk Litauen sein müßte. Die Energie ist mit 150.000 *V* zu verteilen, und zwar sind 14 bis 17 Unterstationen zu errichten und Leitungen auf 720 bis 845 *km* Länge zu verlegen. Die Anlagekosten im ersten Werk werden mit 17·4, die im zweiten mit 14·9 und die im Posener Werk mit 17·6 Millionen Kronen geschätzt.

Interessant ist der Vergleich, den der Verfasser bezüglich der Anlagekosten eines Werkes für alle drei Provinzen und vier Kraftwerken anstellt, von denen das eine das Litauenwerk, das zweite bei Königsberg, das dritte bei Osterode und das vierte bei Johannisburg zu errichten wäre; das Königsberger Werk soll mit Steinkohle, die anderen mit Torf betrieben werden. Bei den vier Werken soll 50.000 *V* oberste Spannung sein, die mit Kupferleitungen von 70 mm^2 verteilt werden. Die Zusammenstellung zeigt folgende Daten:

	4 Werke Millionen	1 Werk Kronen
Baulichkeiten, maschinelle Anlagen und Leitungen	30·54	30·86
Die festen Ausgaben für 170 Millionen *kWh* betragen	4·2	3·65
Die veränderlichen Ausgaben betragen (Steinkohle zu K 19·2, Torf zu K 3·6 pro *t*)	2·2	1·85

Mithin stellt sich der Preis der *kWh* bei den vier Werken zu 4·3 h, bei einem großen Kraftwerk zu 3·67 h pro *kWh*. Rechnet man für den Verlust von den Kreiskraftwerken zu den Transformatorstationen 12%, von dort zu den Konsumenten mit 15.000 *V* 28%, wobei das 15.000 *V*-Netz mit 1·2 Millionen Kronen bewertet wird, so stellt sich auf der Niederspannungsseite der Transformatoren die *kWh* zu 9·6 h, beim Einzelkonsumenten also auf 12 bis 14·4 h.

Der Verfasser ist endlich der Ansicht, daß die Monopolisierung der Kraftlieferung durch den Staat nur eine Frage der Zeit sein könne. (E. K. B., Hefte 3 u. 4, 1914.).

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Die Entwicklung des Dampfturbinenbaues und seine heutige Lage. Von Dipl.-Ing. Otto Schwarzweber. Die vorliegende technisch-wirtschaftliche Studie teilt sich in drei Abschnitte. Im ersten Abschnitt behandelt der Verfasser die Entwicklung des Turbinenbaues seit seinen ersten wirtschaftlich brauchbaren Anfängen. In dem zweiten Abschnitt seiner Untersuchungen legt der Verfasser dar, wie die Konkurrenz der vielen Turbinenfabriken auf das Fabrikat, seinen Preis, sein Gewicht und seinen Gütegrad rückwirkt. Von 30 verschiedenen Beispielen werden Gewicht, Turbinenpreis, Anzahl Stufen, ferner *PS*-Preis, Kilogrammpreis, *PS*-Gewicht und Preis pro Stufe für verschiedene Leistungen aus entsprechenden Kurven, und zwar gesondert für 3000 und für 1500 minutliche Umdrehungen, ersichtlich gemacht. Aus den Kurven lassen sich sehr wichtige Schlüsse für die weiteren wirtschaftlichen Untersuchungen ziehen. Im allgemeinen zeigt sich, daß jetzt alle Fabriken in normalen Fällen bis 800 *PS* Zweiradmodelle verwenden und erst von dort auf ihr eigentliches System übergehen. Typenbau mit möglichst wenig Typen erhöht das Gewicht, verringert aber den Preis. Das Gewicht der kombinierten Aktionsturbine überwiegt weitaus. Die Aktionsturbine vereinigt bei hohen Leistungen bei 3000 Touren niedersten Preis und geringstes Gewicht, während die kombinierte Reaktionsturbine mit mittleren Werten vertreten ist und nur bezüglich des Preises bei hohen Leistungen an der Spitze steht. Die Aktionsturbine zeigt in ihrer Kurve für 3000 Touren das stärkste Sinken des Kilogrammpreises, dann folgt in der Richtung die kombinierte Reaktionsturbine. Bei der Aktionsturbine für 3000 Touren verhalten sich Gewicht und Preis sowie *PS*-Gewicht und *PS*-Preis gleichmäßig so, daß ein stetig fallender Kilogrammpreis erzielt wird. Die Reduktion der Stufenzahl kann den *PS*-Preis bedeutend herabdrücken. Die Preiskurve der kombinierten Aktionsturbine hat mit steigender Leistung nicht auch einen so abnehmenden Steigungswinkel, wie die reine Aktionsturbine. Die kombinierte Reaktionsturbine zeigt nach dem Charakter der zugrunde liegenden Kurven für 3000 Touren wenn auch einen sehr hohen, so doch fallenden Kilogrammpreis. Aus diesen Kurven kann man auch leicht folgern, daß eine Systemkombination leicht dazu Anlaß geben kann, daß der Kilogrammpreis steigt, während die stärkere Beanspruchung des Materials ihn herabdrückt. Dieselben Untersuchungen stellt der Verfasser auch hinsichtlich der Turbinen mit 1500 minutlichen Umdrehungen an. Die betreffenden Diagramme zeigen, daß bei

Digitized by Google

Maschinen von 1500 minutlichen Umdrehungen das Feld, das die Preiskurven bedecken, ein viel geschlosseneres ist, als bei 3000 minutlichen Umdrehungen. Bei 3000 minutlichen Umdrehungen hat bis 500 *PS* die kombinierte Reaktionsturbine den günstigsten Preis, von da an die Aktionsturbine. Die 1500tourigen Modelle geben darin jeder Turbinenart einen günstigsten Bereich, und zwar: von 1500 bis 3000 *PS* der kombinierten Reaktionsturbine, von 3000 bis 6500 *PS* der kombinierten Aktionsturbine und darüber hinaus der reinen Aktionsturbine. Im *PS*-Gewicht drückt sich der Materialaufwand aus, der zur Einheitsleistung notwendig ist. Der Kilogrammpreis drückt aus, was aus einem Kilogramm Rohmaterial durch Denken und Arbeit werden kann. Qualitätsarbeit wird durch den Kilogrammpreis charakterisiert. Durch das *PS*-Gewicht und den Kilogrammpreis ist der *PS*-Preis gegeben; derselbe ist zumeist das Kriterium, um das sich beim Verkaufe alles dreht; er sinkt um 20% ja 30% unter seinen anfänglich angegebenen Wert und dadurch wirkt er wieder auf seine Grundlagen, das *PS*-Gewicht und den Kilogrammpreis zurück und sucht diese Werte zu reduzieren. Rein volkswirtschaftlich ist hoher Kilogrammpreis wie geringes *PS*-Gewicht und damit mittlerer *PS*-Preis vorteilhaft.

In einem dritten Abschnitt untersucht der Verfasser die Lage des Dampfturbinenbaues im Verhältnis zu anderen Kraftmaschinen, von den gleichen Gesichtspunkten wie oben ausgehend. In bezug auf Dampfverbrauch ist die Dampfturbine bei hohem Vakuum und Leistungen über 700 *PS* der Kolbendampfmaschine überlegen. In bezug auf den Preis zeigt sich die Dampfturbine ab 500 *PS* bei 3000 Touren den Diesel- und Dampfmaschinen überlegen.

Zum Schlusse vergleicht der Verfasser in Kurven Preise und Gewichte, ferner Kilogrammpreise und *PS*-Preis von Diesel- und Dampfmaschinen mit Dampfturbinen und findet auch hieraus, in wirtschaftlicher Beziehung genommen, die letzteren überlegen den beiden anderen Maschinengattungen, wenn alle Faktoren gegeneinander sorgfältig abgewogen werden.

(Z. f. d. ges. Turbinenwesen Hefte 18, 19, 20, Jahrg. 1913, Hefte 2, 3, 4, Jahrg. 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Schutzdrosselspulen in großen Kraftwerken*). J. Lyman, A. M. Rossmann und L. Perry. Es werden die Vor- und Nachteile der verschiedenen Anordnungen von Schutzdrosselspulen (Reaktanzen) besprochen, welche zur Begrenzung der Kurzschlußströme und plötzlicher Stromstöße dienen. Die Einschaltung in die Generatorleistung erfordert die Verwendung der für volle Stromstärke dimensionierten Spulen und reicht überdies zum Schutze des Netzes nicht aus; die Anordnung an den Sammelschienen ist billiger und wirkungsvoller, da die Wirkung eines Kurzschlusses auf eine Sammelschienengruppe und die Kapazität und der Spannungsabfall auf den halben Wert der Generatorschutzreaktanzen beschränkt bleibt. Diesen Anforderungen entsprechen am besten die Ringsammelschienen mit Querverbindung und die einfachen geraden Sammelschienen und schließlich die Kombination der Ring- und Verteilungssammelschienen. Zum Schutz des Netzes können die Drosselspulen unmittelbar in die Speiseleitungen eingebaut werden, besonders in ausgedehnten Netzen mit zweifacher Transformierung der Spannung. Es empfiehlt sich in solchen Fällen, die Drosselspulen im Nebenschlusse zu den Sammelschienen anzuordnen. In vielen Fällen erscheint die Kombination der Generator- und Sammelschienendrosselspulen zweckmäßig. (Proc. A. I. E. E., Februar 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Über Messung der Hysteresearbeit mit ballistischem Elektrodynamometer berichtet G. Lignana. Beide im Gebrauch stehende Methoden der Messung der reinen Ummagnetisierungsarbeit (Hystereseverlust), die punktweise Aufnahme der Hystereseschleife mit dem Köpsel-Apparat und ballistischem Galvanometer sowie die wattmetrische Methode der Messung der totalen Eisenverluste bei Wechselstrommagnetisierung mit Strom verschiedener Periodenzahl und Trennung in Hysterese- und Wirbelstromverluste sind äußerst zeitraubend und mühsam und reich an Fehlerquellen. Mit einem Elektrodynamometer (E) in Schaltung nach Fig. 1 kann nun die Hysteresearbeit pro Zyklus durch eine einzige Messung nach entsprechender Eichung der Instrumente sofort angegeben werden. A ist der aus Blechen aufgebaute, mit u_1 Windungen bewickelte Versuchskörper vom Querschnitt S und dem Volumen V, C ein Amperemeter, B ein Rheostat, u_2 (Windungszahl), die gleichfalls auf A aufgewickelte Sekundärspule vom Widerstand R, T ein Umschalter, um einmal den Ausschlag am Elektrodynamometer, dann den Strom am Amperemeter C ablesen zu können. Solange i_1 (Strom in der Primärspule bei Anschluß an eine konstante Gleichspannung) konstant ist, zeigt E keinen Ausschlag. Ändert man i_1 durch Einschalten eines Widerstandes (B) in den Primärkreis, so induziert die Flußänderung im Eisenkörper in der Sekundärspule eine EMK e_2, die den Strom i_2 zum Fließen

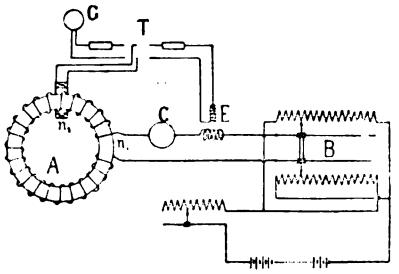


Fig. 1.

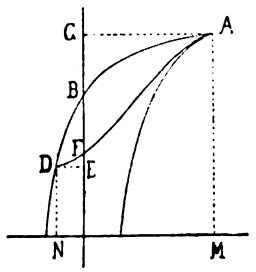


Fig. 2.

bringt. Das auf die bewegliche Spule des Dynamometers ausgeübte Drehmoment, welches den Ausschlag α am Instrument erzeugt, ist allgemein gegeben durch den Ausdruck

$$K\alpha = \int_0^\tau i_1 i_2 \, dt \quad \ldots \ldots \ldots \quad 1).$$

τ ist die Dauer der Stromänderung in der Primärspule und gegen die Eigenschwingungsdauer des Dynamometers sehr klein. Nun ist

$$4\pi u_1 i_1 = \mathfrak{H} L$$

und

$$e = u_2 S \frac{d\mathfrak{B}}{dt} = R i$$

und damit

$$K\alpha = \int_0^\tau i_1 i \, dt = \frac{V}{R} \frac{u_2}{u_1} \int_{+\mathfrak{B}}^{-\mathfrak{B}} \frac{\mathfrak{H} \, d\mathfrak{B}}{4\pi} \quad \ldots \ldots \quad 2),$$

wobei der Integralausdruck die halbe Magnetisierungsarbeit pro Zyklus darstellt. Durch passende Änderung von u_2 und R kann die Empfindlichkeit der Messung für den einzelnen Fall wesentlich erhöht werden. Wollte man der Magnetisierung durch die AW der Sekundärspule sowie dem Einfluß der Wirbelströme, die bei der Flußänderung entstehen und deren MMK allgemein $= y$ sei, Rechnung tragen, so müßte man schreiben

$$4\pi (u_1 i_1 + u_2 i_2 + y) = \mathfrak{H} L \quad \ldots \ldots \quad 3),$$

auch ist u_2 im allgemeinen nicht selbstinduktionsfrei, so daß

$$e_2 = u_2 S \frac{d\mathfrak{B}}{dt} = R i + \mathfrak{L} \frac{di_2}{dt}$$

Allgemein ist dann

$$\begin{aligned} \int i_1 i \, dt = &- \frac{u_2}{u_1} \frac{V}{R} \int \frac{\mathfrak{H} \, d\mathfrak{B}}{4\pi} - \frac{u_2}{u_1} \frac{1}{R} \int e_2 i_2 \, dt - \\ &- \frac{u_2}{u_1} \frac{1}{R} \int e_2 y \, dt - \frac{\mathfrak{L}}{R} \frac{\mathfrak{L}}{4\pi u_1} \int \mathfrak{H} \, di_2 + \\ &+ \frac{\mathfrak{L}}{R} \frac{u_2}{u_1} \int i \, di_2 + \frac{\mathfrak{L}_2}{R} \frac{1}{u_1} \int y \, di \end{aligned} \quad 4).$$

Das zweite Glied in 4) stellt den Kupferverlust in der Sekundärspule dar, der wegen des außerordentlich hohen Widerstandes derselben zu vernachlässigen ist. Ebenso kann das dritte Glied, der Effekt der Wirbelströme, bei geblättertem Versuchskörper gleich Null gesetzt werden. Sollen die letzten drei Glieder ohne Einfluß auf die Messung sein, so muß nur $\frac{\mathfrak{L}_2}{R}$ hinlänglich klein gehalten werden. Versuche zeigten nun, daß erst bei Einschaltung eines Selbstinduktionsnormale von 1 Henry in den Sekundärkreis der Unterschied im Ausschlag 1·5% im Mittel betrug, während die eigene Induktanz der Sekundärspule 0·01 Henry ausmachte, ihr Widerstand aber je nach Größe von den zu erreichenden $\mathfrak{B}_{max}$ zwischen 5000 und 20.000 Ω gewählt wurde. Bei Messung mittels Wechselstrom (Klemmenspannung E_K) tritt an Stelle des Elektrodynamometers ein gewöhnliches Wattmeter, das bei gleicher Schaltung der Spannungspule nur den Eisenverlust, nicht auch den Kupferverlust in der Primärspule (Widerstand $= r$) mißt. Es ist der Ausschlag am Wattmeter

$$E_2 J \cos \psi = \frac{u_2}{u_1} \left\{ E_K J \cos \varphi - r J^2 \right\},$$

wenn ψ der Winkel zwischen der EMK und J, φ den Winkel zwischen E_K und J bedeutet.

Nach Messung der ballistischen Konstante des Instrumentes, die zu $0{\cdot}337 \cdot 10^{-9}$ ermittelt wurde, wurde der aus 70 Blechen von 0·5 *mm* Dicke aufgebaute Eisenring von 30 bezw. 26 *cm* Durchmesser zwischen den Grenzwerten von $\mathfrak{B} = 2600$ und $\mathfrak{B} = 10.200$ verschieden stark magnetisiert, und unter An-

*) Vergl. E. u. M. 1914, Seite 215.

Digitized by Google

nahme der Gültigkeit des Steinmetzschen Gesetzes, der Koeffizient η ermittelt, der im Mittel zwischen 0·00127 und 0·0015 liegt.

Schließlich wird gezeigt, wie mittels zweier Ablesungen die Hysteresearbeit bei unsymmetrischer Magnetisierung gemessen werden kann (Fig. 2). Ändert man etwa den Strom von $+OM$ auf $-ON$, so entspricht dem Ausschlag des Instrumentes δ

$$K\delta_1 = -\text{area } ABC + \text{area } BDE.$$

Wird der Strom nun wieder auf $+M$ geändert, dann entspricht dem neuen Ausschlag δ_2:

$$K\delta_2 = -\text{area } DEF + \text{area } FAC,$$

mithin der Summe der Ausschläge

$$K(\delta_1 + \delta_2) = \text{area}(FCA - ABC) + \text{area}(BDE - DEF) = \text{area } ABDFA.$$

(Atti della A. E. I., 31. 12. 1913.)

Leitungen.

Erfahrungen an Hochspannungsübertragungsleitungen und Isolatoren. P. W. Sothman. Bei Gelegenheit des Berichtes des amerikanischen Subkomitees über neue Normalien wurden einige Erfahrungen an Übertragungsanlagen mitgeteilt.

A. Verwendung des Blitzschutzdrahtes. Eine Unternehmung in den Weststaaten hat 724 *km* an 60.000 *V*-Leitungen ohne und 160 *km* mit geerdetem Blitzschutzdraht (oberhalb der Leitung) im Betriebe; die geschützte Leitung konnte ohne wesentliche Störung bei Gewittern im Betrieb erhalten bleiben, bei ungeschützten Leitungen ergaben sich hingegen weit häufigere Isolatordurchschläge und Mastenbrüche. Bei einer 100 *kV* geerdeten Leitung in Carolina wurden 94 Durchschläge, davon 28 an der Mastenspitze (bei 36.000 sechsfachen Hängeisolatoren) bei vertikaler Anordnung der Hängeisolatoren beobachtet, bei horizontaler Leitungsanordnung (Holzmasten) hingegen unter 15.000 Isolatoren nur vier Durchschläge (bei 5700 Stützenisolatoren ein Durchschlag).

B. Durchschläge an Hängeisolatoren sind ziemlich häufig, besonders an solchen mit Metallkappen infolge der starken Erwärmung derselben. Wie Brunidge mitteilt, sind die Durchschläge meist auf molekulare Änderungen (Altern) des Porzellans durch Schwingungen des Drahtes und raschen Temperaturwechsel zurückzuführen; auch die Einwirkung der Seeluft ist sehr nachteilig.

C. Zur Prüfung und Lokalisierung der Isolatordurchschläge wird mit Vorteil der Megger verwendet (Messung des Isolationswiderstandes gegen Erde). Hiebei wird zweckmäßig eine Arbeitspartie, bestehend aus einem Partieführer und sechs Mann verwendet, von denen je zwei die Erdung der Leitung bei jedem Mast durchführen, während zwei andere den Apparat und dessen Zuleitung mittels Haken mit der Leitung verbinden. Auf diese Weise können stündlich vier Masten geprüft werden mit je 18 Isolatoren.

Zur Vermeidung der gefährlichen Schwingungen des Drahtes wurde nach H. W Buck mit Erfolg an einer Aluminiumleitung von Nr. 0 B. & S. bei Spannweiten von 90 *m* ein Hilfsgewicht an der untersten Isolator-Drahtklammer von 25 *kg* befestigt. Häufig kann auch durch die Schneebelastung ein Kurzschluß zwischen zwei Leitungen erfolgen. Auch Wellenbewegungen der Drähte werden beobachtet und können nur durch feste Verankerung derselben vermieden werden. Zur Vermeidung aller Störungen empfehlen sich demnach folgende Maßnahmen: 1. Hinreichender Abstand zwischen den Leitern und der Leiter gegen Querträger, welcher größer sein muß, als bei Stützenisolatoren.

2. Anordnung des Blitzschutzdrahtes in hinreichender Höhe, so daß eine Berührung mit den Leitern bei Wind ausgeschlossen ist.

3. Verwendung von Zusatzgewichten bei Aluminiumseilen oder bei Kupferdrähten von geringem Querschnitt.

4. Bei Verankerungen des Drahtes ist die Berührung desselben mit dem Querarm durch geeignete Konstruktion der Aufhängung zu vermeiden.

5. Der Draht soll eine derartige Zugspannung haben, daß ein Kurzschluß zwischen zwei benachbarten Leitern ausgeschlossen ist. (Proceed. A. I. E. E., Februar 1914.)

Elektrische Beleuchtung.

Die chemische Aufzehrung von Stickstoff in einer Wolframlampe. J. Langmuir. Es ist oft beobachtet worden, daß Stickstoff von geringem Druck in einer unter Strom stehenden Wolframlampe allmählich aufgezehrt wird. Man betrachtete diese Erscheinung gewöhnlich als eine elektrische Wirkung. Verfasser stellte fest, daß der Stickstoff auf drei verschiedenen Wegen: chemischem, elektrochemischem und elektrischem, verschwinden kann. Die chemische Aufzehrung ist bedingt durch die Verbindung des Stickstoffs mit Wolframdampf unter Bildung einer braunen Verbindung WN_2. Vom Druck 0 bis etwa 0·001 *mm* ist die Geschwindigkeit der chemischen Aufzehrung proportional dem Produkt aus der Verdampfungsgeschwindigkeit und dem Druck des Stickstoffs. Von etwa 0·003 bis 1 *mm* Druck ist die Geschwindigkeit vom Druck unabhängig. Bei Drucken über 2 *mm* ist die Geschwindigkeit der Aufzehrung noch immer der Verdampfungsgeschwindigkeit proportional, diese aber wird durch die Gegenwart des Gases erheblich herabgesetzt. Die Verdampfungswärme des Wolframs ist sehr hoch, nämlich $\lambda = 218000 - 1{\cdot}8\,T$ *g*-Kalorien für ein Grammatom. Der Dampfdruck von Wolfram bei seinem Schmelzpunkt (3540° absol.) beträgt 0·08 *mm*. Der Siedepunkt von Wolfram liegt in der Nähe von 5200° (absol.).

Über den Mechanismus der Reaktion ist das Folgende zu sagen: Der vom Faden abgegebene Wolframdampf ist einatomig. Ein jedes Atom des Wolframdampfes, welches mit einem Stickstoffmolekel zusammentrifft, reagiert unter Bildung von WN_2. Der Stickstoff braucht nicht dissoziiert oder ionisiert zu sein, bevor er mit dem Wolframdampf reagiert. Wolframatome, die die Lampenglocke treffen, reagieren nicht mit der Schicht von absorbiertem Stickstoff, wenn eine solche vorhanden ist. Die Verbindung WN_2 in dünnen Schichten ist eine braune Substanz, die sich von fein verteiltem Wolfram sehr unterscheidet. Im Vakuum bei 400° ist sie stabil, zersetzt sich aber bei einer Temperatur von 2400°. Die elektrochemische Aufzehrung von Stickstoff findet bei viel niedrigeren Temperaturen (1900° absol.) statt als die chemische, wenn Spannungen weit über 40 *V* derart in Anwendung kommen, daß eine merkliche Entladung durch das Gas stattfindet. Ermüdungserscheinungen treten nicht ein und der Stickstoff vereinigt sich in diesem Fall mit dem Wolfram zu WN_2. Die elektrische Aufzehrung tritt bei Drucken von 0·005 *mm* und weniger sowie bei Spannungen von 250 *V* und hohen Fadentemperaturen ein. Sie ist sehr unregelmäßig und zeigt merkliche Ermüdungserscheinungen, bisweilen auch wechselnd Entwicklung und Aufzehrung von Stickstoff, wenn Temperatur und Spannung wechselt. Ein Teil des Stickstoffs kann wenigstens zurückerhalten werden, wenn man die Lampenglocke erhitzt. Das Verhalten von Platin gegen Sauerstoff ist dem Verhalten von Wolfram gegen Stickstoff ähnlich. In diesem Falle entsteht die Verbindung PtO_2. (Z. f. anorg. Ch., 10. 2. 1914.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Drahtlose Zeitsignalempfänger. Dem von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie ausgeführten Zeitsignalempfänger liegt, wie wir dem „Jahrbuch" entnehmen, das Schaltungsschema Fig. 3 zugrunde. Die Antennenspule *b* hat bei *a* und *c* Anschluß an Luftleiter und Erde. Der Detektor *f* ist mit einem Blockkondensator *g* in Reihe an die Spule (Kontakt *d*) angelegt. Vom Kontakt *c* geht über einen durch den Antennenhaken kontrollierten Kontakt ein Kurzschluß zur Spule *b*, durch welchen die Spule bei angehängtem Telephon (*h*) kurzgeschlossen ist. Als Antenne bis zu 300 *km* Reichweite dient ein 3 *mm* starker Kupferdraht, der ähnlich wie die Telephonleitungen quer über die Dächer

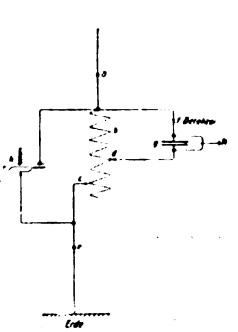


Fig. 3.

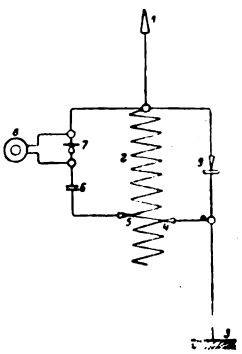


Fig. 4.

gespannt wird; Wasserleitungen können den Erdanschluß bilden. Luftleiter- und Erdanschluß werden in bezeichneten Büchsen an der Seite des als geschlossenen Behälter ausgeführten Apparates eingeführt, der vorne einen Stöpselkontakt für den Detektor und das Schema der Zeitsignale trägt und an der Seite einen federnden Haken für das anzuhängende Telephon besitzt. Man verstellt bei der Abstimmung *c* auf Maximum der Tonstärke und stellt mit Kontakt *d* die Kupplung so ein, daß die Zeitsignale noch gut vernehmbar sind, aber bei Abweichung von 5% der Wellenlänge nicht mehr hörbar werden. *c* und *d* werden dann verlötet und das Gehäuse den behördlichen Vorschriften entsprechend plombiert.

Der Detektor besteht aus einem Mineral und einer versilberten U-förmigen Messingfeder, die sich mit dem federnden Teil an das Mineralstück anlegt, wobei das andere Federende auf einem Isolierstück befestigt ist. Eine besondere Wartung des Detektors ist überflüssig. Die Telephonmembran ist auf 1000 Tonfrequenzen abgestimmt.

Digitized by Google

Fig. 4 zeigt das Schema des Zeitsignalempfängers der Firma Dr. Erich F. Huth. An die Antenne 1 schließt sich die Empfangsspule 2, an diese beim einstellbaren Kontakt die Erde 3. Der Detektor 7, an dem das Telephon 8 liegt, ist in Reihe mit dem Blockkondensator an die Spule 2 geschaltet, die durch einen vom Telephonhaken betätigten Kontakt 9 bei Nichtbenutzung des Apparates kurzgeschlossen ist.

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Die Wolfram-Kohlenstofflegierungen wurden von O. Ruff und R. Wunsch einer Untersuchung unterzogen. Insofern die Glühlampentechnik in Betracht kommt, erscheinen folgende Ergebnisse der Arbeit von Wichtigkeit: Das erste aus Wolfram und Kohlenstoff entstehende Karbid, dessen Auftreten die Eigenschaften kohlenstoffhaltigen Wolframs bestimmt, ist das Triwolframkarbid W_3C (2·12% C). Es schmilzt oberhalb 2700°, ohne sich in irgend erheblichem Betrage zu zersetzen. Die Löslichkeit des Karbids in festem Wolfram ist schon bei einem Gehalt von 0·12% C überschritten. Die zulässige Grenze des Kohlenstoffgehaltes von reinem Wolfram, welches auf Glühfäden verarbeitet werden soll, liegt also jedenfalls unter diesem Betrag; ihre genauere Feststellung bietet erhebliche Schwierigkeiten. Noch schwieriger erscheint die Aufgabe, den Einfluß des Kohlenstoffgehaltes auf die mechanischen Eigenschaften des Wolframs zu ermitteln; denn für die letzteren sind nicht nur die Zusammensetzung, sondern daneben auch noch eine Reihe von Bearbeitungsfaktoren maßgebend. Der Einfluß des Triwolframkarbids auf die Schmelzbarkeit des Wolframs läßt sich eher abschätzen, wie schon v. Wartenberg gezeigt hat; er berechnete eine ungefähre Schmelzpunktserniedrigung von 35° C für je 0·1% Kohlenstoff. In Legierungen mit 2·5% und mehr Kohlenstoff wurde ein zweites Wolframkarbid WC (6·12% C) gefunden. Die Existenz eines Diwolframkarbids W_2C (3·16% C) war mit Sicherheit nicht nachzuweisen. (Z. f. anorg. Ch., 10. 2. 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Der Hall-Effekt in flüssigem und festem Quecksilber. W. N. Fenninger, Ohio. Bagard und andere haben nach ihren Angaben in gewissen flüssigen Elektrolyten Hall-Effekt beobachtet, während andere Forscher negative Resultate erhalten haben, die eine große Stütze in einer theoretischen Arbeit von Donnan fanden, derzufolge der Effekt zu gering sein muß, um mit den von den bisherigen Experimentatoren benutzten Apparaten entdeckt werden zu können. Alterthum hat sogar den Versuch gemacht, die völlige Abwesenheit eines Hall-Effektes in flüssigen Leitern theoretisch zu begründen. Nach den Versuchen, die Amerio an reinem Quecksilber und Wismutamalgam vorgenommen hat, liegt der Hall-Koeffizient für diese Flüssigkeiten unter 0·00004 elektromagnetischen *cgs*-Einheiten. Die Experimente mit flüssigen Leitern unterliegen ganz besonderen Schwierigkeiten, indem die Flüssigkeitsschicht durch die magnetischen Kräfte deformiert wird. Amerio hat diese Schwierigkeiten insbesondere dadurch überwunden, daß er dem Gefäß eine entsprechende Form gab. Die Wichtigkeit der Frage für die Theorie der metallischen Leitung hat Fenninger veranlaßt, neue Versuche mit Apparaten zu unternehmen, die weit präziser sind als die bisher verwendeten. Er fand bei flüssigem Quecksilber, daß der Koeffizient unter 0·00002 *cgs*-Einheiten liegen muß. Ferner hat er festes Quecksilber in die Untersuchung einbezogen, über das bisher noch keine Daten vorliegen. Es ergab sich hier ein Koeffizient unter 0·000011 *cgs*-Einheiten. (Phil. Mag. Nr. 157, 1914.)

Das Verhalten der Wehnelt-Elektrode in verschiedenen Gasen hat Karl Fredenhagen, Leipzig, untersucht. Es zeigte sich, daß Stickstoff die Wirksamkeit herabsetzt, während die Temperaturabhängigkeit bestehen bleibt, ja möglicherweise sogar deutlicher zum Ausdruck kommt. Sauerstoff wirkt ebenfalls stark herabsetzend auf den Effekt, doch wird in diesem Falle, besonders bei höheren Drucken, auch die Temperaturabhängigkeit vermindert. Wasserstoff hingegen erhöht den Effekt und unterdrückt die Temperaturabhängigkeit beinahe vollkommen. Was die Wirkung anderer Gase anbelangt, so verhalten sich Methan und Leuchtgas ähnlich dem Wasserstoff. Cyan wirkt wie Sauerstoff, nur ungleich stärker. In bezug auf die Erklärung der Vorgänge hat es zunächst nach der Wirkung des Stickstoffes den Anschein, daß neutrale Gase den Effekt herabdrücken, indem sie die Zahl der die Elektronen freimachenden Zusammenstöße zwischen Kalzium- und Sauerstoffatomen verringern. Der Sauerstoff wiederum könnte alle zur Abscheidung gelangenden Kalziumatome direkt am Entstehungsorte wieder oxydieren und so durch unverändertes Erhalten der Oxydschicht das Austreten von Elektronen verhindern. Dadurch wird auch der Temperatureinfluß herabgesetzt. Die Wasserstoffwirkung ist schwerer zu erklären und bedarf zur Aufhellung weiterer Versuche. Beim Cyan wird augenscheinlich das sehr beständige Kalziumcyanamid gebildet, da die Elektrode durch Glühen in Sauerstoff nicht regeneriert werden kann, was der Fall wäre, wenn etwa Kalziumkarbid gebildet würde.

(Phys. Zeitschr. Nr. 1, 1914.)

Literatur-Bericht.

Die Stromversorgung der Großindustrie. Von Dr.-Ing. H. Birrenbach. 194 Seiten und 27 Textfiguren. Berlin 1913. Julius Springer.

Wir haben es hier mit einer klaren, übersichtlichen und zeitgemäßen Abhandlung über die Rentabilität und das Tarifwesen von Elektrizitätswerken zu tun. Bei der Ermittlung der Gestehungskosten geht der Verfasser von den durch Agthe gegebenen Grundlagen aus und stellt dann alle Faktoren zusammen, welche bei der Tarifpolitik in Betracht zu ziehen sind, indem er überall geeignete praktische Beispiele einflicht. Dann geht er zu der für die großen Überlandzentralen außerordentlich wichtigen Frage von der Bedeutung der Großabnehmer für Überlandzentralen über. Die Vorteile, die der Großabnehmer beim Anschluß an ein Elektrizitätswerk hat, sind: Volle Freiheit in der Ausdehnung des Betriebes, Ersparnis an Anlagekapital, Einfachheit und Sicherheit des Betriebes und Raumersparnis; in manchen Fällen werden auch noch die Betriebskosten an sich billiger, als bei Eigenbetrieb. Natürlich ist es schwer, scharf anzugeben, bei welchem Anschlußwert der Großabnehmer beginnt; in der Regel wird man eine Leistung von mehr als 25 bis 50 *kW* voraussetzen sowie eine Mindestabnahme von 50.000 bis 100.000 *kWh*. An drei wirklichen Zentralen weist der Verfasser den Einfluß der Großabnehmer auf die Betriebsergebnisse im einzelnen nach. Im besonderen werden als Großabnehmer die Straßenbahnen und die Großindustrie behandelt. Die Stromtarife der Großabnehmer werden sodann mit den Betriebskosten von Einzelanlagen verglichen, worauf in einem langen Kapitel eine große Zahl der bestehenden Großabnehmertarife im einzelnen besprochen werden. Von besonderem Interesse ist das Schlußkapitel, das Gesichtspunkte für eine weitere Reduktion der Gestehungskosten gibt. In dieser Richtung erwähnt er zunächst Konzentrationsbestrebungen, das heißt den Zusammenschluß kleinerer Werke zu großen Konzernen und die gegenseitige Aushilfe großer Werke. Weiterhin lassen sich die Verluste in den elektrischen Netzen, die in manchen Städten heute noch 35 bis 45% betragen, durch sorgfältige Auswahl der Transformatoren und des Systems auf 10 bis 20% herunterdrücken. Natürlich ist auch die Wahl der Betriebskraft, vor allem die Verwendung minderwertiger Brennstoffe, von großem Einfluß auf die Gestehungskosten und der Verfasser hat ganz Recht, wenn er auf die hohen Anlage- und Betriebskosten von Zentralen mit Dieselmotoren warnend hinweist. Schließlich empfiehlt der Verfasser den Einkauf der Kohle nach dem Heizwert und die Verwendung von Einrichtungen zur Korrektion der Phasenverschiebung (Synchronkondensatoren). Das Werk dürfte für alle, die mit Überlandzentralen zu tun haben, von Wert und Nutzen sein.

Niethammer.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Wasserkraftmaschinen.

Von neueren Turbinenanlagen sei die von Georg Pumberger in Eberschwang (Oberösterreich) gebaute Anlage zur Vergrößerung der Nutzwirkung von Turbinen erwähnt, deren Wesen darin besteht, daß, an das Saugrohr anschließend, ein Kanal, eine Rohrleitung oder dgl. bis zu einem von dem unterhalb der Turbine gelegenen Punkt des Unterwasserspiegels beliebig weit entfernten Punkt des Unterwassergerinnes geführt ist. (Ö. P. Nr. 61.223.)

Dunlop James in Glasgow hat eine Turbine, deren Beaufschlagungsflüssigkeit die Energie durch die Explosion von Gasen empfängt, erfunden. Bei Benutzung einer Radialturbine ist diese von einem Ring umgeben, der an zwei gegenüberliegenden Viertelteilen seines Umfanges mit Leitschaufeln versehen ist. Über diesen Leitringteilen ist je eine Explosionskammer mit Lufteinlaß- und -auslaßventilen angeordnet. Durch die in diesen beiden Kammern abwechselnd erfolgenden Explosionen wird eine Wassersäule in hin und her schwingende Bewegung versetzt und durch die Turbine getrieben, die dadurch beständig in derselben Richtung in Umlauf erhalten wird. Wenn zum Beispiel die Wassersäule in der einen Kammer die höchste Lage erreicht hat, sind alle Ventile geschlossen, nur das Auslaßventil in der zweiten Kammer ist geöffnet. Tritt nun in der ersten Kammer Explosion ein, so wird das Wasser, die Turbine beaufschlagend, durch diese in die zweite Kammer getrieben. Hier stößt es die von der früheren Explosion verbliebenen Verbrennungsrück-

Digitized by Google

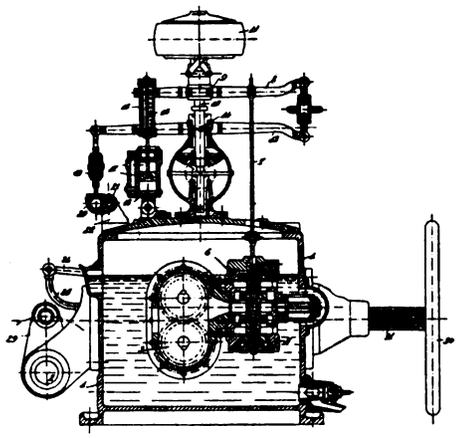


Fig. 1.

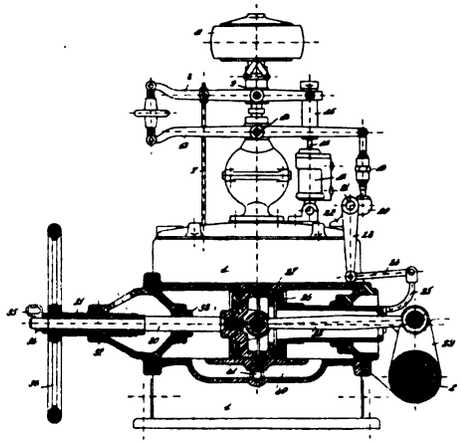


Fig. 2.

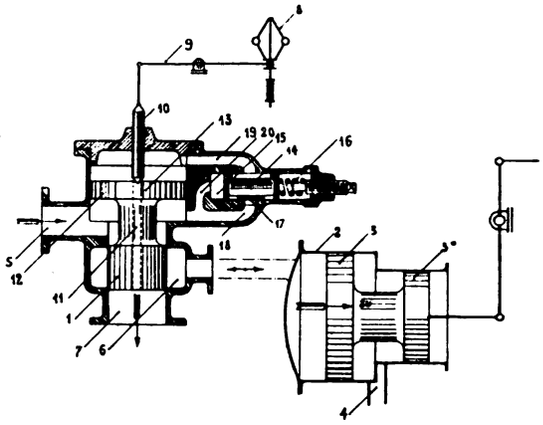


Fig. 3.

stände durch das offene Ventil aus, bis es auf dieses Ventil auftrifft und es dadurch schließt. Während des weiteren Steigens der Wassersäule wird die Ladung für die nächste Explosion verdichtet. In der ersten Kammer hat inzwischen das explodierte Gas den Druck der Außenluft unterschritten. Infolgedessen werden das Luftein- und das -auslaßventil selbsttätig geöffnet. Es tritt eine frische Ladung von Luft ein, die den Verbrennungsgasen folgt. Findet sodann die Entzündung des verdichteten brennbaren Gemisches in der anderen Kammer statt, so wird die Bewegung der Wassersäule in umgekehrter Richtung verursacht. Zur Zuführung des flüssigen Brennstoffes dient eine Kolbenpumpe, an deren Kolbenstange ein in einem Zylinder spielender Kolben befestigt ist, der einerseits unter der Pressung in der Verbrennungskammer, andererseits unter der Wirkung einer Feder steht und den Pumpenkolben betätigt. Bei Erreichung des notwendigen Verdichtungsdruckes wird die Federkraft überwunden und der Pumpenkolben fördert Brennstoff in die Entzündungskammer, die an die Verbrennungskammer angeschlossen ist.
(Br. P. Nr. 24.378 v. J. 1912.)

Nikola Tesla in New York hat eine auch als Pumpe verwendbare Kraftmaschine erfunden, die aus mehreren, in einem geschlossenen Gehäuse auf einer Zentralwelle in Abständen voneinander angeordneten, parallelen, kreisenden Scheiben besteht, wobei das Gehäuse zentral und am Umfange gelegene Öffnungen besitzt und die Scheiben mit Löchern nahe der Zentralwelle versehen sind, so daß beim Arbeiten der Maschine die wirksame Übertragung der Energie zwischen Mittel (Flüssigkeiten, Dämpfe, Gase) und Scheiben durch die Eigenschaften der Adhäsion und inneren Reibung (Viskosität) des in ungehemmten, natürlichen Spiralwegen zwischen den Oberflächen der Scheiben von den Einlaß- zu den Auslaßöffnungen strömenden Mittels bewirkt wird. (Ö. P. Nr. 60.332.)

Eine Gruppe von Patenten bezieht sich auf besondere Ausführungsformen der Turbinenräder. Hievon seien nachstehende besprochen:

Das von der Firma J. M. Voith in Heidenheim an der Brenz gebaute Turbinenlaufrad mit Hochwasserkranz besteht aus einem Francis-Turbinenlaufrad, das als Normalläufer, bei dem also der größte Austrittsdurchmesser gleich dem Eintrittsdurchmesser ist, oder als Schnelläufer, bei dem also der größte Austrittsdurchmesser größer als der Eintrittsdurchmesser ist, gebaut ist, und einem außen angefügten zweiten Schaufelkranz, zum Beispiel ähnlich einem Jonval-Turbinenkranz, als Hochwasserkranz, aus dem das Wasser durchwegs axial und radial-axial nach außen gerichtet austritt.
(Ö. P. Nr. 60.678.)

Bekanntlich nimmt der Wirkungsgrad von Francis-Turbinen mit zunehmender Schluckfähigkeit ab. Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, daß die mit der Schluckfähigkeit zunehmende Breite der Turbine eine geordnete und sichere Bewegung des Wassers im Axialschnitt immer mehr in Frage stellt. Insbesondere bei kleineren Beaufschlagungen wird sich das Wasser in unbestimmter verlustreicher Strömung im Axialschnitt des Laufrades bewegen. Es steht also der durchschnittliche mittlere Krümmungshalbmesser der Wasserbewegung im Axialschnitt nicht im richtigen Verhältnis zur Turbinenbreite. Diese sollte geringer sein. Von diesen Erwägungen ausgehend, baut Robert Honold in Ravensberg i. Württbg. das Laufrad für Francis-Turbinen mit weitem Schaufelspalt derart, daß er eine oder mehrere Schichtwände im Schaufelspalt anordnet, also die Turbine gleichsam in mehrere Teilturbinen zerlegt, und so eine bestimmte Bewegung des Wassers im Axialschnitt erzwingt. Da die Wasserbewegung eben im Schaufelspalt die stärksten Krümmungen aufweist, ist es für gute Führung des Wassers im Axialschnitt meistens nicht nötig, die Schichtwände über die Eintrittskante herein in das Laufradinnere sich erstrecken zu lassen. Nötigenfalls werden sie aber mit zungenartigen Fortsätzen versehen, die etwa bis zur engsten Stelle des Radprofils in die Laufradkanäle hinabreichen und die vorgeschriebene Wasserbewegung bis dahin sichern. (D. R. P. Nr. 268.097.)

Während gewöhnlich die Schaufeln von Turbinenlaufrädern in die Gußkränze eingesetzt oder eingegossen sind, wobei infolge des Druckes der Wassermassen ein Herauspressen von Schaufeln eintreten kann, stellt die Firma Schneider, Jaquet & Cie. G. m. b. H. in Straßburg-Königshofen Turbinenlaufräder mit Blechschaufeln her, bei denen nur eine Gußradnabe zur Anwendung kommt und der gesamte Laufradkörper aus einander gleichen Schaufeln gebildet ist, die zur Erzielung der erforderlichen Festigkeit untereinander und mit der Gußradnabe durch Schrauben, Nieten oder dgl. verbunden sind. (D. R. P. Nr. 265.153.)

Das von Robert Honold in Ravensburg i. Württemberg erfundene Gehäuse für Francis-Turbinen mit seitlichem Wassereinlauf und einseitig im Gehäuse angeordnetem Leitrad ist dadurch gekennzeichnet, daß die Mitte des Einlaufes in der Ebene des Leitraddeckels angeordnet und das Gehäuse unter Anlehnung an den Leitraddeckel aus der unteren Leitradbegrenzung heraus als stetige Führungswand entwickelt ist. Als Gehäuseform dient ein Drehkörper, dessen Anpassung an die Wasserströmung durch bauliche Anlehnung seiner Erzeugenden an die Erzeugende des Leitraddeckels und entsprechende Versetzung seiner Drehachse gegen die Turbinenachse erreicht ist. (D. R. P. Nr. 255.904.

Die von Arthur Rohn in der Schweiz ersonnene Regelungsvorrichtung für Turbinen ist in den Fig. 1 und 2 dargestellt und weist folgende Einrichtung und Wirkungsweise auf: Der Behälter 1 enthält die Flüssigkeit, zum Beispiel Öl, die zur Speisung des Servomotors dient, der die die Verstellung der Turbinenleitschaufeln bewirkende Welle 2 betätigt. Die Kapselpumpe 3 fördert das Öl beständig in das Ventilgehäuse 5. Das Ventil 6 ist mit der Stange 7 gelenkig verbunden und diese steht mit dem Hebel 8 in Verbindung, der mittel einer Hülse 9 die Spindel 10 des Pendelreglers 11 umschließt. Das ander Ende des Hebels 8 ist mit dem einen Arm des um den Punkt 14 schwingen den Hebels 13 verbunden. In der vom Hebel 8 getragenen Federbüchse 15 kann sich die Stange 16 bewegen, die am unteren Ende mit dem Kolben 17 der Ölbremse 18 fest verbunden ist. Das rechte Ende des Hebels 13 ist unter Zwischenschaltung eines verlängerbaren Gliedes 19 (Fig. 2) an den um die Achse 21 drehbaren Hebelarm 20 angelenkt. Die Achse 21 trägt weiters den nach abwärts geführten Hebelarm 28, dessen unteres Ende mit dem Hebelarm 24 in gelenkiger Verbindung steht, dessen anderes Ende mit dem auf dem Kolben 26 des Zylinders 27 des Servomotors befestigten Arm 25 verbunden ist. Der Kolben 26 ist durch die Lenkstange 28 an die Kurbel 29 angelenkt, die die Regelungsbewegung auf die Welle 2 überträgt. Am Kolben 26 ist weiters die Stange 30 befestigt, auf der mit geringer Reibung die Schraubenhülse 31 aufgeschoben ist, die in den Fortsatz 32 des Zylinderdeckels eingeschraubt wird und das Handrad 36 trägt. Soll die Regelung selbsttätig vor sich gehen, so wird der Hahn 41 in der die beiden Zylinderseiten verbindenden Umlaufleitung 40 in die Schlußstellung gebracht. Bei gewöhnlicher Geschwindigkeit der Turbine nimmt das Ventil 6 die Mittellage ein und kann das durch die Kapselpumpe geförderte Öl durch die Kanäle des Ventilgehäuses in den Behälter 1 zurückfließen. Ändert sich die Geschwindigkeit, so wird das Ventil 6 derart verstellt, daß das Drucköl den Weg zu der einen oder anderen Kolbenseite im Servomotorzylinder nimmt, wodurch der Kolben 26 derart bewegt wird, daß er die Leitschaufeln im öffnenden oder schließenden Sinne verstellt. Hiebei verhüten die Bremsvorrichtungen 15 und 17 plötzliche Bewegungen. Das auf den Arm 25 einwirkende Hebelgestänge 13, 19, 20, 23, 24 dient zur Rückführung des Kolbens in die Mittellage. Soll von Hand aus geregelt werden, so wird der Hahn 41 derart verstellt, daß die beiden Seiten des Zylinders 27 durch die Umlaufleitung 40 in Verbindung kommen, weiters wird der Bolzen 34 herausgezogen, so daß mit Hilfe des Handrades 36 der Kolben 26 im Sinne des Öffnens oder Schließens der Turbinenleitschaufeln verstellt werden kann.
(Fr. P. Nr. 451.154.)

Anton Gagg in Zürich hat eine Sicherheitsvorrichtung für mit Preßflüssigkeit gesteuerte Kraftmaschinen, wie sie zum Verstellen der Einlaßvorrichtungen der Wasserturbinen verwendet werden, erfunden, die den Zweck hat, in allen Fällen, wo die Pressung der Steuerungsflüssigkeit eine für einen regelrechten Betrieb bedingte Mindest- oder Höchstgrenze überschreitet, die Preßflüssigkeit so umzusteuern, daß sie auf Schließen der Einlaßvorrichtungen der Kraftmaschine einwirkt, so daß diese zum Stillstande kommt. Die Sicherheitsvorrichtung ist in Fig. 3 in Verbindung mit dem Steuerventil 1 für den Servomotor einer Wasserturbine dargestellt. Im Gehäuse 2 des Servomotors ist der Stufenkolben 3—3a eingebaut, dessen mittlerer Raum durch das Rohr 4 unter gleichbleibendem Druck steht. Der Druck links vom Kolben 3 wird durch den Steuerkolben 1 derart geregelt, daß dieser, wenn er gesenkt wird, Preßflüssigkeit vom Stutzen 5 in den Ringraum 6 und von da zum Kolben 3 zutreten läßt. Wird der Steuerkolben 1 angehoben, so kann die links vom Kolben 3 befindliche Preßflüssigkeit durch den Stutzen 7 entweichen. Solange

Digitized by Google

die Pressung der durch den Stutzen 5 zutretenden Steuerungsflüssigkeit, zum Beispiel Preßöl, innerhalb gegebener Grenzen bleibt, wirkt nur der Geschwindigkeitsregler 8 unter Vermittlung des Doppelhebels 9 und des Vorsteuerventils 10 auf die Höhenlage des Steuerventils 1 ein. Hiebei legt das mit dem federbelasteten Kolben vereinigte Ventil 14 nur kleine Wege zurück. Dieses Ventil schließt durch einen Steg 17 den Kanal 18 gegenüber dem Kanal 19 ab. Wird der Druck des durch den Stutzen 5 zuströmenden Preßöles zu hoch, so schiebt das durch die Bohrung 20 in den Raum 15 eintretende Preßöl das Ventil 14 so weit nach rechts, bis dessen Steg 17 den Kanal 18 gegenüber dem Kanal 19 öffnet, so daß Preßöl über den Kolben 13 des Steuerventils 1 gelangen kann, wodurch der Kolben 3 veranlaßt wird, sich im schließenden Sinne zu verschieben. Fällt der Druck der Preßflüssigkeit unter ein gegebenes Maß, so schiebt die Feder 16 das Ventil 14 nach links, bis wieder der Steg 17 den Kanal 18 gegenüber dem Kanal 19 öffnet. Es wird also wieder ein Schließen der Einlaßvorrichtungen der Turbine erfolgen. (Ö. P. Nr. 62.271.)

Ein Patent der Firma Société Neyret, Brenier & Cie. in Grénoble hat einen kreisenden Dichtungsring für den Spalt von Reaktionsturbinen und Kreiselpumpen zum Gegenstande. Wie aus Fig. 4 ersichtlich, ist der Ring *A* zwischen dem Laufrad *C* und dem Leitrad *B* eingeschaltet. Er ist an einer oder mehreren Stellen seines Umfanges gespalten, kann sich infolgedessen leicht unter der Wirkung der Fliehkraft öffnen und an den festen Teil *B* anlegen. In die Ringnut *D* des Laufrades greift der Steg *E* des Dichtungsringes ein, der ohne irgendeine Befestigung einfach auf dem Laufrad aufruht. Beim Kreisen des Laufrades wird der Ring *A* durch Reibung mitgenommen und seine Fläche *a* wird gegen die Fläche *b* der Ringnut gedrückt. Bei Erreichung einer bestimmten Geschwindigkeit vermag die Fliehkraft die Reibung zwischen den Flächen *a* und *b* zu überwinden und die verschiedenen Teile des Ringes legen sich nunmehr gegen den feststehenden Teil. Zwischen den Flächen *c* und *d* tritt dann ein Reibungswiderstand auf, der bestrebt ist, die Bewegung des Ringes zu verzögern, der infolgedessen eine Geschwindigkeit annimmt, bei der die zwischen den Flächen *a* und *b* einerseits und den Flächen *c* und *d* andererseits auftretenden Reibungswiderstände ausgeglichen werden. Der Hohlraum *e* zwischen dem Ring *A* und dem festen Teil *B* bewirkt, daß auf die Fläche *f* ein Druck ausgeübt wird, der zum Teil die Wirkungen der Fliehkraft ausgleicht und die Reibungsarbeit auf den gewünschten Wert herabsetzt. (D. R. P. Nr. 265.282.)

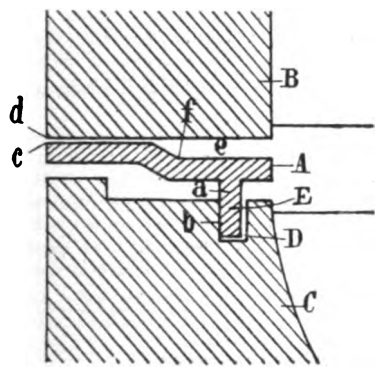


Fig. 4.

Zahlreich sind die Erfindungen auf dem Gebiete der Strahlturbinen. Zunächst seien einige allgemeine Anordnungen behandelt:

Die Erfindung der Firma Rector Engine Corporation in den Ver. St. v. A. hat eine Strahlturbine zum Gegenstande, bei der der Beaufschlagungsflüssigkeit die lebendige Kraft durch Dampf erteilt wird. Die Strahlturbine ist in einem Gehäuse angeordnet, dessen unterer Teil als Flüssigkeitskammer ausgebildet ist. In diese taucht das am anderen Ende in eine Düse endigende Wasserzuführungsrohr. Das Dampfrohr mündet über dem Flüssigkeitsspiegel. Um nun die Flüssigkeit mit wesentlich gleichbleibender Geschwindigkeit durch die Düse zu pressen, wird in dieser der Flüssigkeit Dampf beigemengt, dessen Druck jenem entspricht, der auf die Flüssigkeitssäule im Zuführungsrohr ausgeübt wird. Zu diesem Zwecke taucht das in den Düsenkopf mündende Dampfrohr in das in der Flüssigkeitskammer befindliche Wasser ein und ist dort mit einer Anzahl von Löchern versehen. Solange der auf der Flüssigkeit lastende Dampfdruck den gewöhnlichen Verhältnissen entspricht, sind die Löcher vom Wasser abgedeckt. Hat der Dampf aber einen Teil der Flüssigkeit durch die Düse gepreßt, so daß der Wasserspiegel gesunken und der Dampf auf niedrigeren Druck gebracht worden ist, so werden die Löcher nach und nach freigegeben, so daß der Dampf durch sie in das zum Düsenkopf führende Rohr eintreten und sich dort mit dem hochgedrückten Wasser vermengen kann. (Fr. P. Nr. 457.217.)

Bei der Turbine nach William J. G. Forman in Argyllshire (Schottland) erhält das Beaufschlagungswasser die lebendige Kraft durch Explosionen von brennbaren Gasgemischen. Überdies wird jedoch die Expansionskraft des Wasserdampfes ausgenutzt, der sich infolge der Explosionen in der Verbrennungskammer bildet. Die Einrichtung ist derart getroffen, daß in eine mit einem Einlaßventil für das Brennstoffgemisch und einem Auslaßventil für die Verbrennungsrückstände ausgestattete Verbrennungskammer das eine Ende eines nach abwärts geführten U-Rohres hineinragt, dessen anderes Ende in zwei Rohrstränge ausläuft, von denen der eine zur Zuführung frischen Wassers und der andere zur Ableitung des Druckwassers nach der Düse der Strahlturbine dient. An der Abzweigstelle ist eine Rückschlagklappe zum Abschluß je eines der beiden Rohrstränge angebracht. Das U-Rohr ragt mit einem der Länge nach einstellbaren und am oberen Ende trichterförmig erweiterten Stück in die Verbrennungskammer hinein, so daß um dieses Rohrstück herum in der Verbrennungskammer immer eine bestimmte Wassermenge zurückgehalten wird. Durch die fortgesetzten Explosionen wird diese Wassermenge an der Oberfläche nach und nach bis zum Siedepunkt erhitzt werden und es bildet sich Dampf. Die Expansion des Dampfes unterstützt die infolge einer Explosion eintretende Auswärtsbewegung der Wassersäule im U-Rohre. Das Auslaßventil für die Verbrennungsrückstände kann als Schieber ausgebildet sein, der durch einen in einer an das U-Rohr angeschlossenen Kammer spielenden Schwimmer entsprechend dem Steigen und Fallen der Wassersäule gesteuert wird. In den abwärts führenden Schenkel des U-Rohres ragt eine Brause oder dgl. zur Zuführung kalten Wassers hinein, um den Dampf in der Verbrennungskammer im gegebenen Zeitpunkte niederschlagen zu können. Wird die Vorrichtung mit Wasser gefüllt und sodann in Betrieb gesetzt, so werden die wiederholten Zündungen das Wasser in der Verbrennungskammer und im U-Rohre an der Oberfläche schließlich zum Verdampfen bringen, insbesondere, sobald der Druck in der Verbrennungskammer fällt. Der Schwimmer ist derart angeordnet, daß er während der Auswärtsbewegung der Wassersäule das Auslaßventil für die Verbrennungsrückstände öffnet, bevor der Dampf seine ganze lebendige Kraft abgegeben hat. Die Wassersäule wird sich infolge des ihr noch innewohnenden Arbeitsvermögens weiter ein Stück auswärts bewegen, so daß der Druck im U-Rohr fällt. Die Rückschlagklappe an der Rohrabzweigstelle wird nun das Einlaßrohr für frisches Wasser freigeben. Gleichzeitig wird infolge des Unterdruckes im U-Rohr das in die Wasserzuleitung zur Brause eingebaute Ventil geöffnet, so daß der restliche Dampf in der Verbrennungskammer niedergeschlagen wird. Der dadurch entstehende Unterdruck bewirkt das Öffnen des Einlaßventils für frisches Brennstoffgemisch. Inzwischen ist die Wassersäule zum Stillstand gekommen. Durch den Druck des im Zuflußrohr befindlichen Wassers und den Unterdruck in der Verbrennungskammer beschleunigt, kehrt die Wassersäule zurück, nimmt den Schwimmer mit, schließt infolgedessen das Auslaßventil für die Verbrennungsrückstände und verdichtet das in der Explosionskammer enthaltene brennbare Gemisch, worauf sich die geschilderten Arbeitsvorgänge wiederholen. (Br. P. Nr. 5512 v. J. 1912.)

William Speirs Simpson in London führt einer wagrechten Radialturbine das Wasser aus einem tiefer liegenden Behälter oder dgl. mit Hilfe eines mit großer Geschwindigkeit in Umdrehung versetzten Gefäßes durch Fliehkraftwirkung zu. Das Gefäß trägt eine Anzahl in Düsen endigender Rohrarme, durch die das Wasser dem das Gefäß umschließenden Turbinenrad zuströmt. (Br. P. Nr. 12.927 v. J. 1912.)

Hinsichtlich neuer Schaufelformen sei die von Johann Brunner in Buch (Tirol) erfundene Schaufel für Freistrahlturbinen erwähnt. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß der Boden der Schaufelmulde im Aufriß durch eine Kurve von der Eigenschaft gebildet wird, daß sie stets senkrecht auf dem die Schaufel treffenden Wasserstrahl steht, und daß in der keilförmigen Schaufelrückenfläche eine Aussparung vorgesehen ist, um ein Zerspritzen des Wassers durch die Schaufelrückenkante zu verhindern. (Ö. P. Nr. 60.340.)

Aus den vielen Erfindungen über Regelungsvorrichtungen für Strahlturbinen mögen nachstehende herausgegriffen sein:

Die von der Firma J. M. Voith, Maschinenfabrik in Heidenheim a. d. Brenz gebaute Regelungsvorrichtung für Freistrahlturbinen, bei denen der Strahl mittels Schwenkdüse, Blende oder dgl. vom Laufrad abgelenkt wird, während die Veränderung der Wassermenge von Hand oder nach Art der Doppelregelungen durch den gemeinschaftlichen oder einen besonderen Regler erfolgt, ist dadurch gekennzeichnet, daß neben der bekannten Ablenkvorrichtung ein Strahlabweiser vorgesehen ist, der mit der Ablenkvorrichtung zusammenarbeitet. Durch diese Anordnung soll der bei jeder größeren Entlastung auftretende Übelstand, daß der vom Laufrad abzulenkende Wasserstrahl zunächst einen für die Regelung fast nutzlosen Weg zurücklegen muß, ehe er über die Eintrittskante der Schaufel hinaustritt und ganz unwirksam wird, verhütet werden. (D. R. P. Nr. 268.122.)

Die Erfindung der Actiengesellschaft vormals Joh. Jacob Rieter & Co. in Winterthur bezieht sich auf einen Geschwindigkeitsregler für Freistrahlturbinen mit zwei Regelungsvorrichtungen, von denen jede für sich durch einen besonderen Servomotor betätigt wird, und wobei beide Servomotoren, unter dem mittelbaren Einfluß desselben Reglers stehen und die eine der Regelungsvorrichtungen die Aufschlagwassermenge mit langsamer und die andere mit großer Geschwindigkeit verringert. Die Einrichtung ist in Fig. 5 dargestellt. Das dem Turbinenrad *T* der Freistrahlturbine durch die Düse *D* zugeführte Aufschlagwasser wird seiner Menge nach durch langsame Verschiebung der in der Düse axial verschiebbaren Nadel *N* mittels des Servomotors S_1 und durch rasches Abschneiden eines Teiles des aus der Düse bereits ausgetretenen Wasserstrahles durch den Ablenker *A* mittels des Servomotors S_2 geregelt. Die Regelung wird durch den Pendelregler *P* eingeleitet, der das aus dem Ventil V_1 und dem einseitig gesteuerten Ventil V_2 bestehende Doppelsteuerventil beeinflußt. Die Ventile sind so bemessen, daß bei einer Aufwärtsbewegung zuerst das Ventil V_1 in Wirksamkeit tritt. Es tritt dann von der Druckleitung *O* aus in den Raum hinter dem großen Kolben des Servomotors S_1 Druckflüssigkeit. Die Bewegung des Servomotors S_2 wird vom Ventil V_2 geregelt. Die Rückführungen der beiden Regelungsvorrichtungen stehen durch den Hebel H_2 miteinander in Verbindung. Zwischen den beiden Angriffspunkten der Rückführungen an den Hebel H_2 greift das Gestänge H_1 an, das mit dem Regler *P* und den Steuerventilen V_1, V_2 in Verbindung steht. Bei kleineren Schwankungen wird die Regelung nur durch das Ventil V_1 bezw. durch entsprechende Verstellung der Nadel *N* durch den Servomotor S_1 bewirkt. Bei größeren Schwankungen kommen die Ventile V_1 und V_2 nacheinander zur Wirkung. Nach Öffnen des Ventiles V_2 tritt Druckflüssigkeit durch das Rückschlagventil *R* in den Zylinder des Servomotors S_2, dessen Kolben nun rasch nach abwärts bewegt wird, wodurch ein Verschwenken des Strahlablenkers *A* in den Strahl erfolgt. Gleichzeitig verstellt der Servomotor S_2 den Hebel H_2 um dessen linkes

Digitized by Google

Ende als Drehpunkt und diese Bewegung wird durch den Hebel H_1 auf das Steuerventil übertragen. V_2 wird ganz geschlossen und der Kolben des Servomotors S_2 kommt dadurch zur Ruhe. Das Rückschlagventil R verhindert ein Zurückfließen der Druckflüssigkeit nach dem Ventil V_2. Unter Einfluß des gleichbleibenden Gegendruckes vom kleinen Kolben des Servomotors S_2 beginnt nun die Druckflüssigkeit, aus dem Raum hinter dem großen Kolben durch die kleine, von Hand aus einstellbare Düse B auszuströmen. Dies bedingt ein langsames Aufwärtsbewegen des Kolbens des Servomotors S_2, wodurch der Ablenker A aus dem Strahle herausgeschwenkt wird. Hiebei ist die Hebelanordnung so getroffen, daß keine Bewegungsübertragung auf das Steuerventil erfolgt. Erst wenn der Kolben des Servomotors S_2 am Hubende angebracht ist, tritt durch den Servomotor S_1 eine kleine Verschiebung des Ventiles V_1 in die Mittellage ein. Durch diese Einrichtung werden schädliche Wasserstöße in der Druckleitung vermieden und doch eine rasche Regelung der Turbine ermöglicht. (D. R. P. Nr. 261.218.)

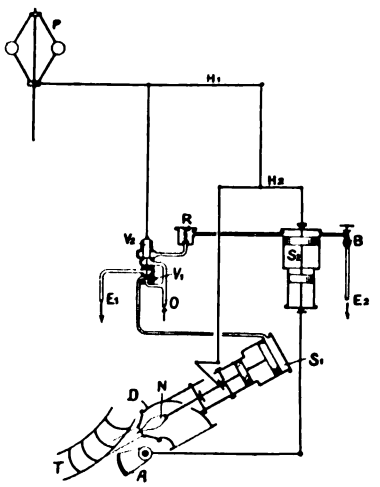


Fig. 5.

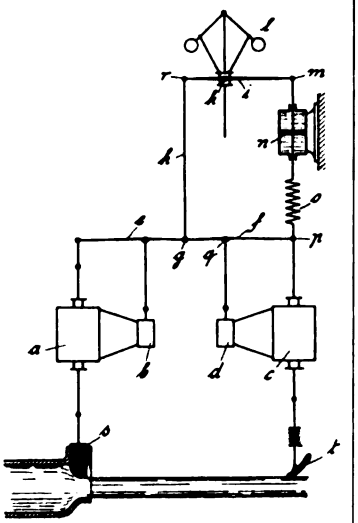


Fig. 6.

Die Firma Briegleb, Hansen & Co. in Gotha hat den Patentschutz erworben für eine Regelungsvorrichtung für Freistrahlturbinen mit zwei Arbeitszylindern, von denen der eine zur raschen Verstellung eines Strahlablenkers und der andere zur langsamen Verstellung der Düse dient und die beide durch je ein Steuerventil von einem Punkte eines Hebelwerkes unter Einschaltung je einer starren Rückführung gesteuert werden. Die Regelungsvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß der genannte Punkt unter dem gleichzeitigen Einflusse eines Fliehkraftpendels und eines zweiten Punktes steht, der den Bewegungen des Strahlablenkers verzögert nachfolgt. Dadurch wird eine beliebige Abhängigkeit der Umlaufgeschwindigkeiten im Beharrungszustande von der Belastung erreicht. Die Regelungsvorrichtung ist in Fig. 6 schematisch dargestellt. Die Feder o ist im Beharrungszustande spannungslos. Erfolgt eine plötzliche Bewegung des Kolbens des Arbeitszylinders c des Strahlablenkers, so kommt die Feder unter Spannung, weil der Kolben n der Ölbremse nur langsam nachgibt. Findet zum Beispiel eine Entlastung der Turbine statt, so ist der Punkt m als fester Punkt zu betrachten. Der Pendelregler l hebt den Punkt g, an dem die Hebel e und f für die Steuerventile b und d gelenkig verbunden sind. Der Arbeitskolben des Strahlablenkers geht rasch nach abwärts, führt das Steuerventil d in die Mittelstellung zurück und kommt zur Ruhe, während der Kolben im Arbeitszylinder a für die Verstellung des Düsenverschlusses s sich langsam nach abwärts zu bewegen beginnt. Der Punkt g und mit ihm die Muffe des Pendelreglers sind also in einer im Vergleich zur Anfangslage höheren Stellung zur Ruhe gekommen, wogegen der Punkt m sich noch nicht wesentlich verschoben hat. Entsprechend der hohen Muffenstellung ist die Umlaufzahl höher als normal. Nun beginnt die Ölbremse n, langsam nachzugeben, wodurch die Stange h und der Kolben des Steuerventiles d etwas angehoben werden. Der Arbeitskolben des Strahlablenkers t rückt noch etwas nach unten und schiebt den Ablenker noch etwas in den Strahl hinein. Die Umlaufzahl sinkt, bis sich schließlich ein Beharrungszustand einstellt, bei dem der Punkt m gegenüber dem Anfangszustande um ebensoviel tiefer steht wie der Arbeitskolben im Zylinder c und bei dem der Punkt g höher ist als in der Anfangslage.
(D. R. P. Nr. 269.469.)

Die von Peter Brotherhood Limited und Charles W. Bryant, beide in Peterborough, erfundene Regelungsvorrichtung für Strahlräder, die das Betriebswasser nach erfolgter Arbeitsleistung in einen Abflußbehälter ausgießen, hat den Zweck, das Strahlrad betriebsfähig zu erhalten, gleichgiltig, ob das Abflußwasser gegen den Druck der Außenluft oder beständig oder zeitweise gegen höheren Druck zum Ausströmen gebracht wird. Zu diesem Behufe ist in das an den Behälter angeschlossene Abströmrohr eine Strahldüse eingebaut, die mit Druckwasser von der Turbinenzuleitung gespeist wird und bei erhöhtem Druck im Abströmrohr zur Wirkung gelangt, so daß sie das Wasser aus dem Abflußbehälter absaugt. In die Leitung zur Düse der Strahlpumpe ist ein Ventil eingeschaltet, das einen Bolzen trägt, der in den Abflußbehälter hineinragt. Im Behälter ist ein Winkelhebel gelagert, dessen längerer Arm einen Schwimmer trägt, während der kürzere Arm an dem Bolzen anliegt. Für gewöhnlich ist das Ventil geschlossen und die Strahlpumpe außer Betrieb. Ist im Abströmrohr größerer Druck vorhanden, so steigt der Wasserspiegel im Behälter und gleichzeitig der Schwimmer. Der kürzere Arm des Schwimmerhebels gibt nun das Ventil frei, so daß sich dieses öffnet und Druckwasser durch die Strahldüse strömen kann. Dadurch wird das Absaugen des Wassers gegen den höheren Druck im Abströmrohr bewirkt. (Br. P. Nr. 6543 v. J. 1913.)

Vereins-Nachrichten.

Neue Mitglieder.

Müller Egon, Betriebsleiter, Byeljina.
Schweighofer Franz, Betriebsleiter, Lunz.
Kraus Josef, Ingenieur, Wien.
Städtisches Elektrizitätswerk Nowy Sacz.
Bullinger Gustav, Beamter, Wien.
Menschhorn Aug., Elektrotechniker, Baden.
Gürth Rudolf, technischer Beamter, Wien.
Sprecher, Schuh & Co., G. m. b. H., Linz.
Petzolt Josef, Elektro-Installateur, Leibnitz.
Pollak Friedr., Monteur, Leitmeritz.
Schneider Hubert, Elektrotechniker, Pola.
Fehl Max, Installateur, Nikolsburg.
Metzler Karl, Ingenieur, Ilmenau.
Merse Paul, Ingenieur, Wien.
Niesz Henri, Diplom-Ingenieur, Laibach.
Pokral Ewald, Maschinen-Ingenieur, Jaworzno.
Steiner R., Ingenieur, Trautenau.
Städtisches Elektrizitätswerk Schmiedeberg.
Liebl A., Maschinenmeister, Mühlbach.
Fanta Karl, Ober-Ingenieur, Wien.
Kratky Friedr., Ingenieur, Wien.
Pitsch Franz, Techniker, Wien.
Höpperger Rud., technischer Beamter, Brixen.
Schneider Gust., Obermaschinenmeister, Triest.
Jenny Daniel, Prof., Ingenieur, Mährisch-Ostrau.
Homann Wilh., technischer Beamter, Wien.
Ledwinka R., Techniker, Wien.
Fournaraki Leon, Ingenieur, Bukarest.
Bodnar Gust., Betriebsleiter, Kevevara.
Zirnbauer Josef, Ingenieur, Schatzlar.
Peukert Rich., Techniker, Haida.
Raubitschek Leo, Werkmeister, Hohenfurt.
Hagenhofer Josef, Betriebsleiter, Olbersdorf.
Lissau O. F., Ingenieur, Schenectady.
Kafka R. & Hoffmann W., Ingenieure, Teplitz.
Maschek Franz, Elektromonteur, Ober-Reitendorf.

Vereinsversammlungen.

Die Vereinsversammlungen werden, wenn nicht anders angegeben, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 11, I. Stock, abgehalten und wurden hiefür für die Vortragsaison 1913/14 folgende Tage festgesetzt: 1. und 8. April 1914.

Vortrag.

Mittwoch den 1. April und Mittwoch den 8. April, 7 Uhr abends: Vortrag des Herrn Direktor Hubert Sauer über: „Die städtischen Elektrizitätswerke der Gemeinde Wien und deren Betriebsmittel". (Mit Lichtbildern.)

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 17. März 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechszehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Die Schirmwirkung des geerdeten Schutzdrahtes.
Von E. Pfiffner, Budapest 261
Über Elektromagnete. II. Von Erich Jasse. (Schluß) . . . 268
Rundschau:
Elektrizitätswerke, Anlagen 271
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 271
Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger . . 272
Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 272
Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 273
Elektrische Beleuchtung 273
Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 274
Elektrische Apparate 274
Funkentelegraphie und -Telephonie 275
Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 275
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 275
Strahlungslehre 275
Wirtschaftliches 275
Chronik 276
Literatur-Bericht 277
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Elektromaschinenbau 277
Briefe an die Redaktion 280
Vereinsnachrichten 280
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *165—180*

Die Schirmwirkung des geerdeten Schutzdrahtes*).

Von E. Pfiffner, Budapest.

Die Wirkung des geerdeten Schutzdrahtes ist eine doppelte; sie erstreckt sich sowohl auf das statische elektrische Feld als auch auf das Feld, in dem sich elektrodynamische Vorgänge abspielen.

Der Einfluß des geerdeten Schutzdrahtes im statischen elektrischen Felde der Atmosphäre läßt sich rechnerisch genau feststellen, ebenso seine Wirkung bei elektrodynamischen Vorgängen, die durch plötzliche Feldänderungen bedingt sind, nicht aber sein Schutzwert bei direkt in die Leitungen einfallenden Blitzentladungen, der nur unter gewissen Annahmen gedeutet werden kann.

Im statischen elektrischen Erdfeld bewirkt der geerdete Schutzdraht eine Verminderung des Potentials in der Zone der Leitungsdrähte, unter der Voraussetzung, daß das Leitungsnetz isoliert ist, wobei natürlich nur an das vom Erdfeld induzierte Potential gedacht ist und die im Netz wirkenden elektromotorischen Kräfte außer acht gelassen werden.

Ist das Netz über Wassererder oder Drosselspulen oder im neutralen Punkte von Generatoren oder Transformatoren geerdet, so ist das Potential der Drähte gleich demjenigen der Erde und der Schutzdraht ist in diesem Falle im statischen Felde ohne wesentliche Wirkung.

Bei plötzlichen Feldänderungen, wie sie bei Blitzentladungen auftreten, kommt dagegen die Wirkung des Schutzdrahtes sofort zur Geltung. Nicht nur daß die zur Erdung der Leitungsnetze verwendeten Ohmschen oder induktiven Widerstände, die durch die plötzlichen Feldänderungen entstehenden Elektrizitätsmengen nicht rasch genug abzuleiten vermögen, auch bei widerstandslos geerdeten Leitungen entstehen bei raschen Feldänderungen Potentialdifferenzen gegen Erde, weil die freiwerdenden Ladungen sich in der Form elektrischer Wellen fortpflanzen. Geerdete Leitungen verhalten sich im ersten Momente bei Feldänderungen und in bezug auf elektrische Wellen überhaupt wie isolierte Leitungen und erst wenn die Wellen an den Erdungsstellen reflektiert werden, beginnt sich der Vorgang bei isolierten und bei geerdeten Leitungen zu differenzieren.

Der geerdete Schutzdraht als Überspannungsschutz kommt hauptsächlich in Frage als Schutz der Übertragungsleitungen bei plötzlichen Feldänderungen. Zur Beurteilung seiner Wirkungsweise soll zunächst seine Schirmwirkung bei einigen Anordnungen bestimmt werden.

A. Schirmwirkung des geerdeten Schutzdrahtes elektrischer Kraftübertragungsleitungen im statischen Felde.

Die Schirmwirkung des geerdeten Schutzdrahtes kann unter Annahme isolierter Übertragungsleitungen bestimmt werden. Bei geerdeten Übertragungsleitungen läßt sich die Schirmwirkung im statischen Felde nicht bestimmen, dagegen verhalten sich, wie bereits besprochen, im dynamischen Felde die in üblicher Weise geerdeten Leitungen wie isolierte.

Bezüglich des induzierenden elektrischen Feldes der Erde machen wir der Einfachheit halber die An-

*) Unter dem Titel „Der Schutzwert von Blitzseilen" veröffentlichte W. Petersen in E. T. Z. 1914, Seite 1, eine Abhandlung ähnlichen Inhalts. (Vergl. E. u. M. 1914, Heft 7, Seite 144.) Die Behandlungsart und vor allem die Schlußfolgerungen sind dagegen voneinander abweichende.

Digitized by Google

nahme, daß die Feldstärke im Bereiche von der Erdoberfläche bis zur Höhe der Leitungen unverändert, die Potentialdifferenz gegen Erde somit dem Abstand vom Erdboden proportional sei. Diese Annahme dürfte ungefähr der Wirklichkeit entsprechen, ist im übrigen aber von nebensächlicher Bedeutung.

Isolierte, nicht geladene Drähte üben einen nur geringen deformierenden Einfluß auf das elektrische Feld der Atmosphäre aus, der in einem Abstand von vielleicht fünfmal dem Leiterdurchmesser kaum mehr bemerkbar ist. Wir sehen deshalb von einer Berücksichtigung des Einflusses der isolierenden Leitungen ab und nehmen an, daß das Erdfeld durch deren Gegenwart in keiner Weise beeinflußt wird.

1. Anordnung mit einem Schutzdraht.

In Fig. 1 ist der Querschnitt durch eine Fernleitung mit einem Schutzdraht vom Radius r, der in der Höhe h über dem Erdboden gezogen ist, dargestellt. Wenn das Potential der Atmosphäre gegenüber demjenigen der Erde positiv ist, so wird der Schutzdraht eine Ladung q pro Längeneinheit annehmen, deren Vorzeichen gleich demjenigen der Oberflächenladung der Erde, das heißt negativ ist. Diese Ladung bringt in der Umgebung des Drahtes im Punkte P ein Potential hervor, welches durch

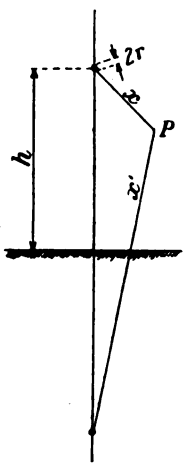


Fig. 1. Eindrähtige Schutzdrahtanordnung.

$$V_{SP} = 2q \ln \frac{x'}{x}$$

gegeben ist. Die Äquipotentialflächen, welche durch V_{SP} = konst. definiert werden, sind Zylinderflächen, deren Schnitte in der Papierebene Kreise ergeben. Am Punkte P existiert außerdem noch ein zweites Potential, herrührend vom elektrischen Felde der Atmosphäre V_{EP}. Das resultierende Potential ist

$$V_{max} = \Delta V_E \left\{ \sqrt{1 - \frac{2}{\ln \frac{2h}{r}}} - \frac{\ln \left(\frac{2}{1 - \sqrt{1 - \frac{2}{\ln \frac{2h}{r}}}} - 1 \right)}{\ln \frac{2h}{r}} \right\}.$$

gleich der algebraischen Summe beider Teilpotentiale, wobei wegen der negativen Ladung q das Teilpotential V_{SP} negativ einzuführen ist

$$V_P = V_{EP} - V_{SP} = V_{EP} - 2q \ln \frac{x'}{x}.$$

Da der Schutzdraht geerdet und im statischen Felde somit das Potential der Erde besitzt, so ergibt sich daraus, daß die Potentialdifferenz zwischen Draht und Erde gleich Null wird.

Die Potentialdifferenz, welche das Erdfeld auf dem Wege Erdboden zum Schutzdraht hervorbringt, ist der Definition gemäß $\Delta V_E = h\mathfrak{E}$ diejenige, hervorgebracht durch die Ladung des Schutzdrahtes, dagegen

$$\Delta V_S = 2q \ln \frac{2h}{r},$$

somit die Summe beider

$$h\mathfrak{E} - 2q \ln \frac{2h}{r} = 0,$$

woraus sich die auf dem Schutzdraht induzierte Ladung berechnet:

$$q = \frac{h\mathfrak{E}}{2 \ln \frac{2h}{r}} = \frac{\Delta V_E}{2 \ln \frac{2h}{r}}.$$

Wird dieser Wert in die Potentialgleichung eingeführt, so wird für einen beliebigen Punkt P

$$V_P = \frac{\Delta V_E}{h}(x' - h) - \frac{\Delta V_E}{\ln \frac{2h}{r}} \ln \frac{x'}{x}$$

und für beliebige Punkte in der Vertikalebene durch den Schutzdraht, für Punkte zwischen Schutzdraht und Erde, wo

$$x' = 2h - x$$

$$V_x = \Delta V_E \left\{ \frac{h - x}{h} - \frac{1}{\ln \frac{2h}{r}} \ln \left(\frac{2h}{x} - 1 \right) \right\}$$

für Punkte über dem Schutzdraht, wo

$$x' = 2h + x$$

$$V_x = \Delta V_E \left\{ \frac{h + x}{h} - \frac{1}{\ln \frac{2h}{r}} \ln \left(\frac{2h}{x} + 1 \right) \right\}.$$

Die beiden Gleichungen V_x sind in Fig. 2 graphisch dargestellt.

Zwischen Schutzdraht und Erde besitzt das Potential ein Maximum, das durch

$$\frac{dV_x}{dx} = 0$$

bestimmt wird und welches auf dem Radius x_m eintritt, der sich zu

$$x_m = h \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2}{\ln \frac{2h}{r}}} \right)$$

berechnet.

Das Potentialmaximum selbst ist

Das Potentialmaximum fällt nun aber keineswegs mit dem Punkte der geringsten verhältnismäßigen Spannungsreduktion zusammen, sondern ist letztere um so geringer, je weiter die geschützten Drähte vom Schutzdraht entfernt sind.

Wir bezeichnen mit Schirmwirkung die durch den Schutzdraht hervorgerufene verhältnismäßige Verminderung des vom Erdfeld auf einer isolierten Leitung induzierten Potentials. Dieselbe ist somit

$$\nu = 1 - \frac{V_x}{V_{Ex}},$$

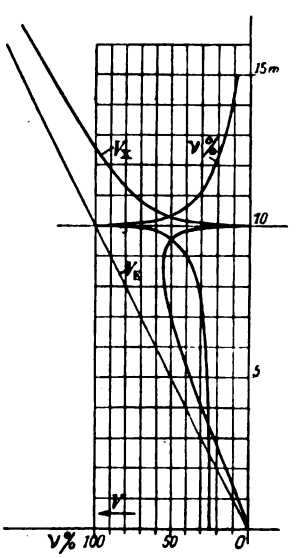


Fig. 2. Pontentialverlauf und Schirmwirkung bei eindrähtiger Schutzdrahtanordnung.

Digitized by Google

für Punkte unter dem Schutzdraht:

$$v = \frac{h}{h-x} \cdot \frac{\ln\left(\frac{2h}{x} - 1\right)}{\ln \frac{2h}{r}},$$

für Punkte über dem Schutzdraht

$$v = \frac{h}{h+x} \cdot \frac{\ln\left(\frac{2h}{x} + 1\right)}{\ln \frac{2h}{r}}.$$

Für einen in einer Höhe von 10 *m* gezogenen Schutzdraht ergeben sich für verschiedene Höhen in der Vertikalebene durch diesen Draht für die in nachstehender Tabelle angegebenen Werte:

Leiterhöhe *m*	Durchmesser des Schutzdrahtes		
	0·5 *cm*	1·0 *cm*	2·0 *cm*
13	0·174	0·189	0·206
12	0·222	0·241	0·263
11	0·308	0·343	0·364
10·5	0·393	0·426	0·465
9·5	0·430	0·465	0·507
9	0·365	0·395	0·431
8	0·306	0·332	0·362
7	0·276	0·299	0·327
0	0·222	0·241	0·263

Die Schirmwirkung variiert somit in der für die Leitungsdrähte in Betracht kommenden Zone von 30 bis 40 %.

Streng genommen, gelten die berechneten Werte nur für die Vertikalebene durch den Schutzdraht; nachdem aber die Äquipotentialflächen diese Vertikalebene senkrecht schneiden, so ist die Abweichung für die in Betracht kommenden Ausladungen gering.

Sowohl die durch den Schutzdraht bei isolierten Leitungen hervorgebrachte Potentialverteilung als auch die Schirmwirkung ist in Fig. 2 eingezeichnet.

Aus obiger Tabelle ist ersichtlich, daß der Durchmesser des Schutzdrahtes bezw. des Schutzseiles nicht von großer Bedeutung für die Schirmwirkung ist; eine Vergrößerung des Durchmessers in den praktisch möglichen Grenzen trägt beinahe nichts zu deren Zunahme bei.

Das elektrische Feld in der Umgebung des Schutzdrahtes kann leicht zeichnerisch durch die Schnitte der Äquipotentialflächen dargestellt werden, indem man die beiden Teilpotentiale superponiert. Die Äquipotentialflächen des Erdfeldes sind äquidistante Parallelebenen zur Erdoberfläche, die Äquipotentialflächen der Ladung des Schutzdrahtes Zylinder, deren Schnittpunkte mit der Vertikalen durch den Draht, zwischen Erde und Draht durch

$$x_1 = \frac{2h}{\left(\text{Num ln}\frac{V}{2q}\right) + 1},$$

über dem Draht durch

$$x_2 = \frac{2h}{\left(\text{Num ln}\frac{V}{2q}\right) - 1}$$

gegeben sind.

Das Zentrum der Äquipotentialzylinder liegt in der Mitte der durch x_1 und x_2 bestimmten Punkte, der Durchmesser der Zylinder ist somit

$$D = 2h\left\{\frac{1}{\left(\text{Num ln}\frac{V}{2q}\right) + 1} + \frac{1}{\left(\text{Num ln}\frac{V}{2q}\right) - 1}\right\}$$

(siehe Fig. 3). Durch Superposition beider Teilpotentiale entsteht das resultierende Feld.

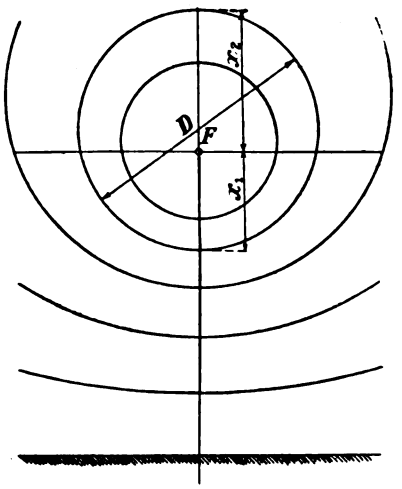


Fig. 3. Äquipotentialflächen der durch die Schutzdrahtladung hervorgebrachten Potentialverteilung.

In Fig. 4 ist ein Querschnitt durch die Äquipotentialflächen graphisch dargestellt. Dieser Schnitt ist in der Mitte zwischen zwei Stützpunkten der Leitung bezw. in genügender Entfernung von denselben gelegt gedacht. In der Nähe der hölzernen oder eisernen Leitungsmasten, an welchen außerdem die Erdleitungen des Schutzdrahtes heruntergeführt sind, ist natürlich die Verteilung der Äquipotentialflächen eine andere.

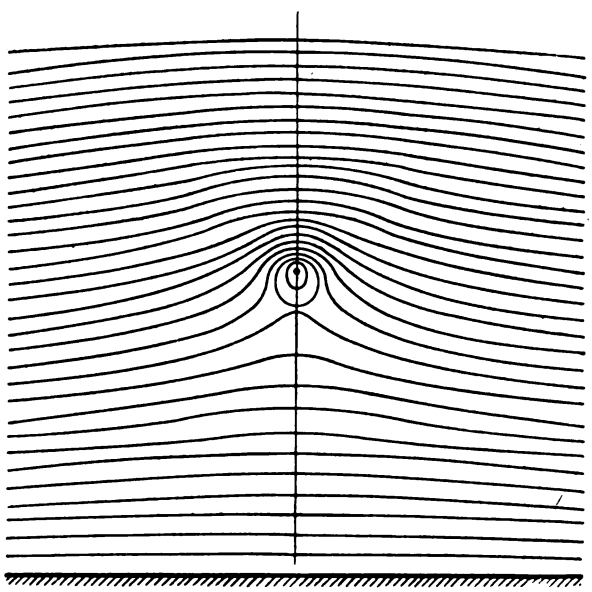


Fig. 4. Verlauf der Äquipotentialflächen des Erdfeldes in der Nähe des geerdeten Schutzdrahtes.

Um den Einfluß auch anderer Schutzdrahtanordnungen als derjenigen des einfachen Drahtes über den Kraftübertragungsleitungen zu erkennen, berechnen wir noch zwei Fälle mit zwei Drähten, welche im ersten Falle vertikal untereinander und im zweiten horizontal nebeneinander angeordnet sind.

2. Zwei vertikal übereinander angeordnete Schutzdrähte (Fig. 5).

Wenn zwei geerdete Schutzdrähte angeordnet sind, so werden die Potentialdifferenzen sowohl zwischen Erde und Draht 2, als auch zwischen Draht 1 und Draht 2

Digitized by Google

gleich Null, was durch die folgenden Gleichungen ausgedrückt ist:

$$(h-a)\,\mathfrak{E} - 2q_1 \ln\frac{2h-a}{a} - 2q_2 \ln\frac{2(h-a)}{r} = 0,$$

$$2q_1 \ln\frac{2h}{2h-a}\,\frac{a}{r} - 2q_2 \ln\frac{(2h-a)}{2h-a}\,\frac{a}{r} - a\,\mathfrak{E} = 0,$$

wobei vorausgesetzt wird, daß beide Schutzdrähte gleichen Durchmesser besitzen. Aus diesen beiden Gleichungen ergeben sich die Ladungen (beide negativ) zu

$$q_1 = \frac{\mathfrak{E}}{2}\left(\frac{a}{\ln\frac{2h}{2h-a}\cdot\frac{a}{r}} + \frac{(h-a)\ln\frac{2h}{2h-a}\cdot\frac{a}{r} - a\ln\frac{2h-a}{a}}{\ln\frac{2h-a}{a}\cdot\ln\frac{2(h-a)}{2h-a}\cdot\frac{a}{r} + \ln\frac{2(h-a)}{r}\cdot\ln\frac{2h}{2h-a}\,\frac{a}{r}}\cdot\frac{\ln\frac{2(h-a)}{2h-a}\cdot\frac{a}{r}}{\ln\frac{2h}{2h-a}\cdot\frac{a}{r}}\right)$$

$$q_2 = \frac{\mathfrak{E}}{2}\left(\frac{(h-a)\ln\frac{2h}{2h-a}\cdot\frac{a}{r} - a\ln\frac{2h-a}{a}}{\ln\frac{2h-a}{a}\ln\frac{2(h-a)}{2h-a}\,\frac{a}{r} + \ln\frac{2(h-a)}{r}\ln\frac{2h}{2h-a}\cdot\frac{a}{r}}\right)$$

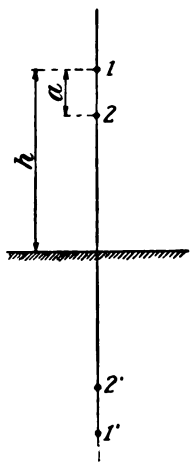


Fig. 5. Zwei Schutzdrähte vertikal übereinander.

Aus diesen beiden Gleichungen können die beiden Ladungen q_1 und q_2 für bestimmte Verhältnisse berechnet werden.

Für $h = 10\ m$ und $a = 1{\cdot}5\ m$ und eine Drahtstärke von $1{\cdot}0\ cm$ Durchmesser werden beispielsweise

$$q_1 = 49{\cdot}0\ \mathfrak{E}$$

und

$$q_2 = 37{\cdot}0\ \mathfrak{E}.$$

Das Potential besitzt zwei Maxima, eines zwischen den beiden Drähten und eines zwischen Draht und Erde. Die Bestimmung des Ortes und der Amplitude derselben erfolgt am besten graphisch, kann indessen auch auf rechnerischem Wege geschehen.

Das Potentialmaximum tritt auf in einem Abstand x_m vom Draht 1 und ist

$$x_m = h \pm \sqrt{h^2 + u \pm \sqrt{u^2 + \frac{4q_1 h a}{\mathfrak{E}}(2h-a)}},$$

wo

$$u = \frac{1}{\mathfrak{E}}\left\{2q_1 h + 2q_2(h-a) + \frac{a}{2}\mathfrak{E}(2h-a)\right\}.$$

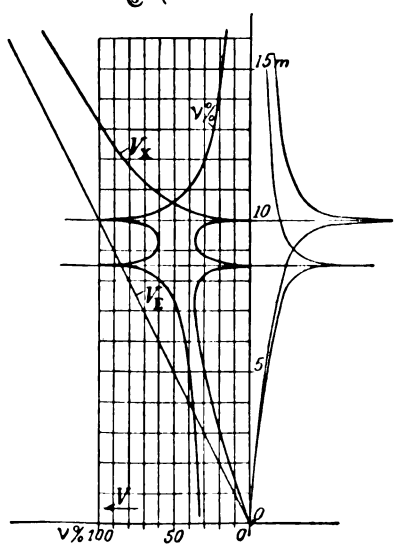


Fig. 6. Potentialverlauf und Schirmwirkung bei Schutzdrahtanordnung nach Fig. 5. Rechts Teilpotentiale der Teilspannungen.

Führen wir die angenommenen Werte und beispielsweise

$$\mathfrak{E} = 50\ V/cm$$

in diese Gleichung ein, so erhalten wir die zwei brauchbaren Werte von x_m

$$x_{m1} = 44\ cm$$

und

$$x_{m2} = 290\ cm.$$

Die Potentialgleichung für einen beliebigen Punkt in der Vertikalebene durch die beiden Schutzdrähte ist

$$V_x = (h \pm x)\,\mathfrak{E} - 2q_1 \ln\frac{2h \pm x}{x} - 2q_2 \ln\left(\frac{2(h-a)+a \pm x}{a \pm x}\right),$$

wo für Punkte über dem oberen Draht das Pluszeichen, für solche unter demselben das Minuszeichen einzusetzen ist.

Die berechneten Werte für die auf der isolierten Leitung induzierten Potentiale, sowie die Schirmwirkung sind in Fig. 6 eingetragen. Zwischen den beiden, allerdings in verhältnismäßig geringem Abstand montierten Schutzdrähten steigt die Schirmwirkung auf etwa 60%.

Fig. 7 gibt gleichzeitig einen Einblick in die Potentialverteilung bei geerdeter (eindrähtiger) Leitung und Schutzdraht im statischen Felde, wobei der untere Draht als Leitungsdraht anzusehen ist.

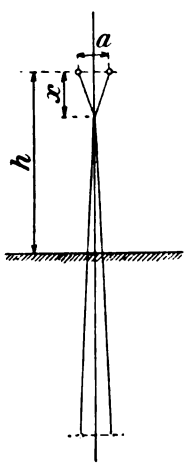


Fig. 7. Zwei Schutzdrähte in horizontaler Ebene.

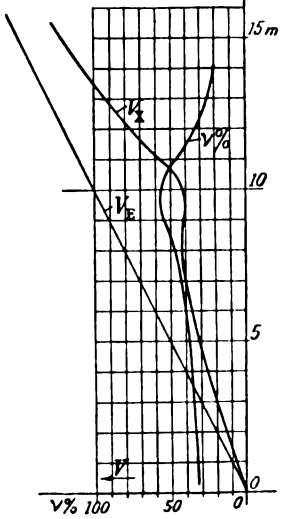


Fig. 8. Potentialverlauf und Schirmwirkung bei Schutzdrahtanordnung nach Fig. 7.

3. Zwei in einer Horizontalebene angeordnete Schutzdrähte (Fig. 7).

Die Erdungsbedingungen für beide Schutzdrähte ergeben unter der Voraussetzung gleicher Drahtstärke:

$$\mathfrak{E}h - 2q \ln\sqrt{\frac{a^2 + (2h)^2}{a^2}} - 2q \ln\frac{2h}{r} = 0,$$

woraus sich die auf jedem Draht induzierte Ladung zu

$$q = \frac{h\,\mathfrak{E}}{2\ln\frac{2h}{r} + 2\ln\sqrt{\left(\frac{2h}{a}\right)^2 + 1}}$$

berechnet.

Digitized by Google

Die Potentialgleichung für variable x in der mittleren Vertikalebene ist

$$V_x = \mathfrak{E}(h-x) - 2q \ln \frac{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + (2h-x)^2}{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + x^2}.$$

Für 2 Drähte von 1·0 *cm* in 1 *m* Distanz auf 10 *m* Höhe wird

$$q = 44{\cdot}5\ \mathfrak{E}.$$

Die sehr flach verlaufende Potentialkurve, sowie die Schirmwirkung wurde für verschiedene Höhen berechnet und in Fig. 8 eingetragen. Die Schirmwirkung beträgt im in Betracht kommenden Gebiet etwa 50%.

B. Die Wirkungsweise des geerdeten Schutzdrahtes im elektrischen Erdfeld.

1. Statisches Feld.

Wir haben im vorhergehenden Fall rein rechnungsmäßig den Einfluß des geerdeten Schutzdrahtes auf die durch das elektrische Erdfeld in den elektrischen Kraftübertragungsleitungen induzierten Potentiale festgestellt.

Dieser Einfluß macht sich bei isolierten Leitungen dahin geltend, daß die induzierten Potentiale durchschnittlich um 30 bis 50% geringer werden, als sie es ohne Schutzdraht wären. Bei geerdeten Leitungen hat der Schutzdraht im statischen Felde zunächst, bezüglich des Potentials derselben, keine Wirkung, weil dasselbe gleich Null, bezw. demjenigen des Schutzdrahtes und der Erde gleich ist. Dagegen wird durch den Schutzdraht die Kapazität der Leitungen etwas erhöht, was aber in keinem direkten Zusammenhang mit dem Gegenstand unserer Untersuchung ist.

Die isolierte, der Induktion des Erdfeldes ausgesetzte Leitung besitzt auf der der Erde abgewandten Seite negative und auf der der Erde zugewandten Seite eine gleiche Menge positiver Ladung; die Summe der Ladungen, das heißt die eigentliche Ladung der isolierten Leitung im Erdfeld ist, wenn wir von einer vorhergehenden Ladung absehen, gleich Null. Bei Feldänderungen, die mit Potentialänderungen verbunden sind, treten infolgedessen auch keine Ladungsverschiebungen in der Längsachse der Leitung auf. Dies trifft indessen nur dann zu, wenn die Leitung ihrer ganzen Länge entlang der Induktion durch ein Feld derselben Stärke unterliegt. In der Wirklichkeit tritt dieser Zustand bei längeren Leitungen nie auf, sondern ist das induzierende Feld je nach Bodenbeschaffenheit und Meereshöhe recht verschieden. Die Leitung, die durch Gebiete verschieden starken Erdfeldes geht, welches in Leiterhöhe die Potentiale V_E induziert, nimmt ein mittleres Potential

$$V_l = \frac{1}{l}\int_0^l V_E \, dl$$

an. Das Potential der Leitung ist höher als in den umgebenden Luftschichten an Punkten schwachen Erdfeldes und geringer als dasselbe in Gegenden starken Feldes. Die freien Ladungen sind auf den ersteren Leitungsstrecken positiv, auf den anderen negativ. Die Summe der Ladungen ist nach wie vor gleich Null. Die Ladungsverteilung auf einer Leitung ist also beispielsweise diejenige nach Fig. 9. Auf der Leitung kann

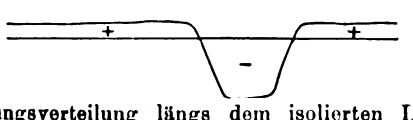


Fig. 9. Ladungsverteilung längs dem isolierten Leitungsdraht bei ungleichem Erdfeld.

naturgemäß im statischen Felde im stationären Zustand nur ein Potential herrschen.

Das Vorhandensein des Schutzdrahtes ändert nichts an der Verteilung der Potentiale und Ladungen, vermindert dagegen die Amplituden der Potentiale in der bekannten Proportion.

2. Nichtstatisches Feld. Plötzliche Potentialänderungen an einer Stelle des Feldes.

a) Isolierte Leitung ohne Schutzdraht.

Wenn die Feldänderung längs der ganzen Leitung gleichmäßig erfolgt, so entstehen keine Ladungsverschiebungen in der Längsachse. Der der Potentialänderung entsprechende Ladestrom pflanzt sich quer durch den Draht fort. Wenn dagegen die Feldänderung nur an einer Stelle erfolgt, so stellt sich ein neuer Gleichgewichtszustand mit einem neuen mittleren Potential her, wie etwa in Fig. 10 angedeutet. Die

Fig. 10. Ladungsveränderung bei Änderung des längs der Leitung veränderlichen Erdfeldes.

freiwerdenden Ladungen pendeln auf der isolierten Leitung in der Form elektrischer Wellen hin und her und beanspruchen Wicklungen und Apparate durch ihre schroffe Wellenfront sowohl, als auch durch ihre Amplitude. Die Amplitude der längs der Leitung laufenden Spannungswellen entspricht der freiwerdenden Ladung Δq_1 pro Längeneinheit

$$V = \frac{\Delta q_1}{C_1},$$

wo C_1 die Kapazität der Leitung pro Längeneinheit bedeutet. Die maximalen Überspannungen ergeben sich bei der Reflexion der Wellen an den offenen Leitungsenden oder an den in die Leitung geschalteten Induktanzen.

b) Isolierte Leitung mit Schutzdraht.

Die Amplituden der hin und her pendelnden Wellen, welche durch die auf der Leitung freiwerdenden Ladungen entstehen, sind im Verhältnis der Schirmwirkung des Schutzdrahtes geringer. Auf dem Schutzdraht selbst werden bei Feldänderungen ebenfalls Ladungen frei (positiv oder negativ). Diese Ladungen fließen in der Form elektrischer Wellen zu den Erdanschlüssen. Die Existenz dieser Wellen bedingt aber ein Wellenpotential von der Größe

$$V = \frac{\Delta q_1}{C_1}.$$

Dieses Potential entspricht der Größe nach der Änderung des Erdpotentials an derselben Stelle, wenn wir uns den Schutzdraht wegdenken. Die auf dem Schutzdraht freiwerdenden Ladungen induzieren auf den Übertragungsleitungen ein zusätzliches Potential, welches sich dem durch die freiwerdenden Ladungen auf der Leitung selbst entstehenden addiert. Beide zusammen ergeben ein resultierendes Potential, das demjenigen entspricht, welches entstehen würde, wenn kein Schutzdraht vorhanden wäre.

Dieses Resultat läßt sich in einfacherer Weise erkennen, wenn wir bedenken, daß in bezug auf elektrische Wellen sich im Augenblick des Entstehens alle Leitungen wie isolierte Leitungen verhalten. Da andererseits isolierte Übertragungsleitungen das Erdfeld kaum

Digitized by Google

merklich beeinflussen, so ist daraus ersichtlich, daß bei Feldänderungen auf den Leitungen zunächst dieselben Potentiale entstehen, unabhängig davon, ob sie isoliert oder geerdet, mit oder ohne Schutzdraht ausgerüstet sind.

Dieser Zustand dauert aber nur sehr kurze Zeit, weil die Ladungen des Schutzdrahtes durch seine Erdverbindungen zur Erde abfließen. In je kürzeren Abständen diese Erdung erfolgt, um so weniger lange dauert die volle Überspannung und um so weniger Bedeutung kommt ihr zu.

Als gefährliche Überspannungen, welche sich bis zu den Zentralen und Unterstationen fortpflanzen, kommen im allgemeinen nur die durch die eigenen Ladungen der Leitungen erzeugten in Betracht und diese werden durch den Schutzdraht in ihren Amplituden in dem angegebenen Verhältnis reduziert. Immerhin ist zu beachten, daß in der Nähe des Störungsortes höhere Überspannungen auftreten, die nur durch Erdung in ganz kurzen Abständen auf ein kleines Gebiet beschränkt und genügend schnell abgeleitet werden können.

3. Geerdete elektrische Leitung ohne Schutzdraht.

Im statischen Zustand ist das Potential dieser Leitung gleich Null.

Bei Potentialänderungen des induzierenden Erdfeldes entstehen Überspannungswellenzüge entsprechend den freiwerdenden Ladungen, das heißt Potentiale, die der Potentialänderung des Erdfeldes an derselben Stelle numerisch gleich sind. Da die Leitungen durch hohe Ohmsche oder induktive Widerstände geerdet werden, so ist die Ableitung eine sehr geringe. Die Wellen laufen deshalb den Leitungen entlang, bis sie auf einen höheren Wellenwiderstand stoßen, an dem sie nach den bekannten Gesetzen reflektiert werden und in dem Entladewiderstand eines Überspannungsentladers oder auf der Leitung hin und her pendelnd im Widerstand der letzteren ihre Energie in Wärme umsetzen.

4. Geerdete Leitung mit Schutzdraht.

Ein Unterschied dieses Falles gegenüber einer isolierten Leitung mit Schutzdraht besteht nur im statischen Felde, in welchem die Ladung der Leitung überall dasselbe Vorzeichen besitzt, auch bei ungleich starker Induktion längs derselben, und deren Potential überall gleich Null ist.

Die Überspannungen, die durch plötzliche Feldänderungen entstehen, sind dieselben wie bei der isolierten Leitung mit Schutzdraht.

5. Der Schutzdraht bei direktem Blitzeinschlag.

Es wird wohl kaum gelingen, den Vorgang der Blitzentladung in eine Leitung mathematisch zu fassen. Für unsere Zwecke machen wir die einfache Annahme, daß die Blitzbahn oder der Blitzstrahl eine leitende Verbindung — mit oder ohne Widerstand — darstellt, welche das getroffene Objekt mit einem sehr hohen Potential verbindet.

Wenn der Blitz den Schutzdraht trifft, so nimmt die getroffene Stelle für einen Augenblick ein sehr hohes Potential an, über dessen Höhe wir bloß Vermutungen anstellen können. An jedem Punkt in der Nähe der getroffenen Stelle des Schutzdrahtes, entsteht demnach ein Potential

$$V_x = -\frac{V_B}{\ln \frac{2h}{r}} \cdot \ln\left(\frac{2h}{x} + 1\right),$$

wo V_B das Potential der Blitzentladung.

Dieses Potential V_x nehmen auch die isolierten oder geerdeten Leitungen momentan an. Die durch den Blitzschlag auf den Schutzdraht geworfene Ladung pflanzt sich nach beiden Seiten weiter und mit ihr zusammen die induzierten Überspannungswellen auf den eigentlichen Übertragungsleitungen. An jedem Erdungspunkt findet eine Reflexion nach bekannten Gesetzen und eine Reduktion der Amplitude der Wellen statt. Die Überspannungswellen pflanzen sich demgemäß mit von Erdungspunkt zu Erdungspunkt abnehmender Amplitude weiter und verschwinden in größerem Abstand von der Einschlagstelle. Die Überspannungswellen auf den Leitungen kommen deshalb, wenn der Einschlag genügend weit von der Zentrale oder Unterstation erfolgt und wenn der Schutzdraht genügend oft und gut geerdet ist, nur in kleinen Bruchteilen bis zu den gefährdeten Wicklungen.

Der damit skizzierte Verlauf der Erscheinung setzt voraus, daß die Spannung des Blitzes nicht so hoch ist, daß an der Einschlagstelle bezw. am nächsten Leitungsmast ein direkter Überschlag erfolgt. Dies ist nun aber, wie die Erfahrung zeigt, leider sehr häufig der Fall. Außerdem besteht eigentlich, zumal bei der eindrähtigen Schutzdrahtanordnung, kein Grund dafür, daß der Blitzeinschlag vorzugsweise in den Schutzdraht statt in die Leitung selbst einschlage, da beide bei geerdeter Leitung dasselbe mittlere Potential besitzen und die geringe Höhendifferenz kaum in Betracht kommt.

C. Die praktische Bedeutung des Schutzdrahtes als Überspannungsschutzeinrichtung.

Die statistischen Daten über die Erfolge, welche durch die Anwendung des Schutzdrahtes praktisch erzielt wurden, sind wenig zahlreich oder besser gesagt: sie existieren überhaupt nicht.

Der Schutzdraht ist merkwürdigerweise eine der ältesten Blitzschutzeinrichtungen. Die älteren Kraftübertragungsanlagen waren vielerorts mit demselben versehen. Später wurde er dann häufig wieder entfernt, und zwar der Hauptsache nach deshalb, weil seine ungenügende mechanische Festigkeit zu Betriebsstörungen Veranlassung gab. Der Umstand, daß der Draht nicht durch einen besseren ersetzt, sondern einfach entfernt wurde, beweist, daß er sich im Kreise der Praktiker nur eines mäßigen Ansehens erfreute, weil er offenbar als Überspannungsschutz keine wesentlichen Erfolge zeitigte. Das rührt wohl zum Teil daher, daß die Erdungen oft in ungenügender Anzahl oder zum mindesten schlecht ausgeführt wurden. Der Vorgang wiederholt sich auch später und erst vor nicht allzu langer Zeit meldeten amerikanische Zeitschriften denselben auch, obwohl die Anwendung des Schutzdrahtes gerade in Amerika die eifrigsten Verteidiger besitzt.

Die Ansicht vieler Praktiker des Elektrizitätsbetriebes in Europa geht dahin, daß der Schutzdraht zwar eine gewisse, vielleicht auch ziemlich wertvolle Schutzwirkung besitzt, daß er aber die Leitung vor den Zerstörungen direkter Blitzschläge im allgemeinen nicht zu schützen vermag, auch sonst bei Überspannungen weniger heftiger Natur die Isolatoren der Leitung nicht immer schützt, dagegen zum Schutze der Generatoren- und Transformatorenwicklungen in keiner Weise ausreicht.

Der Direktor eines namhaften süddeutschen Elektrizitätswerkes in äußerst exponierter Gewittergegend, mit einer Netzausdehnung von etwa 900 *km*

Digitized by Google

Leitungslänge, bei einer Betriebsspannung von 10.000 *V* empfiehlt die Verwendung des Schutzdrahtes nicht, weil derselbe durch die an jedem Mast erforderliche Erdung zu kostspielig wird und trotzdem keinen absolut sichern Leitungsschutz gewährleistet, sondern speziell bei Blitzeinschlägen meistens versagt.

Der größte Teil der Schweizer Elektrizitätswerke mit Spannungen von 5000 bis 50.000 *V* arbeiten ohne Schutzdraht in durchaus befriedigender Weise, trotzdem die Leitungen zum Teil in sehr exponierten Gegenden verlaufen. Die Leiter der Werke anerkennen im allgemeinen die Schutzwirkung des Schutzdrahtes, vermeiden aber dessen Anwendung, weil der Nutzen desselben in keinem Verhältnis zu dessen Herstellungs- und Unterhaltungskosten steht.

Bei einem großen italienischen Elektrizitätswerk, dessen Leitung mit Schutzdraht versehen ist, wurde ein sehr großer Prozentsatz der Freileitungsisolatoren defekt und mußte ausgewechselt werden.

Die praktischen Erfahrungen sind somit, wie wir sehen, der Verwendung des Schutzdrahtes im allgemeinen wenig günstig. Es ist allerdings richtig, daß es Erwägungen mehr wirtschaftlicher Natur sind, welche dessen Einführung im Wege stehen. Aber es ist einleuchtend, daß die Rentabilität, wie bei allen anderen technischen Einrichtungen, auch beim Überspannungsschutz maßgebend ist, und daß es vom wirtschaftlichen Standpunkte verkehrt wäre, Investitionen vorzunehmen, denen kein entsprechender Nutzen gegenübersteht.

Nachdem wir die Ansichten und Erfahrungen der Praktiker, in denen allerdings auch individuelle Meinungen stark zum Ausdruck kommen, berücksichtigt haben, wollen wir versuchen, vom Standpunkt unserer mehr theoretischen Untersuchung ein Urteil über den Wert des Schutzdrahtes zu gewinnen.

Nachdem es heute allgemein anerkannt ist, daß die Leitungen, sei es durch Wassererder, Drosselspulen oder im Wicklungsnullpunkt zu erden sind, so beschränkt sich die Wirkung des Schutzdrahtes bei diesen Leitungen, nach früherem, ausschließlich auf die Überspannungswellen, welche durch plötzliche Änderungen des atmosphärischen Feldes durch Blitzentladung in der Nähe der Leitung oder in diese selbst, hervorgerufen werden.

Die großen Erfolge, die durch die Einschaltung von Drosselspulen in die Abzweige zu Transformatorenstationen und durch den Einbau von Kondensatoren erzielt wurden, beweisen, daß die meisten Defekte weniger durch die Amplituden der Überspannungswellen, als durch deren steile Wellenfront hervorgerufen werden.

Der Schutzdraht vermag die Amplituden der Überspannungswellen um 30 bis 50% zu schwächen, wenn der Störungsort genügend weit von der zu schützenden Transformatorenstation oder Zentrale entfernt liegt. Findet die Störung in unmittelbarer Nähe derselben statt, so bekommen die Wicklungen, bei Abwesenheit anderer Schutzeinrichtungen die vollen Amplituden der Überspannungswellen. Die Gestalt der Wellen wird durch den Schutzdraht nicht geändert. Daraus geht aber hervor, daß der Schutzdraht in keiner Weise imstande ist, die Überspannungsschutzeinrichtungen der Zentralen und Unterstationen zu ersetzen. Die letzteren müssen als „ungeschützt" bezeichnet werden, wenn neben den Wasser- oder Induktionserdern nur Schutzdrähte vorhanden sind.

Die Schutzwirkung des Schutzdrahtes beschränkt sich deshalb ausschließlich auf die Leitung. Für die Beanspruchung der Isolatoren sind die Amplituden der Überspannungswellen maßgebend. Wie wir gesehen haben, treten die Überspannungen im ersten Moment mit der vollen Amplitude auf, so daß die Isolatoren trotz des vorhandenen Schutzdrahtes zunächst volle Spannung auszuhalten haben. Allerdings dauert dieser Zustand nur sehr kurze Zeit und da der Durchbruch des Dielektrikums, wie Versuche zeigen, eine, wenn auch sehr kurze Zeit benötigt, so kann im günstigen Fall angenommen werden, daß die Leitung dieser momentanen Beanspruchung standhält. Die Beanspruchung der Leitung sinkt alsdann auf 70 bis 50%. Je nach den Umständen kann dies viel oder wenig bedeuten.

Die größten Feldänderungen sollen an besonders exponierten Punkten + 10.000 auf — 10.000 *V* pro *m* betragen haben, was bei einer 10 *m* über Erdboden verlaufenden Leitung einer Potentialänderung und Überspannung von 200.000 *V* entspricht. Bei einer Betriebsspannung von 110.000 *V* können somit 50% eine ausreichende Reduktion bedeuten, während dieselbe bei 50.000 *V* Betriebsspannung offenbar ungenügend wäre. Natürlich gilt das nur für die dieser Überlegung zugrunde gelegten exzeptionellen Zahlen.

Es wäre nun aber zweifellos falsch, den Schutzwert des Schutzdrahtes oder Blitzseiles ganz allgemein bestreiten zu wollen, sondern dürfte auch hier der goldene Mittelweg der richtige sein.

Der Schutzdraht soll an besonders exponierten Strecken, die zwar nach Möglichkeit zu umgehen sind, aber nicht immer umgangen werden können, angebracht werden. Wo er zur Anwendung kommt, soll er aber auch nach jeder Hinsicht hin mustergültig ausgeführt sein. Die Erdung soll unter allen Umständen an jedem Mast vorgenommen und die Erdplatten mit aller Sorgfalt verlegt werden.

Da alle exponierten Strecken nicht immer voraus bekannt sind, so sind die Maste so vorzusehen, daß der Draht nachträglich angebracht werden kann.

Die reduzierte Anwendung des Schutzdrahtes vermeidet eine unnütze Verschwendung von Anlagekapital und gestattet, die Vorzüge eines richtig disponierten, eventuell mehrfachen Schutzdrahtes dort auszunutzen, wo es mit Nutzen geschehen kann. Außerdem ist die fallweise Anbringung des Schutzdrahtes geeignet, die zuverlässige Kontrolle über den praktischen Wert der Einrichtung beizubringen, die bis heute noch fehlt.

Entgegen der von anderer Seite ausgesprochenen Ansicht können wir den Schutzdraht keineswegs als den Überspannungsschutz par excellence anerkennen und müssen der Ansicht, wonach mit Wassererder und Schutzdraht zur Not jeder andere Schutz ersetzt werden könnte, durchaus widersprechen. Der Schutzdraht ist seiner ganzen Natur nach ein reiner Leitungsschutz, der wie die bisherige Erfahrung lehrt, auch entbehrt werden kann. Für den Schutz der Stationen müssen außer Wassererdern oder Induktionserdern, Drosselspulen und Kondensatoren und eventuell auch Entladeapparate eingebaut werden.

Digitized by Google

Über Elektromagnete. II.

Von Erich Jasse.

(Schluß von Heft 12, Seite 247.)

V. Versuchsergebnisse*).

α) Der Spiralanker. (Fig. 22 *a* und *b*.)

Mit dem in Fig. 18 dargestellten Magnetsystem wurde eine große Reihe von Versuchen angestellt. Dazu wurde ein Anker benutzt, dessen Oberfläche nach einer archimedischen Spirale geformt war. In Fig. 22 *a* ist eine Polteilung des Magnetsystems abgerollt dargestellt, wobei die Breitenabmessungen im gleichen Maßstab wie die Abszissen der darunter befindlichen Kurven der Fig. 22 *b* gezeichnet sind. Geht man für die gezeichnete Stellung des Pols von der linken Pol-

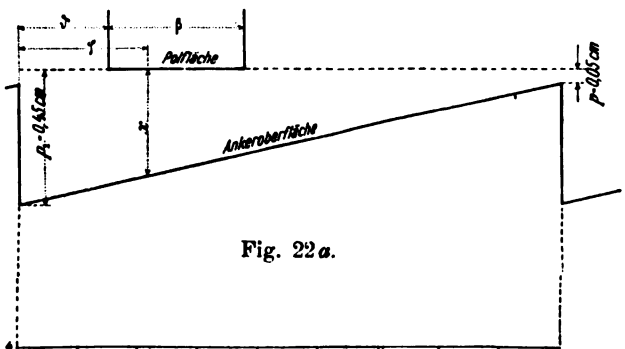


Fig. 22 *a*.

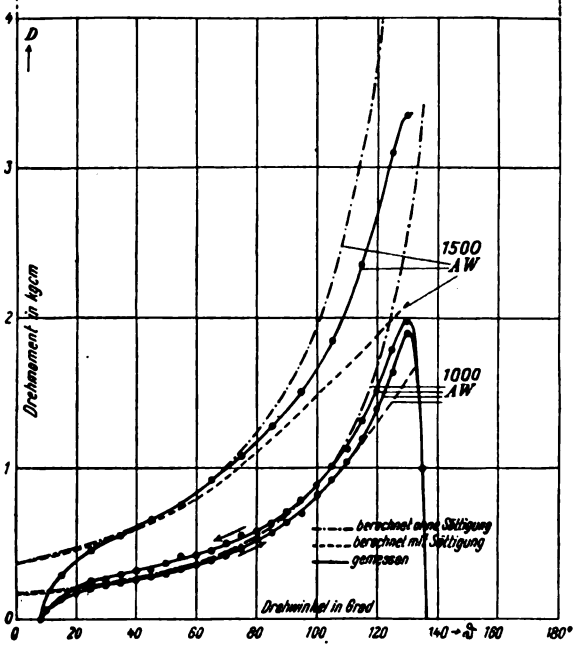


Fig. 22 *b*.

kante senkrecht abwärts zur Kurve der Fig. 22 *b*, so kann man auf dieser sofort das Drehmoment in dieser Stellung ablesen. Es sei hier der Vollständigkeit halber erwähnt, daß bei der Meßreihe für 1000 AW auf jedem der beiden Schenkel eine kleine Spule saß, während bei allen übrigen Messungen an diesem Magnete eine große Spule auf dem Joch benutzt wurde, wie in Fig. 18 angedeutet. Sämtliche Drehmomentmessungen wurden bei Gleichstromerregung mittels einer Federwage und mit einer solchen Feder ausgeführt, daß stets stabiles Gleichgewicht erreicht wurde; auch wurde darauf geachtet, daß nach Möglichkeit die Zapfenreibung nicht mitgemessen wurde. Übrigens waren die Zapfen sehr klein (2 mm Durchmesser), so daß die Reibung an und für sich schon sehr gering war. Die Kurve für 1000 AW-Erregung war mit besonderer Sorgfalt aufgenommen worden und zwar ein vollständiger Hin- und Rückgang des Ankers. Die beiden Pfeile in Fig. 22 *b* deuten die Reihenfolge der Aufnahme an. Der Unterschied der beiden Kurven mag auf Hysterese, zum Teil vielleicht auch auf nicht ganz ausgeglichene Reibung zurückzuführen sein.

Um nun die Genauigkeit der rechnerischen Methode zu prüfen, wurde nach Gleichung 21) das Drehmoment aus den Abmessungen berechnet und als strichpunktierte Linie eingezeichnet. Setzt man die in Fig. 18 und 22 *a* angegebenen Abmessungen in Gleichung 21) ein, so erhält man (in kgcm)

$$D = \frac{0{\cdot}4^2 \,.\, \pi^2 \,.\, (n\,i)^2}{8\,\pi \,.\, 981 \,.\, 10^3} \cdot \frac{3 \,.\, 2{\cdot}65}{0{\cdot}05} \times$$

$$\times \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{8}{9} \cdot \frac{1}{9}}{\left[1 - \frac{8}{9}\frac{\vartheta}{\pi} - \frac{8}{9} \cdot \frac{1}{4}\right]\left[1 - \frac{8}{9}\frac{\vartheta}{\pi}\right]} =$$

$$= \frac{10{\cdot}2}{\left[7 - 8\frac{\vartheta}{\pi}\right]\left[9 - 8\frac{\vartheta}{\pi}\right]} \cdot \left(\frac{n\,i}{1000}\right)^2.$$

Die gemessenen und die berechneten Kurven stimmen sehr gut überein; am Anfange sind die gemessenen Werte kleiner, da dort sehr viele Streulinien nach der stark hervorspringenden Ecke des Ankers übertreten (siehe Fig. 18) und diesen zurückzudrehen versuchen, während gegen Ende der Bewegung die Sättigung des Joches offenbar sehr stark mitspricht. Es wurde daher auch hier versucht, die Sättigung zu berücksichtigen und auf die im vorigen Abschnitt beschriebene Weise eine Drehmomentkurve berechnet. Hiefür brauchen wir noch die Leitfähigkeit des Luftspaltes. Setzt man in die Gleichung 22) Zahlenwerte ein, so erhält man

$$\lambda = \frac{3 \,.\, 2{\cdot}65}{0{\cdot}05} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{8} \ln \frac{1 - \frac{8}{9} \cdot \frac{\vartheta}{\pi}}{1 - \frac{8}{9}\frac{\vartheta}{\pi} - \frac{8}{9} \cdot \frac{1}{4}} =$$

$$= 31{\cdot}2 \ln \frac{9 - 8\frac{\vartheta}{\pi}}{7 - 8\frac{\vartheta}{\pi}}.$$

Die Rechnung wurde tabellarisch wie folgt durchgeführt:

Φ	$\frac{M_e}{0{\cdot}4\,\pi}$	1000 AW			1500 AW		
		M_1	ϑ	D	M_1	ϑ	D
cgs-Einh.	AW	*cgs*-Einh.	Grad	kgcm	*cgs*-Einh.	Grad	kgcm
12000	21	1230	34·4	0·293	1858	—	—
16000	24	1225	70·5	0·426	1853	15·5	0·422
20000	30	1218	93·5	0·685	1848	49·0	0·670
22000	40	1205	101·0	0·822	1834	61·5	0·810
24000	55	1187	108·1	0·990	1816	72·2	0·970
26000	86	1148	115·5	1·175	1779	82·5	1·144
28000	143	1077	123·0	1·370	1705	93·0	1·340
30000	234	963	131·2	1·630	1590	103·3	1·540
31000	296	—	—	—	1513	109·0	1·650
32000	366	—	—	—	1427	115·0	1·790
33000	460	—	—	—	1307	121·5	1·910
34000	584	—	—	—	1151	109·0	2·060

*) Diese Versuche wurden größtenteils von mir selbst im Versuchsfelde der Siemens-Schuckert-Werke, Charlottenburger Werk, ausgeführt. Der Verfasser.

Digitized by Google

Durch Division von Φ und M_1 erhält man λ, mit Hilfe der letzten Gleichung hieraus ϑ und dann aus der vorhergehenden Gleichung das Drehmoment, wobei für $(n\,i)$ der Wert $\frac{M_1}{0{\cdot}4\,\pi}$ eingesetzt wurden. Die so berechneten Drehmomente sind in Fig. 22 *b* durch eine gestrichelte Kurve dargestellt. Für einen gewissen Drehbereich stimmt diese mit der gemessenen bei 1000 AW völlig überein und erst bei stark hineingedrehtem Anker (sehr kleinem Luftspalt) liegt die berechnete Kurve unterhalb der gemessenen. Bei höherer Erregung sind die Abweichungen schon sehr bedeutend. Der Hauptgrund hiefür ist in dem Einfluß des Spulenstreuflusses zu suchen, welcher, wie am Schlusse des letzten Abschnittes erwähnt wurde, bei diesem Magnetsystem ganz beträchtlich ist. Trotzdem die in Abschnitt IV *a*) angestellten Überlegungen und abgeleiteten Regeln nur dann streng gelten, wenn der Spulenstreufluß Null ist, so zeigt doch dieses Beispiel, daß selbst bei großer Streuung der hierdurch verursachte Fehler erst bei hoher Induktion stark in Erscheinung tritt. Es ist hier auch zu beachten, daß bei der Ableitung der Gleichung 21) nur der aus der Polbohrung radial übertretende Fluß berücksichtigt wurde und daß der außerhalb dieses Bereiches in die Oberfläche des Ankers tretende Fluß im günstigen Sinne wirkt, also das Drehmoment vergrößert.

b) Der Hyperbelanker. (Fig. 23 *a* und *b*.)

Für einen besonderen Zweck wurde ein Anker angefertigt, dessen Luftspalt sich nach einer Hyperbel ändert; in Abschnitt II. 2 ist ein solcher Anker eingehender besprochen worden. Die Fig. 23 *a* und *b* sind in gleicher Weise entworfen, wie die vorhergehende für den Spiralanker, auch hier ist Anker- und Polfläche im Maßstab der Abszissen gezeichnet. Da $p_1 = 2$ cm, $p = 0{\cdot}1$ cm, also $\varepsilon = 0{\cdot}95$ ist, so erhalten wir aus Gleichnng 30) die Gleichung des Luftspaltes

$$x = \frac{2}{1 + 19\,\frac{\varphi}{\pi}}.$$

Aus den Gleichungen 31) und 33) erhält man das Drehmoment (in kgcm) und die Leitfähigkeit mit Einsetzung von Zahlenwerten zu

$$D = \frac{0{\cdot}4^2\,\pi^2\,(n\,i)^2}{8\,\pi\,.\,981\,.\,10^3}\,.\,\frac{3\,.\,2{\cdot}65}{0{\cdot}1}\,.\,\frac{0{\cdot}95}{2}\,.\,\frac{1}{4} = 0{\cdot}604\left(\frac{n\,i}{1000}\right)^2,$$

$$\lambda = \frac{3\,.\,2{\cdot}65}{0{\cdot}1}\,.\,\frac{\pi}{8}\left[1 - 0{\cdot}95\,\frac{\pi - \vartheta - \frac{\pi}{8}}{\pi}\right] =$$

$$= 5{\cdot}26 + 29{\cdot}6\,\frac{\vartheta}{\pi}.$$

Bei ungesättigtem Eisen soll das Drehmoment über den Drehbereich konstant sein, der so berechnete Wert ist für 1090 AW in Fig. 23 *b*) durch die Wagrechte *I* dargestellt. In gleicher Weise wie früher wurde dann noch die Sättigung mit Hilfe von Fig. 19 berücksichtigt, die so bestimmte Drehmomentkurve ist die Kurve *II*. Die Kurven *III* und *IV* wurden bei 1090 bezw. 2180 AW Gleichstromerregung aufgenommen; die Messung erfolgte in großer Eile, da der Anker fortgeschickt werden sollte. Die Kurven *V* und *VI* wurden bei 1000 AW aufgenommen (Kurve *V* bei Gleichstrom und Kurve *VI* bei Wechselstrom) und um den unmittelbaren Vergleich mit den übrigen Kurven zu erleichtern, wurden die gemessenen Werte im Verhältnis $\left(\frac{1090}{1000}\right)^2$ vergrößert. Diese Messungen wurden an anderem Orte und mit anderen Einrichtungen gemacht. Die Übereinstimmung der Meßwerte mit der Rechnung ist in diesem Falle eine wesentlich schlechtere, doch kann man mit dem Ergebnis immerhin noch zufrieden sein; denn da die Erregung mit Rücksicht

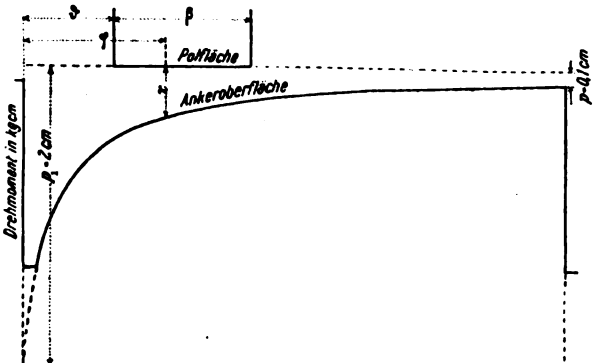


Fig. 23 *a*.

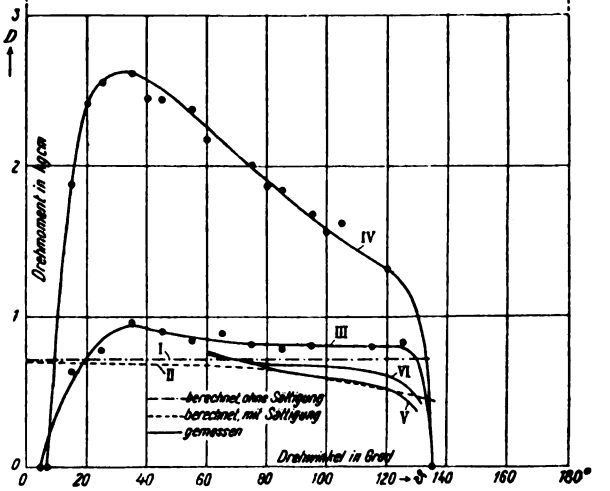


Fig. 23 *b*.

auf die starke Streuung nicht hoch gewählt werden kann, so sind die magnetischen Kräfte nur klein und die Reibung übt auf die Messungen einen großen Einfluß aus. Der Unterschied der Kurven *V* und *VI* ist offensichtlich darauf zurückzuführen, daß bei Wechselstrom infolge der starken Vibrationen die Reibungskräfte bedeutend verringert werden. Wie schon früher gesagt, wirken die Ankerstreulinien im günstigen Sinne und hierauf mag der Unterschied der Kurve *VI* und *II* beruhen; doch wäre es sehr zu wünschen, wenn gerade bei den Drehmagneten Versuche in größerem Maßstabe angestellt würden, um eine möglichst völlige Klärung des Genauigkeitsgrades der analytischen und graphischen Rechnung zu erreichen.

c) Der Zugmagnet. (Fig. 24.)

Mit einem Zugmagneten von der in Fig. 8*) skizzierten Ausführung habe ich eine Reihe von Messungen ausgeführt. Er wurde von der Firma Siemens Brothers Dynamo Works in Stafford (England) und auch wohl anderen Firmen zur Auslösung von Ölschaltern benutzt und besaß ein gußeisernes Gehäuse, während der Kern lamelliert und dann kreisrund gedreht war. Ein Vergleich der Rechnung mit diesen

*) Siehe E. u. M. 1910, Seite 889.

Digitized by Google

Versuchen ergab sehr große Abweichungen; auch waren diese Abweichungen nicht immer in gleicher Richtung, so daß von einer Mitteilung der Versuche, soweit sie mit konstantem Strome gemacht wurden, abgesehen werden soll.

Doch will ich noch einen Versuch mit diesem Magneten, der bei konstanter Wechselspannung ausgeführt wurde, hier anführen, da die Rechnung auch in diesem Falle wenigstens den Charakter der Zugkraftkurven richtig wiedergibt, wenn auch die Abweichungen, vor allem bei großem Luftspalt, noch weit größer sind als bei konstantem Strom.

Unter der Voraussetzung, daß die Gleichung 37) annähernd den richtigen Verlauf der Zugkraft bei konstantem Strom wiedergibt, wurde daraus die Gleichung 50) für konstante Wechselspannung abgeleitet. Es ergab sich hiebei, daß die Zugkraft durchaus nicht konstant über den ganzen Weg ist, wie vielfach für diese Magnete angenommen wird, sondern im Gegenteil stark veränderlich (siehe Fig. 10).*) Daß dies der Wirklichkeit entspricht, wird durch die in Fig. 24 wiedergegebenen Versuche bestätigt. Der verwendete Magnet hatte die folgenden Abmessungen (die benutzten Zeichen entsprechen denjenigen in Fig. 8):

$l = 10{\cdot}16$ cm; $l_1 = 1{\cdot}11$ cm; $r = 0{\cdot}91$ cm; $r_a = 3{\cdot}49$ cm $\delta = 0{\cdot}635$ cm und hiemit erhalten wir die Verhältnis zahlen

$$v = \frac{l_1}{l} = 0{\cdot}109;\quad \eta = \frac{r}{r_a} = 0{\cdot}261;\quad \varkappa = \frac{r_a}{l} = 0{\cdot}344.$$

Ferner müssen wir den Fluß durch die Klemmenspannung ausdrücken, wobei der Ohmsche Abfall vernachlässigt werden möge: dann ist (Spannung in V)

$$e = \omega\, n\, \Phi\, 10^{-8} = 2\,\pi\,\nu\, n\, \Phi\, 10^{-8}.$$

Die verwendete Spule besaß $n = 6100$ Windungen, die Frequenz des Wechselstroms war $\nu = 50$ Per./Sek. Setzt man diese Werte unter Benutzung von Gleichung 13) in die Gleichung 50) ein, so erhält man die Zugkraft des Magneten (in kg)

$$Z_0 = \frac{1}{8\,\pi\,.\,981\,.\,10^3}\cdot\left(\frac{e\,10^8}{2\,\pi\,50\,.\,6100}\right)^2\cdot\frac{1}{\pi\,10{\cdot}16^2}\times$$

$$\frac{0{\cdot}261^2\,.\,0{\cdot}344^2}{y^2} + \frac{2\,(0{\cdot}891 - y)^2}{\ln\dfrac{1}{0{\cdot}261}}$$

$$\times\left[\frac{0{\cdot}261^2\,.\,0{\cdot}344^2}{y} + \frac{2\,(0{\cdot}891 - y)^3}{3\ln\dfrac{1}{0{\cdot}261}}\right]^2$$

$$Z_0 = 2{\cdot}06\,.\left(\frac{e}{1000}\right)^2\cdot\frac{\dfrac{0{\cdot}00542}{y^2} + (0{\cdot}891 - y)^2}{\left[\dfrac{0{\cdot}0163}{y} + (0{\cdot}891 - y)^3\right]^2}$$

(Es ist $y = 1 - v - \xi$).

Nach dieser Gleichung ist die Zugkraft in Fig. 24 als strichpunktierte Kurve eingetragen. Bei kleinem Luftspalt bis zu 2 oder 3 cm und geringer Spannung ist die Übereinstimmung immerhin befriedigend. Vernachlässigt man bei der Berechnung der Zugkraft den Streufluß, also läßt das zweite Glied im Zähler und Nenner der Gleichung 50) fort, so wird die Zugkraft konstant. Die starke Schwankung in der Zugkraft wird also nur durch dieses zweite Glied bedingt und da die berechnete Kurve den Meßwerten mit einer gewissen Annäherung folgt, so sind die Annahmen über die Feldverteilung, die zu der Gleichung 37) bezw. Gleichung 50) geführt haben, auch berechtigt. Damit ist jedoch nicht gesagt, daß man hierbei stehen bleiben soll, sondern es ist nur zu wünschen, daß eine Feldverteilung gefunden wird, die bequem zur analytischen Rechnung benutzt werden kann und die doch eine bessere Übereinstimmung mit den Messungen ergibt, als die jetzige.

*) Siehe E. u. M. 1910, Seite 892.

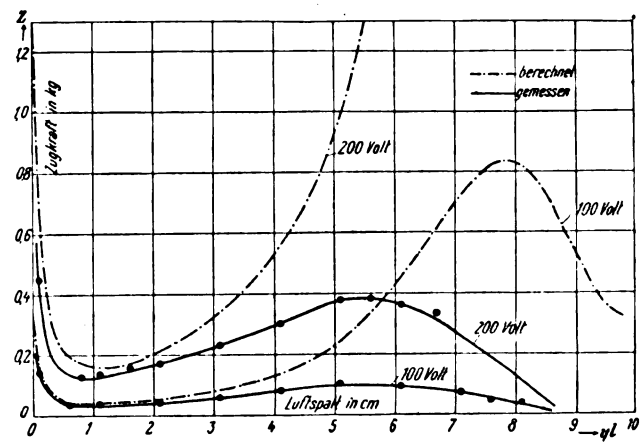


Fig. 24.

An dieser Stelle möchte ich noch kurz erwähnen, daß ich gerade bei diesem Magneten wiederholt versucht habe, die Zugkraft auf rein graphischem Wege zu ermitteln, wie ich es im Abschnitt I c) beschrieben habe, und zwar sowohl aus Strom- und Spannungsmessungen, als auch aus Kraftlinienbildern. Aber abgesehen von der sehr großen Mühe, die diese Methode erfordert, ist die Abweichung in beiden Fällen fast noch größer als bei der rein analytischen Methode. Der Grund für das Versagen der graphischen Methode ist vor allem in der Unsicherheit der graphischen Differentiation zu suchen, wenn man nicht eine sehr große Anzahl von Punkten bestimmen will und hierfür ist meist ein sehr großer Zeitaufwand erforderlich, der wohl selten durch das Ergebnis gerechtfertigt wird. Ich bin daher zu der Überzeugung gekommen, daß es immer noch aussichtsreicher ist, auf Grund einer anderen Feldverteilung bei diesen Zugmagneten analytisch zum Ziele zu gelangen, als auf graphischem Wege.

Zusammenfassung.

Im Anschluß an die frühere Arbeit wird das Verhalten von gewickelten Ankern untersucht und gezeigt, daß hierbei das Drehmoment auf den vierfachen und der Drehwinkel auf den doppelten Wert steigt, wie bei ungewickeltem Anker. Im weiteren Ausbau der Emdeschen Berechnungsmethode wird nachgewiesen, daß es genügt, die Verhältnisse im Luftspalt allein zu betrachten und zur Berücksichtigung der Sättigung ist es nur notwendig, durch Versuch eine charakteristische Kurve für das zu benutzende Magnetsystem zu bestimmen, die den Nutzfluß als Funktion des magnetischen Spannungsverbrauches im Eisen gibt. Schließlich wird eine Reihe von Versuchen mitgeteilt und gezeigt, daß bei den Drehmagneten die Rechnung mit den Messungen in praktisch durchaus genügender Weise übereinstimmt.

Digitized by Google

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Bau und Einrichtung freier und gedeckter Unterstationen*). Im nachstehenden wird ein Referat über die Berichte des „Electric Power Comitee" des American Institute of Electr. Engineers wiedergegeben. A. Macomber und H. L. Fullerton. Die Fortschritte in der Herstellung wetterbeständiger Apparate ermöglichen die Aufstellung von Unterstationen im Freien, sowohl für kleine als auch größere Leistungen. Die Vorteile liegen in geringeren Anlagekosten, leichterer Vergrößerung, geringerer Feuergefahr, leichter Zugänglichkeit und Einfachheit der Anordnung, die Nachteile in größerer persönlicher Gefahr, häufigeren Betriebsunterbrechungen und Reparaturerfordernissen. Die Verbilligung bei kleineren Unterstationen (namentlich bei ölfreier Anordnung) kann 25 bis 50% erreichen; bei größeren Leistungen muß ein Teil der Einrichtung unter Dach angeordnet werden, es kommt dann die Verbilligung nicht in Betracht. Gegenwärtig sind in den Vereinigten Staaten von Amerika etwa 300.000 *kVA* im Freien installiert.

Für Spannungen bis zu 5000 *V* können für Einzelabnehmer bis zu 50 *kW* bei Speisung vom Verteilungsnetze, die Transformatoren an den Verteilungsmasten angeordnet werden, bei größeren Leistungen werden dieselben innerhalb eines Gitters, auf einer Plattform am Boden oder in einer feuerfesten, ventilierten Kammer aufgestellt. Erfolgt die Speisung vom Hochspannungsnetz (Spannungen über 5000 *V*), so kann die Aufstellung zwischen den Masten am Boden erfolgen, wobei die Schalter und Blitzschutzapparate sich an den Masten befinden; oder es können die Transformatoren, etwa 3 bis 4 *m* über dem Boden, auf einem Stahlgerüste aufgestellt werden. In anderen Fällen, in welchen die Aufstellung größerer Einheiten im Belastungszentrum erwünscht ist, erfolgt die Anordnung unter Dach in Stahlblechkammern. Bei Unterstationen zur Verteilung der Energie an eine größere Zahl von Abnehmern empfiehlt sich die Aufstellung der Apparate in einfachen Betoneisenkonstruktionen, deren Kosten etwa halb so groß sind als jene von Ziegelmauerwerk. Bei kleineren Leistungen können auch hier die Transformatoren im Freien an Stahlgerüsten angeordnet werden; in diesem Falle empfiehlt es sich, zwischen den Mastenschalter und die Schmelzsicherung eine Drosselspule und parallel hiezu einen geerdeten Hörerblitzableiter und eine Aluminiumzelle zu schalten. Bei Anordnung in Gebäuden sind Trennschalter und Sammelschienen vorzusehen und auf die Niederspannungsseite Ölschalter zu verwenden. Die einfachste Schaltanlage ist jene mit offenen Drähten, bei welcher die Sammelschienen und Trennschalter an einem Rahmen oberhalb der Hauptschalter angeordnet werden. Die Anordnung der Apparate nach dem Zellensystem in permanenten Gebäuden ermöglicht die vollständige Unterteilung und weitgehende Regulierung der Verteilungsanlage, ist aber naturgemäß mit weit höheren Kosten verbunden.

F. L. Hunt und L. Perry beschreiben einige, in den Vereinigten Staaten zur Ausführung gelangte, im Freien angeordnete oder halbgedeckte Unterstationen. Die beiden Unterstationen der Amherst Power Co. (New England) von je 10.000 *kVA* Leistung besitzen im Freien angeordnete 66.000 *V*-Transformatoren, Schalter und Blitzschutzapparate (Aluminiumzellen); die Niederspannungsapparate für 13.200 und 2300 *V* und Verteilungsschienen sind in Gebäuden untergebracht, da dieselben eine ständige Bedienung erfordern. Die Ersparnis im Vergleich mit der vollständig gedeckten Anordnung soll 11% betragen. Die außer Betrieb stehenden 1500 *kW*-Transformatoren werden zum Schutze gegen das Einfrieren des Öls mit einer 200 *W*-Heizspirale versehen, welche auch die Bildung eines Kondensats im Innern verhindert. Die Transformatoren sind mit einem Ölablaß- und Reinigungsbehälter ständig verbunden und mit einem Alarm-Thermometer ausgerüstet; sie sind fahrbar angeordnet und mit einem Kran zum Heben des Kernstückes ausgerüstet; zum Schutze gegen die Sonnenbestrahlung sind alle im Freien angeordneten Apparate mit einem weißen Lackanstrich versehen. Jede Unterstation ist mit einem Stacheldrahtzaun umgeben. Besondere Aufmerksamkeit erforderte auch die Konstruktion und Dichthalten der Kühlradiatoren. In den westlichen Staaten mit landwirtschaftlichen, dünn bevölkerten Gebieten hat sich die Aufstellung von 33.000 *V*-Transformatoren mit Leistungen bis zu 300 *kW* im Freien sehr bewährt. Eine solche Unterstation besteht aus einem Stahlgerüste, welches auf einer den Niederspannungsschalter und die Meßapparate enthaltenden Eisenblechkammer aufgesetzt ist und an welchem die Blitzschutz- und Hochspannungsapparate angeordnet sind. Als Blitzschutz dienen sowohl Hörner mit Schmelzdraht als auch Aluminiumventilzellen; außerdem werden Drosselspulen vor die Transformatoren geschaltet. Die Trennschalter werden oft behufs leichter Handhabung an einem eigenen Mast im Freien angeordnet, so daß bei einer Betriebsstörung die erforderliche Ausschaltung auch durch ungeübte Personen ausgeführt werden kann. Die Niederspannungsinstrumente und Schalter sind an einem einfachen Schalttafelgerüst angeordnet.

(Proc. A. I. E. E., Febr. 1914.)

*) Vergl. E. u. M. 1912, Seite 1051 und 1052.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Quecksilberdampf als Kraftmittel. (W. L. R. Emmet.) Der bei einem Kreisprozeß zwischen den Temperaturen T und T_1 theoretisch erreichbare Wirkungsgrad beträgt $\frac{T-T_1}{T}$. Bei den meistens in Betracht kommenden Fällen ist die untere Grenze durch die Temperatur des Kühlwassers gegeben, wogegen die obere bei der Verbrennung unserer Brennstoffe mit Luft bei zirka 1480° C gelegen ist. Eine weitere Steigerung des Wirkungsgrades könnte nur durch Anwendung höherer Drucke erzielt werden, wobei man aber zum Beispiel in der Dampfturbine ein gewisses Maß nicht überschreiten kann. Anders gestalten sich aber die Verhältnisse, wenn statt Wasser Quecksilberdampf als Treibmittel verwendet wird.

Quecksilber siedet unter Athmosphärendruck bei 358° C und kondensiert in einem Vakuum von 711·2 *mm* bei 236° C; es kann daher unter denselben Druck- und Temperaturverhältnissen in einem Kreisprozeß verwendet werden, der bisher nur mit Dampf durchgeführt wurde. Der Verfasser wurde durch Chas. S. Bradley, der sich mit der Untersuchung verschiedener Stoffe mit hohem Siedepunkt befaßte, veranlaßt, die charakteristischen Eigenschaften des Quecksilbers zu untersuchen und es zum Betriebe von Kraftanlagen bis zu 100 *PS* zu verwenden. Nach Angabe der wichtigsten physikalischen Werte (Dampfdichte, spezifische Wärme, latente Verdampfungswärme usw.) und des Verhaltens des Siedepunktes bei Änderung des Druckes an der Hand von Diagrammen werden die Vor- und Nachteile beleuchtet. Zu letzteren gehören die hohen Kosten, die giftigen Dämpfe, die die ganze Umgebung der Anlage schädigen und mit der Dampfbildung zusammenhängende Schwierigkeiten, welch letztere aber nicht ernster Natur nicht. Zahlreich sind hingegen die Vorteile: Günstige Siedepunkte bei den verschiedenen Drücken, leichte Zuführung infolge hohen spezifischen Gewichtes, leichte Dichtung, neutrales Verhalten gegen Luft, Wasser, Eisen usw. bei normalen Temperaturen, keine Ausscheidungen im Kessel, geringe Ausflußgeschwindigkeit des Dampfes, keine Befeuchtung (Erosion) der Turbinenschaufeln, kleine Schaufelflächen, kleine Kessel und ein im Verhältnis zu gleich starken Wasserdampfkraftlagen bedeutend geringerer Brennstoffverbrauch. Würde eine bestehende Kraftanlage statt mit Wasserdampf mit Quecksilberdampf betrieben werden, so würde eine um 66% bessere Verwertung bei nur um 15% höherem Brennstoffverbrauch, mithin ein Gewinn um 44% pro Gewichtseinheit des Brennstoffes resultieren, wenn ein Dampfdruck von zirka 5 Atm. und ein Vakuum von zirka 724 *mm* (am Auslaß der Turbine) angenommen wird.

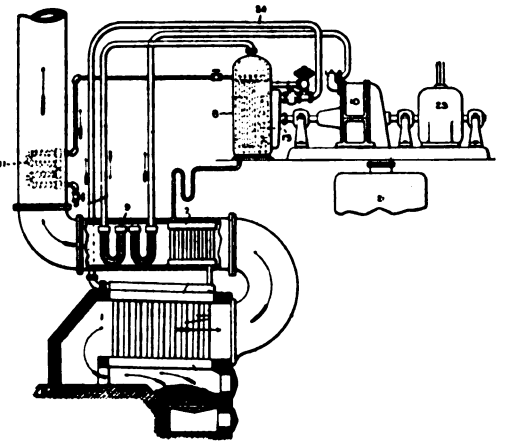


Fig. 1.

1. Quecksilberdampfkessel; 2. Erhitzer für flüssiges Quecksilber; 8. Kondensator der Quecksilberturbine; 9. Wasserdampfüberhitzer; 10. Dampfturbine; 11. Ekonomiser; 18. Quecksilberturbine; 21. Kondensator der Dampfturbine; 23. Elektrischer Generator; 24. Quecksilberdampf-Zuleitung.

Eine Kraftanlage mit Quecksilberdampf kann ebensogut mit oder ohne Kondensation ausgeführt werden und arbeitet auch im letzteren Falle sehr wirtschaftlich. Versuche haben ergeben, daß man für K 50 flüssiges Quecksilber 1 *kW* an der Turbine erhalten kann, wobei jedoch eine weitere Verbilligung noch möglich

Digitized by Google

ist. Die allgemeine Einführung solcher Anlagen hätten keine Verteuerung zur Folge, da die Vorratsquellen sehr ergiebig sind.

Ein besonders hoher Nutzeffekt ergibt sich nun durch die Kombination einer Quecksiberdampf- mit einer Wasserdampfkraftanlage in folgender Weise: Das Quecksilber wird in einem Kessel durch eine Feuerung gewöhnlicher Art verdampft. Von diesem Kessel gelangt es bei einem Druck, der gleich oder nur wenig höher als der der Atmosphäre ist, zu den Düsen einer Turbine, die einen Generator oder dgl. antreibt. Von der Turbine strömt der Abdampf zu einem Kondensator, in dem er durch die Oberflächen von Röhren niedergeschlagen wird, die Wasser enthalten, das durch die Wärme der Quecksilberabgase verdampft wird. Der so erzeugte Wasserdampf kann nun zum Antrieb von weiteren Turbinen oder dgl. verwendet werden. Der Quecksilberkondensator wird vorzugsweise oberhalb des Quecksilberkessels angeordnet, damit das Kondensat in den Kessel durch seine Schwere, also ohne Pumpenarbeit, zurückfließen kann. Da der Quecksilberdampf viel heißer ist als der Wasserdampf, so kann man den Überschuß an Wärme, den die den Quecksilberkessel verlassenden Heizgase besitzen, dadurch ausnutzen, daß man die letzteren vorerst durch eine Heizvorrichtung leitet, in der das zum Kessel zurückkehrende Kondensat fast bis zum Siedepunkt erhitzt wird, dann durch einen Überhitzer, der den im Kondensator gebildeten Wasserdampf überhitzt und schließlich durch einen Ekonomiser, der das Speisewasser für die Kondensatorrohre vorwärmt. Fig. 1 zeigt eine derartige mit einer Wasserdampfturbine kombinierte Quecksilberdampf-Turbinenanlage.

Nach ausführlicher Beschreibung einer Reihe von Kesselkonstruktionen für die Erzeugung von Quecksilberdampf und nach Angabe, wie etwa eine Anlage mit einem 500 *PS*-Kessel, Turbinen und Generatoren zur praktischen Ausführung gebracht werden könnte, bemerkt der Verfasser zum Schluß, daß bei Verwendung von Ölfeuerung eine Brennstoffökonomie ähnlich wie bei den Dieselmaschinen erzielt werden könnte, denen gegenüber noch der Vorteil mechanischer Einfachheit der Konstruktion und des Betriebes erreicht würde. Ohne ein entscheidendes Urteil über derartige Quecksilberdampf-Kraftanlagen fällen zu wollen, hält der Verfasser es für sicher, daß diese neue Art der Kraftgewinnung eines weiteren sorgfältigen Studiums wert sei.

(General Electric Rev., Jänner und Februar 1914.)

Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger.

Versuche mit Ölkraftmaschinen System Junkers. Dr.-Ing. Meuth. Diese Maschinen besitzen zwei gleichachsige, gegenläufige Kolben in einem Zylinder und arbeiten im Zweitakt nach dem Dieselverfahren, indem in der inneren Totlage der Kolben in die zwischen diesen hochverdichtete reine Luft der Brennstoff eingespritzt wird, der sich selbsttätig entzündet. Nach der Expansion, durch die die beiden Kolben auseinandergetrieben werden, öffnet zuerst der der Kurbel näher liegende die Auslaßschlitze des Zylinders, so daß der Druck im Zylinder bis auf Atmosphärenspannung sinkt, worauf der andere Kolben die Spülluftschlitze des Zylinders freilegt und Spülluft den Arbeitsraum bis zu den Auslässen durchfegt und kühlt. Dieses Ausspülen dauert über die äußere Kolbentotlage an, bis beide Kolben die Schlitze überdeckt haben, worauf die Verdichtung der Frischluft beginnt und sich das Spiel wiederholt. Die Gleichmäßigkeit der Leistung wird bei der Tandemanordnung noch erhöht, bei der bei jeder halben Umdrehung ein Arbeitshub erfolgt.

Die erste zu Versuchszwecken gebaute Maschine dieser Art, die mit für Dieselmaschinen bisher nicht verwendbaren Rückständen aus rumänischem Petroleum betrieben wurde, verbrauchte 138 *g* pro PS_i/Std., was einer Umsetzung in indizierte Maschinenarbeit von 46% und bei Annahme eines mechanischen Wirkungsgrades der Maschine von 75% einer Umsetzung in effektive Leistung von 34·5% entspricht. Die Leistung betrug hiebei zirka 200 *PS* bei einem mittleren Druck von 10·5 Atm. im Zylinder und 250 Touren pro Minute. Mit Teeröl erzielte man 156 *g* pro PS_i/Std. bezw. 200 *g* für die Bremspferdestärke. Auch die sehr asphaltreichen Rückstände von kalifornischem Öl und das mexikanische Rohöl ergaben selbst im Dauerbetrieb günstige Resultate. Sichere Zündung und rauchfreie Verbrennung wurden selbst bei niedrigen Tourenzahlen von 30 pro Minute noch erhalten.

Eine stehende 100 *PS*-Maschine mit zwei nebeneinander liegenden Zylindern der Gebr. Klein in Dahlbruch ergab bei Versuchen in der Charlottenburger Technik im 60stündigen Betrieb bei 304 Touren pro Minute einen Verbrauch von 185 *g* pro PS_e/Std. und eine Maximalleistung von 120 PS_e.

Zwecks Vergrößerung der Leistung muß entsprechend der erhöhten Brennstoffmenge auch das Luftgewicht vermehrt werden, was infolge des begrenzten Zylinderinhaltes durch Kühlung der Luft möglich ist (Oechlhäuser-Gasmaschine, bei der durch Kühlung der Spülluft von 90° auf 30° die Leistung um 17%, von 65° auf 30° C um 11% am Schaltbrett erhöht werden konnte) oder durch Einführung der Spülluft unter höherem Druck, was durch Drosseln des Auspuffs erzielt wird. Durch diese Erhöhung des Gegendruckes (mittels einer Drosselklappe), zum Beispiel auf 1·5 Atm. absolut kann die Leistung um 50% gesteigert werden, wobei die Erhöhung des Arbeitsverbrauchs für die Spülpumpen nur zirka 5% beträgt, also nicht ins Gewicht fällt. Eine Grenze bei dieser Leistungssteigerung bildet nur die Leistungsfähigkeit der Spülluftpumpe; die Höhe des Kompressionsenddruckes bereitet selbst bei 100 Atm. keine Schwierigkeiten. (Dinglers pol. J., 3. 1. 1914.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

4000 *PS*-Sulzer-Kreiselpumpe. Die für das Elektrizitätswerk Funghera (bei Turin) der Società Alta Italia gelieferte Kreiselpumpe zeichnet sich dadurch aus, daß das einzige Laufrad, das die Pumpe besitzt, eine manometrische Förderhöhe von 152 *m* und eine Leistung von 1800 *l*/Sek. bei 1002 T. p. M. bewältigt.

Die Pumpe dient zur Aufspeicherung von Kraftwasser und fördert in gewissen Abständen den Inhalt eines Saugbehälters in ein höher gelegenes Staubecken, wobei im Verlauf der Pumparbeit Saug- und Druckhöhen wachsen. Diese Schwankungen durften aber keine Verringerung des Wirkungsgrades verursachen; es sollte vielmehr die verfügbare Energie weitgehendst ausgenutzt werden.

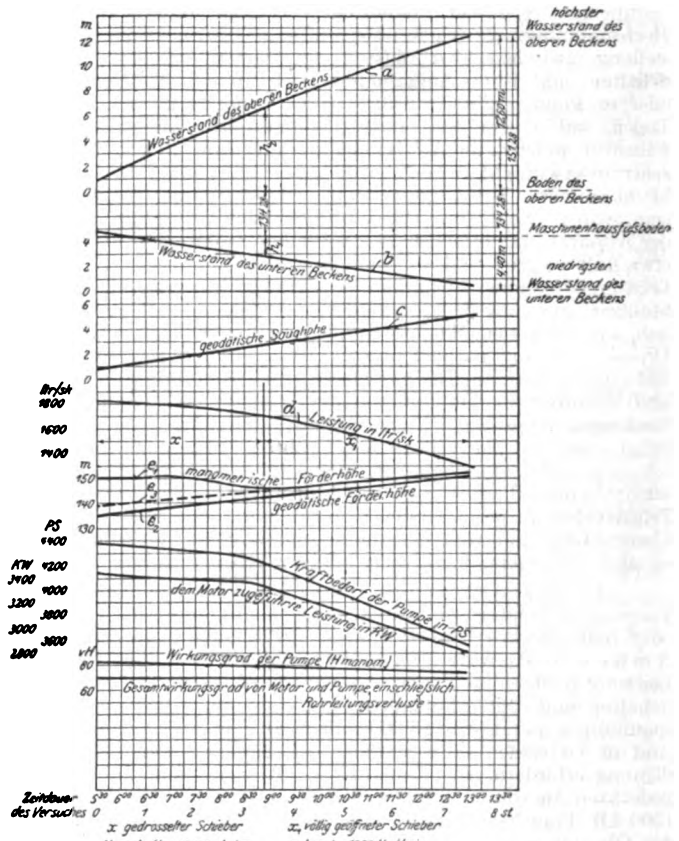


Fig. 2.

Der Saugbehälter hat 50.000 m^3 Inhalt. Für die gesamte Förderleistung sind 29.000 *kWh*, für 1 m^3 gehobenes Wasser also 0·58 *kWh* gewährleistet, was aber bei den Abnahmeversuchen nicht erreicht wurde (0·563 *kWh*). Beim Beginn des Pumpens, das ist bei vollem unteren und leerem oberen Behälter, beträgt die geodätische Förderhöhe 134·28 *m*, bei Beendigung des Pumpens 151·28 *m*; die Förderhöhe schwankt demnach bei jedem Aufpumpen um 17 *m*. Die Leistung der Pumpe soll anfangs 1800 *l*/Sek. betragen und darf bei wachsender Förderhöhe etwas abnehmen; die gesamte Wassermenge soll in rund 8½ Stunden gehoben werden.

In dem Schauliniendiagramm (Fig. 2) fällt auf, daß der Unterschied zwischen manometrischer und geodätischer Förderhöhe während der zweiten Hälfte der Pumparbeit erheblich geringer ist, als während der ersten, was daher rührt, daß die Pumpe anfangs bei der Überwindung der kleinen geodätischen Förderhöhe durch den Regelschieber teilweise geschlossen werden muß. Nach zirka 3½ Stunden wird bei einer geodätischen Förderhöhe von 142 *m*

Digitized by Google

der Zustand erreicht, bei dem der Regulierschieber nicht mehr abgedrosselt zu werden braucht.

Zu Anfang, bei den geringen Förderhöhen, fördert die Pumpe verhältnismäßig große Wassermengen, was von der guten Anpassungsfähigkeit Zeugnis gibt. Letztere könnte durch einen stärkeren Motor noch gesteigert werden. Für das Drosseln sind nicht ganz 2% der gesamten Arbeit aufzuwenden. Der auf die manometrische Förderhöhe bezogene Wirkungsgrad steigt während der starken Pumpenbelastung (in der Drosselzeit) bis auf 81%. Der Gesamtwirkungsgrad für Pumpe, Motor und Rohrleitung (bezogen auf die geodätische Förderhöhe) beträgt 70% und bleibt während der ganzen Pumpzeit (selbst während des Abdrosselns) gleich, da die Pumpe auch während der Drosselzeit besonders günstige Betriebsverhältnisse besitzt.

(Schweizerische Wasserwirtschaft, 25. 1. 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Beiträge zur Frage des Überspannungsschutzes J. Biermanns, Berlin. Durch Vorschalten von Drosselspulen kann der Eintritt von Überspannungswellen in die zu schützenden Apparate gehindert werden. Die reflektierte Welle gefährdet aber dann unter Umständen die übrigen Teile der Leitung. Eine Vernichtung der Energie der Welle wird nur ermöglicht durch Einschalten Ohmscher Widerstände. Diese Widerstände lassen sich aber nicht einfach in der Leitung anordnen, weil dasselbe Hindernis, das sie den Überspannungswellen bieten, auch dem Betriebsstrom geboten würde. Diese Schwierigkeiten werden umgangen durch induktive Widerstände in Parallelschaltung mit Ohmschen Widerständen (D. R. P. 253.118). Ist die Selbstinduktion klein, so wird dem Betriebsstrom kein nennenswerter Widerstand entgegengesetzt; für wachsende Frequenzen nähert sich aber der scheinbare Widerstand

$$R' = \frac{R}{1 + \left(\frac{R}{\omega L}\right)^2}$$

dem Ohmschen Widerstand R.

Die Amplitude der reflektierten und der durchgelassenen Welle beim Übergang von einer Leitung mit dem Wellenwiderstand $\frac{1}{\gamma_1}$ auf eine Leitung mit dem Wellenwiderstand $\frac{1}{\gamma_2}$ ist bestimmt durch die Beziehungen:

$$e_1' = E\,\frac{\gamma_1 - \gamma_2}{\gamma_1 + \gamma_2}$$

$$e_2' = E\,\frac{2\gamma_1}{\gamma_1 + \gamma_2}.$$

Ist zwischen beiden Leitern ein Ohmscher Widerstand R eingeschaltet, so muß die Spannung am Ende der ersten Leitung von der Spannung am Anfang der zweiten Leitung um den Betrag $R \cdot i_2$ verschieden sein. Andererseits muß die Stromstärke, welche aus einem Leiter austritt, gleich sein der Stromstärke, die in den zweiten Leiter eintritt. Aus diesen beiden Bedingungen erhält man:

$$e_1' = E\,\frac{\gamma_1 - \gamma_2 + R\gamma_1\gamma_2}{\gamma_1 + \gamma_2 + R\gamma_1\gamma_2}$$

$$e_2' = E\,\frac{2\gamma_1}{\gamma_1 + \gamma_2 + R\gamma_1\gamma_2}.$$

Ist dem Ohmschen Widerstande eine Drosselspule parallelgeschaltet, so muß der induktive Abfall einerseits und der Ohmsche Abfall andererseits in den beiden parallelen Zweigen gleich sein.

$$\lambda\,\frac{di_\lambda}{dt} = Ri_R.$$

Die Summe der beiden Zweigströme $i_\lambda + i_R$ muß gleich sein dem Leitungsstrome i_2.

Aus diesen beiden Gleichungen kann man i_λ als Funktion von i_2 bestimmen; dadurch ist auch der Spannungsabfall $e' = \lambda\frac{di_\lambda}{dt}$ als Funktion von i_2 bestimmt, und die Grenzbedingung gibt für den in die zweite Leitung übertretenden Teil der Wanderwelle von der Spannung E den Wert:

$$\bar{\varphi} = E \cdot \frac{2\gamma_1}{\gamma_1 + \gamma_2} + Ae^{-\frac{R(\gamma_1+\gamma_2)}{\lambda(\gamma_1+\gamma_2+R\gamma_1\gamma_2)}\cdot t}$$

Die Integrationskonstante A bestimmt sich daraus, daß für $\lambda = \infty$ der Wert von $\bar{\varphi}$ übergehen muß in jenen, der sich für die Einschaltung eines rein Ohmschen Widerstandes ergab.

Daraus folgt:

$$A = -E\left(\frac{2\gamma_1}{\gamma_1+\gamma_2} - \frac{2\gamma_1}{\gamma_1+\gamma_2+R\gamma_1\gamma_2}\right).$$

Für die reflektierte Welle folgt:

$$\bar{\psi} = E - \frac{\gamma_2}{\gamma_1}\bar{\varphi}_2.$$

Im ersten Moment des Auftreffens der Wanderwelle verhält sich die Anordnung so wie ein rein Ohmscher Widerstand.

Die eindringende Welle steigt dann allmählich an, während die reflektierte Welle allmählich abnimmt. Für die höchste auftretende Spannung ergibt sich

$$E_{max} = E\,\frac{2(\gamma_1 + R\gamma_1\gamma_2)}{\gamma_1 + \gamma_2 + R\gamma_1\gamma_2}.$$

Durch passende Wahl von R kann man die Größe der reflektierten Welle auf ein beliebiges Maß herabsetzen, allerdings auf Kosten eines in die zu schützende Leitung eindringenden Spannungssprunges. (Arch. für Elektr., 2. Bd., Heft 6.)

Elektrische Beleuchtung.

Berechnung der sparsamsten Beleuchtung. H. von Glinski berechnet für den Fall, daß die Lampen in einer Reihe stehen, gestützt auf die von Högner angegebenen Kurven für das Verhältnis der geringsten zur mittleren Beleuchtung, die sparsamste Beleuchtung für einen gegebenen Lichtbedarf. In der Fig. 3 zeigt die Kurve a die Lichtstrahlen einer nackten, Kurve b die einer in Straßenarmatur brennenden Metallfadenlampe.

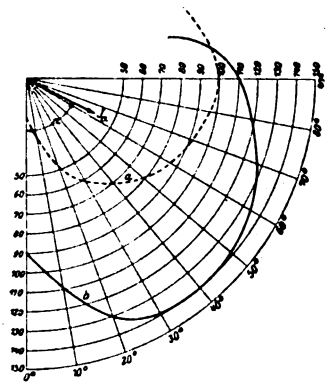


Fig. 3.

Es gelten die Beziehungen:

$$J_\smile = \int J_\alpha \cdot \sin\alpha \cdot d\alpha$$

$$J_c = \int \cdot J_\alpha \cdot \cos\alpha \cdot d_\alpha = C \cdot J_\smile.$$

Bei der Lichtpunkthöhe h und der Lampenentfernung l ist die mittlere Beleuchtung $e_{mitt} = \frac{2J_c}{h \cdot l}$. Es ist ferner die geringste und stärkste Beleuchtung der mittleren proportional; die Proportionalitätsfaktoren $k = \frac{e_{min}}{e_{mitt}}$ und $K = \frac{e_{max}}{e_{mitt}}$ hängen für jede Lampengattung nur vom Verhältnis $\frac{h}{l}$ ab. Auch die Konstante C hat für jede Lampenart einen bestimmten Wert.

Der Verfasser gibt Werte für k und K als Funktion vom $\frac{h}{l}$ an. Die Kurve für k ist eine gleichseitige Hyperbel, bezogen auf ein gegen die gegebenen Achsen verschobenes und verdrehtes Koordinatensystem.

Auf graphischem Weg werden die Abschnitte a_1 bis a_3 auf die Ordinatenachse festgelegt und damit eine Formel bestimmt:

$$e_{min} = \frac{2C \cdot J_\smile}{lh}\left\{\sqrt{a_1 l^2 + a_2 l \cdot h + a_3 h^2} + a_4 l + a_5 h\right\}.$$

Unter der Annahme, daß e_{min} einen bestimmten Wert nicht unterschreiten darf, läßt sich das günstigste Verhältnis für $\frac{l}{h}$ aus dieser Gleichung ermitteln, das für jede Lampenart ein fester Wert ist. Dann wird $e_{min} = \frac{cJ_\smile}{l^2}$ und $l = \sqrt{\frac{cJ_\smile}{e_{min}}}$. Daraus ist h zu rechnen. 25 m ist wohl der höchste Wert für die Lichtpunkthöhe.

Zur Bestimmung der zweckmäßigsten Lampengröße muß man die geringsten Betriebskosten ermitteln. Diese sind von der Zahl der Jahresbrennstunden, von der Lichtstärke der einzelnen Lampen oder dem Strom i abhängig. Es ergibt sich die Formel für die Betriebskosten bei einem zu beleuchtendetn Streifen L

$$B = \frac{L}{l} \cdot [d_1 + d\,n + d\,i + d_4\,i\,n].$$

Der Ausdruck $\frac{L}{l}$ gibt die Zahl der Lampen an; der erste Summand entspricht den Zinsen, Amortisation und Unterhaltung, der zweite der Bedienung, der dritte den Kohlenstiften bei Bogenlampen (Lampenersatz bei Glühlampen) und der letzte den Stromkosten.

Zum Schluß berechnet der Verfasser auf Grund der Formeln die Beleuchtung bei Anlagen mit Gleichstrom-Dia-Lampen und Excello-Flammenbogenlampen, ferner solche mit Metallfadenlampen in Straßenarmatur und mit Nitralampen der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft. (E. T. Z. Heft 5, 1914.)

Vergleich elektrischer Zugsbeleuchtungssysteme. T. Ferguson bringt einen Vergleich zwischen den verschiedenen in England gebräuchlichen Systemen der Zugsbeleuchtung. Das namentlich in

Digitized by Google

Amerika, verwendete „head-end system"*) mit einer an der Lokomotive angeordneten Turbinendynamo ist wohl das billigste, führt jedoch zu Schwierigkeiten bei der Kupplung und dem Lokomotivwechsel, so daß in den Stationen Reserveanschlüsse vorgesehen werden müssen, sofern sich keine Reservebatterie im Zuge befindet. Dieses System eignet sich auch nicht für den Übergang von Gasbeleuchtung zu irgend einem Batteriesystem. Im Gegensatze hiezu sind beim „individuellen Einheitssystem" mit Wagendynamos diese Schwierigkeiten behoben, wenn auch die Kosten erheblich größer sind. Die Wagenbeleuchtungsdynamos müssen natürlich der Anforderung einer weitgehenden Regulierfähigkeit entsprechen, etwa für Zugsgeschwindigkeit von 18 bis 100 *km* pro Std. und die Batterie muß sehr leistungsfähig sein. Das sogenannte Doppelbatteriesystem (zwei Batterien parallel zur Dynamo) hat den Vorteil, daß die Spannung der Lampenbatterie unabhängig von der Ladespannung konstant erhalten bleiben kann. Der Verfasser führt zwölf in England verwendete Systeme an, von welchen vier nach dem Doppelbatteriesystem, die meisten für konstante Stromstärke ausgeführt werden. Die Art der Regulierung ist bei den verschiedenen Systemen wesentlich verschieden, desgleichen die Spannungsausgleiche bei eingeschaltetem Lampenstromkreis. Das System der konstanten Stromstärke hat sich bisher als das praktischere im Vergleich mit dem der konstanten Spannung erwiesen; es zeigt bei allen Geschwindigkeiten die gleiche, erforderliche Zugkraft der Lokomotive, gleichgültig, ob die Lampen ein- oder ausgeschaltet sind und ob die Batterie geladen oder entladen wird.

(The Electr., 20. 2. 1914.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Vergleichende Versuche mit elektrischem Schiffsantrieb**).** R. Emmet und Durtnall. Die Versuche wurden vergleichsweise an den drei Kohlenschiffen „Cyclop", „Jupiter" und „Neptun" von je 20.000 *t* Deplacement (Kohlenfracht 12.000 *t*) durchgeführt, um die verschiedenen Antriebsarten zu erproben.

Die vergleichenden Daten sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt (Klammerwerte nach Durtnall):

	„Cyclop"	„Jupiter"	„Neptun"
Antriebsart . . .	2 Dreifachexpansionsmaschinen	Turbogenerator und 2 Induktionsmotoren (Schraubenantrieb)	2 Turbinen mit Reduktionsgetriebe
Indizierte Leistung bei 14 Knoten .	5600 (6700)	6300 (5000)	5900
Tourenzahl pro Minute der Antriebsmaschine . . .	88 (92)	2000	1250
Tourenzahl pro Minute der Schiffschraube . . .	88 (92)	100 (115)	135 (120)
Gewicht d. Antriebsmaschine in *t* . .	280	156	—
Dampfverbrauch in *kg* pro IS_e Std. (an der Welle) .	(6·5)	5·0	—
Kohlenverbrauch in *kg* pro PS_i . .	(0·7)	—	(0·8)
48stündige Probegeschwindigkeit in Knoten . . .	14·6	(14·8)	13·9

Der Vergleich zeigt deutlich die Vorteile des elektrischen Schraubenantriebes beim „Jupiter" zufolge der Möglichkeit der Verwendung raschlaufender Turbinen.

	Schraubenumdrehungen pro Minute	Leistung *PS*	Dampfverbrauch in *kg* pro Stunde	Gewicht der Antriebsmaschinen in *t*
	bei 21 Knoten			
Reiner Turbinenantrieb	222	31.700	170.000	749
Turboelektrischer Antrieb	160	29.200	137.000	598

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 832.
**) Vergl. E. u. M. 1912, Seite 836, und 1913, Seite 126.

Ein Vergleich der für das Kriegsschiff „Pennsylvania" vorgesehenen Einrichtung mit der üblichen Turbineneinrichtung geht aus vorstehender Tabelle hervor.

Das Gewicht kann beim elektrischen Antrieb durch Ersparnis zweier Kessel um weitere 266 *t* reduziert werden.

(The Electr., 13. 2. 1914.)

Elektrifizierung der Chicago—Milwaukee und St. Paul Railway. Die in einer Seehöhe von 1400 bis 2000 *m* die Rocky Mountains und das Montanagebirge überschreitende Bahnlinie soll in ihrer Gesamtlänge von 720 *km* elektrisch betrieben werden: zunächst soll die 175 *km* lange Strecke über die Rocky Mountains auf elektrischen Betrieb übergehen; es steht noch die Wahl zwischen 14.000 *V* Wechselstrom bei 25 ∿ und 2400 *V* Gleichstrom frei. Die Gesamtkosten der Elektrifizierung sollen 28 bis 38 Millionen Kronen betragen. Die Energie soll von den Wasserkraftanlagen der Montana Power Co. und Thompson Falls Power Co. mittels Hochspannungsleitungen von 25 bis 230 *km* Länge bezogen werden. Die Steigung soll maximal 2% betragen und die Fahrgeschwindigkeit zwischen 25 *km* für Güter- und 50 *km* für Personenzüge schwanken. Die Güterzugslokomotiven sollen Züge von 2500 *t* auf 1% Steigung (bei 2% Steigung zwei Lokomotiven) befördern.

Elektrische Apparate.

Serienentladungsröhren. Dr. H. Greinacher. Wenn man zwei Drähte, wie die Pole eines Hörnerblitzableiters, zwischen welchen bekanntlich der Bogen in die Höhe wandert, in ein evakuiertes Glasrohr einschmilzt und mit einer Hochspannung (Transformator) verbindet, so erzeugt jede Partialentladung einen Zacken blauen Glimmlichtes. Einem blauen, negativen Zacken entspricht auf dem gegenüberliegenden Draht ein leuchtender roter Punkt, das Anodenlicht. Diese Auflösung des Bogens in die Serienentladung findet am besten bei einem bestimmten Gasdruck statt. Diese von Emil Gundelach in Gehlberg ausgeführten Röhren lassen den Charakter des Stromes, ob Gleichstrom oder Wechselstrom, erkennen. Man erkennt die starken Schließungsströme von Unterbrechern und kann die Unterbrechungszahl aus der Anzahl der Partialentladungen während der Zeit eines Aufstieges ermitteln. Auch zur Messung kleiner Zeiten, zum Beispiel zwischen zwei Zacken eines Wechselstromes, läßt sich die Röhre benutzen. (E. T. Z. Heft 8, 1914.)

Regulierbarer Kondensator für drahtlose Telegraphie. W. Duddell. Bei Wellenmessern, die aus einer fixen Selbstinduktion und einer veränderlichen Kapazität bestehen, ist im Resonanzfall die Wellenlänge dem Quadrat der Kapazität proportional. Es muß demnach die Kapazität des einstellbaren Kondensators dem Quadrat des vom verstellbaren Teil desselben zurückgelegten Weges proportional sein. Die Form des beweglichen Sektors kann dabei derart gewählt werden, daß die äußere Kante der beweglichen Platte nach einer bestimmten Kurve geformt ist, wobei die feste Platte einen Kreisausschnitt bildet (Fig. 4 *A*); die äußere Kante des beweglichen Sektors den Teil eines Kreisbogens bildet, mit dem Zentrum im Drehpunkt; die innere Kante hingegen nach einer Spirale geformt wird (*B*); die innere Kante der halbkreisförmigen festen Platte nach einer bestimmten Kurve konstruiert ist, wobei die bewegliche Platte konzentrisch zur festen (Halbkreisform) angeordnet ist (*C*); eine feste Platte, deren innere Kante einen Kreissektor bildet, während die äußere nach einer Kurve geformt wird (*D*).

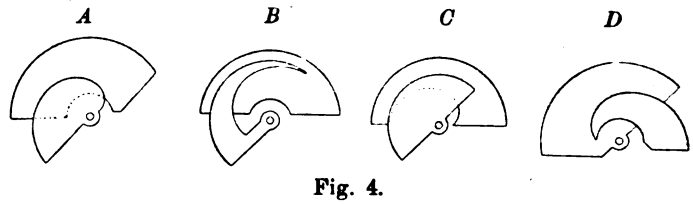


Fig. 4.

Der Verfasser hält die Anordnung *A* für die geeigneteste, weil die mechanische Festigkeit der beweglichen Platte genügend groß ist und die Kapazität des Kondensators in der Nullstellung möglichst gering ist, da die Entfernung des beweglichen Sektors vom Gehäuse möglichst groß sein muß. Type *B* ist in mechanischer Hinsicht unzureichend.

Die Eichungskurve eines solchen Kondensators von der Kapazität *C* ist ausgedrückt durch die Formel

$$C = a + b\Theta + c\Theta^2,$$

worin der Ablenkungswinkel Θ und *a*, *b*, *c* Konstante bedeuten. Der Radius *x* der äußeren Krümmung des beweglichen Sektors entwickelt sich aus der Beziehung $x^2 = 4k\Theta + r^2$. Dabei ist *r* der Kreishalbmesser der festen Platte und *k* eine Konstante, die mit der Fläche *A* in der Beziehung steht: $A = k\Theta^2$.

(Bulletin of I. E. E. Vol. 52, Nr. 227, 1914.)

Digitized by Google

Eine neue Minenprüf- und Zündvorrichtung beschreibt Dobbelstein. Bei der elektrischen Zündung ist es zweckmäßig, vor dem Abtun der Schüsse die Zündanlage auf ordnungsmäßigen Widerstand und die Stromquelle auf ihre Leistungsfähigkeit zu prüfen, um Versager und die damit verbundenen Gefahren zu vermeiden. Dies läßt sich mit der beschriebenen Vorrichtung leicht und einfach erreichen. Dieselbe besteht aus zwei aufeinander befestigten Kästen. Im unteren Kasten befinden sich zwei Batterien von je drei Trockenelementen. Die eine derselben dient nur als Stromquelle für den Minenprüfer. Sie ist mit den für die Widerstandsbestimmung bestimmten, im oberen Kasten untergebrachten Apparaten (Wheatstonesche Brücke mit Drehspulengalvanometer) über einen Schalter (Widerstandsschalter) verbunden. Die andere Batterie (Zündbatterie) kann vermittelst eines zweiten Schalters mit dem gleichzeitig als Volt- und Amperemesser eingerichteten Galvanometer verbunden oder aber an die vorbereiteten Schüsse angeschlossen werden. Es wird zunächst der Widerstandsschalter betätigt und der Gesamtwiderstand der Zündanlage geprüft. Durch Betätigung des zweiten Schalters wird hierauf die Spannung und Stromstärke der Zündbatterie gemessen; sodann wird diese durch denselben Schalter an die Schüsse angeschlossen, die nun zur Zündung kommen.

Das von der Rheinisch-Westfälischen Industrie-Bedarfsgesellschaft in Essen gebaute Gerät ist von der bergwerkschaftlichen Versuchsstrecke auf seine Eignung als Minenprüfer untersucht worden und hat sich bewährt.

(Glückauf, Nr. 4, 1914.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Strahlungseffekt einer Antenne. O. Lodge gibt den in l W auf den Mittelwert des Stromes in der Antenne von der Höhe h und bei der Wellenlänge λ (nach Richtigstellung durch P. O. Pedersen), auf den Effektivwert J des Stromes bezogenen, Effekt mit $0{,}4\,J^2 . l^2/\lambda^2$ und den Strahlungswiderstand mit $400\,l^2/\lambda^2$ Ohm an.

Ein linearer Erreger gibt keine axiale Strahlung; wenn er aber wie in der ⊓-förmigen Antenne mit einem geschlossenen vereinigt ist, so wird bei langem horizontalen Arm in der Ebene des ⊓ die Strahlung, besonders auf der Seite des senkrechten Teiles, sehr groß sein im Vergleich zur Strahlung senkrecht darauf. Die magnetischen und elektrischen Felder der Antenne werden durch gleichzeitige Vergrößerung der Kapazität und Höhe verstärkt. Ohne Verringerung des Strahlungseffektes $\frac{S . V . l}{\lambda^2}$ kann durch Änderung der Kapazitätsfläche S und der Antennenlänge l die Wellenlänge λ vergrößert werden. Wird die Wellenlänge durch Einführung einer Induktionsspule in die Antenne geändert, so wird dadurch die Strahlungsintensität herabgesetzt. Es ist wichtig, daß die obere Kapazität einer Antenne in großer Höhe ist; daher empfiehlt es sich, die Station am Fuße eines Berges oder Hügels anzulegen, der als Stütze für die obere Antennenkapazität dienen könnte. Für Stoßerregung ist eine Schirmantenne für kontinuierliche Schwingungen, eine nach Art des Herzschen Oszillators gebaute, vorteilhafter.

(Jahrbuch drahtl. Tel. Bd. 7, Heft 5.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Thermokräfte von Leitern mit kleiner Elektronenzahl hat A. Weißenberger, Freiburg i. Br., Versuche unternommen. Es handelte sich zunächst um die Kombinationen Platin-Nernststift und Platin-Auerstift. Beim Nernststift ergab sich im Temperaturintervall von 500° bis 1100° eine Thermokraft von — 400 bis — 530 MV, wenn der Stift matte Oberfläche besaß, und im Temperaturintervall von 550° bis 1150° eine Thermokraft von — 530 bis — 1020 MV, wenn der Stift glänzend war. Der Auerstift zeigte im Intervall 770° bis 1140° eine Thermokraft von — 860 bis — 2200 MV. Bei Quarzglas wurde über 800° eine Thermokraft von etwa 530 MV konstatiert, bei Epidot eine solche von + 1000 MV, entwässert + 500 MV. Sodann wurde Glas untersucht und es konnten im Intervall von 500° bis 650° Thermokräfte von — 1740 bis — 3900 MV festgestellt werden. Beim Auer- und Nernststift wurde wiederholt das vollständige Fehlen jeglicher Polarisation beobachtet; beim Glas hingegen zeigte sich eine solche sehr deutlich. Weißenberger ist der Ansicht, daß die Elektrizitätsleitung in den Nernst- und Auerstiften im Wesen metallischer Natur ist. Beim Glas wird die Thermoelektrizität ausschließlich durch Elektronen des Kieselsäuregerüstes hervorgerufen. Dabei werden die Alkaliionen verschoben, ihre Konzentration wird geändert und erzeugt damit eine Gegenspannung.

(Phys. Zeitschrift, Nr. 2, 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre. Physik.

Über Vorgänge in Schwingungskreisen hat F. F. Martens gearbeitet und insbesondere eine strenge Berechnung der momentanen Wechselgrößen zweier magnetisch oder galvanisch gekuppelter Kreise vorgenommen. Die elektrischen Wechselgrößen in zwei miteinander gekuppelten Schwingungskreisen genügen relativ einfachen Differentialgleichungen, die für spezielle Fälle häufig gelöst worden sind. Eine teilweise Lösung ohne spezielle Annahmen stammt von Kiebitz, welche Lösung eine zahlenmäßige Berechnung der Winkelfrequenzen und der Dämpfungsfrequenzen, nicht aber aller in den Beziehungen zwischen Wechselgrößen und Zeit vorkommenden Größen gestattet. Martens hat nun die Berechnung der momentanen Wechselgrößen vollständig durchgeführt. Die Kenntnis dieser Größen hat zwar in einer bestimmten Richtung an Bedeutung eingebüßt, nachdem Mackú die Berechnung der effektiven Wechselgrößen ohne Kenntnis der Momentanwerte gelungen ist. Andererseits ist diese Kenntnis jedoch für die Diskussion der Stoßerregungsvorgänge von Wert und deshalb hat Martens sich der Aufgabe unterzogen, ohne Vernachlässigung für die zahlenmäßige Berechnung und die Aufstellung von Näherungsgleichungen gleich geeignete Ausdrücke abzuleiten. Er gelangt zu einer Reihe von Gleichungen, die zu den zahlenmäßigen Berechnungen der Reihe nach benutzt werden können und schließlich zu Ausdrücken für die momentanen Ladungen und momentanen Stromstärken zweier gekuppelter Schwingungen führen, nach denen man sich die Wechselgrößen durch Übereinanderlagerung zweier abklingender Schwingungen mit bekannten Winkel- und Dämpfungsfrequenzen entstanden denken kann. (Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 2, 1914.)

Über die Abhängigkeit der Lichtelektrizität der Metalle vom Gas. S. Wiedmann und W. Hallwachs, Dresden. Eine der ersten, gleich zu Anfang auftauchenden Grundfragen der Photoelektrizität war die, ob die Einwirkung sich in erster Linie auf den Gasraum oder den Körperraum beziehe. Die Ergebnisse der Versuche mit tangentialer Beleuchtung (schon bei der ersten Entdeckung) und die starke Abhängigkeit der Intensität der Vorgänge von der Oberflächenbeschaffenheit entschieden zugunsten des Körperraumes, ein Resultat, das durch die weiteren Versuche im gesteigerten Vakuum (Stoleton, Righi, Lenard) erhärtet wurde. Die Bedeutung dieses Resultates wurde jedoch vielfach überschätzt und es begann die Auffassung platzzugreifen, daß das Gas ohne Einfluß auf die photoelektrischen Phänomene sei. Wiedmann und Hallwachs haben daher neue, auf die Entscheidung der Frage abzielende Versuche unternommen und gefunden, daß das Vorhandensein von Gas eine notwendige Bedingung merklicher Lichtelektrizität ist, und daß selbst die große Lichtelektrizität des Kaliums sich nur durch die bedeutende Gasaufnahme dieses Körpers erklären läßt. Die Frage, ob die Photoelektrizität eine lediglich durch die Einwirkung auf den Körper entstehende Erscheinung ist, muß also verneint werden und es steht fest, daß die Wirkung auf das Gasmetall, das Gemisch von Körper mit aufgenommenem Gas, stattfindet. (Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 2, 1914.)

Strahlungslehre.

Experimentelle Untersuchungen über den Debye-Effekt. M. v. Laue, J. St. van der Lingen, Zürich. Nach der Theorie von Debye werden die durch Röntgenbestrahlung an Kristallen hervorgerufenen Interferenzerscheinungen durch die Temperatur in der Weise beeinflußt, daß bei Erwärmung die Helligkeit der Interferenzpunkte abnimmt, die Lage und Schärfe der Punkte aber nicht verändert wird. Letztere Folgerung der Theorie hat bereits de Broglie bestätigt. Die eingangs Genannten haben nun versucht, auch die erstere Folgerung zu überprüfen. Es kam darauf an, zwei Exemplare desselben Kristalles bei verschiedenen Temperaturen, aber sonst möglichst gleichen Umständen zu untersuchen. Zwei Steinsalz- und zwei Glimmerstücke wurden mittels derselben Röntgenröhre gleichzeitig in der gleichen kristallographischen Richtung bei gleichen Abständen durchstrahlt, wobei jedoch der eine elektrisch auf 400 bis 600° C erwärmt und der andere auf Zimmertemperatur belassen bezw. mit flüssiger Luft gekühlt wurde. Die Debyeschen Folgerungen wurden auch in dieser Richtung bestätigt. (Phys. Zeitschr. Nr. 2, 1914.)

Wirtschaftliches.

Über die Berechnung der Selbstkosten des elektrischen Stromes*). Hugo Eisenmenger, Cleveland (V. St. v. A.). Die Kosten, welche ein bestimmter Stromkonsument verursacht, hängen außer von dem Höchstbedarf in kW und dem Arbeitsverbrauch in kWh auch von der Entfernung seiner Betriebsstätte von dem Kraftwerk, von der Form seiner Belastungskurve, den Kosten des Hausanschlusses und vielen anderen Faktoren ab.

Nimmt man für einen Augenblick an, daß es eine Formel gibt, welche die von einem Konsumenten verursachten Kosten wirklich genau darstellt, so würden sich doch die verschiedenen Koeffizienten, welche in dieser Formel auftreten, im Laufe der Zeit ändern, und zwar sind sie nicht nur allmählichen, sondern

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 1151 und 1912, Seite 11.

Digitized by Google

auch sprunghaften Änderungen unterworfen. Dies wird an dem Beispiel des pro *kW* investierten Kapitals näher erläutert. Bei der Aufstellung (bezw. Bezahlung) einer neuen Maschine im Kraftwerk schnellt das Kapital pro *kW* Höchstbelastung der Zentrale in die Höhe, während es bei dem Steigen des jährlichen *kW*-Maximums fällt, so daß eine staffelförmige Kurve für das Kapital pro *kW*-Höchstbelastung entsteht, welche aber im allgemeinen eine fallende Tendenz hat. Sie kann in erster Annäherung durch eine Konstante ersetzt werden, welche im Laufe der Jahre langsam abnimmt. Dasselbe wird an einem zweiten Beispiel demonstriert, den „Konsumentenkosten", worunter der konstante Anteil an den Kosten verstanden wird, welchen jeder Konsument durch die bloße Tatsache, daß er Abnehmer des Elektrizitätswerkes ist, verursacht. Das sind also die Kosten für Zählerablesung, Einkassierung, Buchhaltung, für die Verzinsung und Amortisierung des Zählers und Hausanschlusses usw.

Da nun ein Stromtarif im allgemeinen möglichst genau den Selbstkosten angepaßt werden soll, andererseits aber möglichst einfach sein soll, so führt dieses Dilemma notwendig zu einem Kompromiß, indem ein Teil der Genauigkeit geopfert wird, um an Einfachheit zu gewinnen. Dies geschieht durch Unterdrückung einzelner Teilfunktionen in dem genauen Ausdruck für die Kosten und Aufteilung auf alle Konsumenten mit ihrem Durchschnittswert. So wird zum Beispiel die Entfernung der Betriebsstätte des Konsumenten im Tarif nicht zum Ausdruck gebracht und die Kosten, die durch die Tatsache entstehen, daß eine Fernleitung des Stromes notwendig ist, werden nur durch entsprechend höhere Ansetzung, zum Beispiel des *kWh*-Preises, gedeckt, so daß also nicht der entfernter wohnende Konsument einen höheren Anteil bezahlt, sondern — in diesem Falle — der, der eine größere Anzahl *kWh* bezieht.

Im allgemeinen nimmt man nun nur höchstens drei Variable in das Tarifsystem auf, und zwar: 1. die Konsumententaxe, wie oben erklärt, meist als Zählermiete eingehoben; 2. eine Höchstbelastungstaxe, proportional dem Höchstbedarf in *kW*, und 3. eine *kWh* Taxe, proportional der Zahl der verbrauchten *kWh*. Eine oder zwei dieser Taxen werden auch häufig weggelassen, das heißt mit ihrem Durchschnittswert auf die übrigbleibenden Taxen aufgeteilt. (Eine solche Weglassung hat übrigens, wie der Verfasser ausführt, immer den Erfolg, daß gerade jene gewissermaßen gratis gebotene Funktion von den Konsumenten stärker in Anspruch genommen wird, als es der Fall wäre, wenn sie separat in Rechnung gestellt würde, und dadurch wird der Tarif in letzter Linie höher gehalten, als wenn der Tarif genauer den Kosten folgen würde. Immerhin aber können solche Tarife auch sehr wohl an ihrem Platz sein. So hat zum Beispiel gerade in den letzten Jahren der reine Pauschaltarif für kleine Konsumenten glänzende Propagandaerfolge aufzuweisen.)

Es ist übrigens nicht notwendig, daß die drei Taxen ausdrücklich in einer dem Konsumenten erkennbaren Weise zur Einhebung kommen. Der Verfasser verweist auf seine früheren Aufsätze über Tarife, in denen er dargetan hat, wie diese drei Taxen meist in verschleierter und oft selbst dem nicht hiefür speziell geschulten Fachmanne nicht leicht erkenntlichen Weise, dargestellt werden. Hieher gehört zum Beispiel der Wright-Tarif und Tarife mit Verbrauchs- und Geldrabatten.

Der Verfasser gibt ferner ein Verfahren zur Ermittlung der numerischen Werte der Selbstkosten an. Der Vollkommenheit halber ist angenommen worden, daß die Kosten nach dem Dreitaxensystem bestimmt werden sollen (Konsumententaxe, Höchstbelastungstaxe und *kWh*-Taxe), doch läßt sich das Verfahren auch ohne weiteres auf weniger als drei Taxen anwenden (oder auch auf mehr).

Es seien K_1 die gesamten Ausgaben des Elektrizitätswerkes in einem bestimmten Jahr gewesen, in welchem durchschnittlich N_1 Stromabnehmer angeschlossen waren mit einem Arbeitsverbrauch von A_1 *kWh* und einem Höchstenergiebedarf von H_1 *kW*. Bezeichnet man mit x, y, z die drei Taxen (Konsumententaxe pro Konsument, *kWh*-Taxe pro *kWh* und Höchstverbrauchstaxe pro *kW*), oder genauer die entsprechenden Selbstkosten, so besteht die Gleichung: $K_1 = N_1 x + A_1 y + H_1 z$. Im folgenden Jahre erhalten wir ebenso $K_2 = N_2 x + A_2 y + H_2 z$ und im dritten Jahre $K_3 = N_3 x + A_3 y + H_3 z$.

Die Werte K, N, A und H sind aus den Büchern des Elektrizitätswerkes zu entnehmen. Die Auflösung dieser drei linearen Gleichungen liefert sofort die drei Taxen x, y, z.

Diese drei Gleichungen genügen zwar für eine theoretische Lösung der Aufgabe, in der Praxis können aber keine Zufälligkeiten (wie zum Beispiel eine in einem der drei Jahre vorkommende, ausnahmsweise größere Reparatur) das Resultat weit weg von dem wahren Wert verschieben, so daß sich unter Umständen sogar negative Werte für die drei Taxen ergeben. Die Ursache hiefür liegt darin, daß die prozentualen Veränderungen der Koeffizienten K, N, A und H von einem Jahre zum anderen sehr nahe zueinander gleich sind, so daß die Werte für x, y und z nahezu die Form $\frac{0}{0}$ erhalten. Der Verfasser erklärt diese Beziehung weiter durch graphische Darstellung der drei Gleichungen.

Um das Resultat von Zufälligkeiten zu emanzipieren, muß man: 1. solche Zeitabschnitte wählen, in welchen die relativen Veränderungen der Koeffizienten K, N, A und H möglichst verschieden voneinander sind, also diese Werte selbst möglichst wenig proportional zueinander (zum Beispiel Sommer- und Wintermonate) und 2. muß man mehr als drei Zeitabschnitte wählen, um einen verläßlichen Durchschnittswert zu erhalten. Es wird empfohlen, etwa 24 aufeinanderfolgende Monatsabschnitte zu nehmen.

In diesem Falle erhält man 24 Gleichungen mit drei Unbekannten, welch letztere also im allgemeinen überbestimmt sind. Der wahrscheinlichste Wert für die drei Unbekanten x, y, z wird dann nach der Methode der kleinsten Quadrate nach dem Gaußschen Verfahren bestimmt, welches in dem Artikel beschrieben wird.

Der Verfasser weist dann noch kurz darauf hin, daß eine solche Bestimmung des Selbstkostenpreises zwar für eine rationelle Festlegung des Tarifes wichtig ist, daß die Selbstkosten aber natürlich nicht der einzige Gesichtspunkt sind, von dem aus der Tarif festgelegt werden soll.

(E. T. Z. Heft 1, 1914.)

Chronik.

Die Vereinigung österreichischer und ungarischer Elektrizitätswerke. Anläßlich ihrer in Krakau stattfindenden diesjährigen Generalversammlung veranstaltet die Vereinigung eine elektrische Fachausstellung unter dem Titel „Die Elektrizität im Kleingewerbe und im Haushalte", bei welcher alle größeren heimischen und ausländischen Elektrizitätsfirmen mit ihren Fabrikserzeugnissen vertreten sein werden. In dieser Ausstellung werden alle jene Erzeugnisse der Elektrizitätsindustrie, welche sowohl dem Kleingewerbe als auch dem modernen Haushalte zu dienen berufen sind, nicht nur ausgestellt, sondern in ihrer praktischen Verwendung dem Publikum vorgeführt werden, um dadurch auch auf den Laien aufklärend und belehrend zu wirken. Da diese Generalversammlung überdies der Sammelpunkt einer großen Anzahl von Direktoren und Betriebsleiter von heimischen Elektrizitätswerken sein wird, gelangen seitens der ausstellenden Firmen eine Anzahl von auch für Fachleute interessanten Neuerungen zur Vorführung, so daß diese Ausstellung nach jeder Hinsicht eine für die gesamte Elektrizitätsindustrie bemerkenswerte Veranstaltung werden dürfte.

Internationaler elektrotechnischer Kongreß in San Francisco 1915. Das Präsidium des Internationalen elektrotechnischen Kongresses, der gelegentlich der Pacific-Ausstellung in der Zeit vom 15. bis 18. September 1915 in San Francisco tagen wird, hat die nachbenannten Mitglieder unseres Vereines zu Mitgliedern des Organisationskomitees ernannt. Es sind dies die Herren: Ing. F. Drexler, Ing. A. Grünhut, Hofrat Professor K. Hochenegg, Prof. Dr. F. Niethammer, Regierungsrat Prof. K. Schlenk und Ing. J. Seidener; ferner aus Ungarn die Herren Generaldirektor O. T. Bláthy, Direktor Et. de Fodor und Alex. de Zelewsky.

Die Verhandlungen auf dem Kongreß werden in zwölf Sektionen abgehalten werden, entsprechend den wichtigsten Gruppen, in die die elektrotechnische Wissenschaft zerfällt. Es werden zirka 250 Vorträge gehalten oder verlesen werden.

Bekanntlich wurde auf dem Elektrotechnischen Kongreß in Turin 1911 beschlossen, daß nur jene Kongresse von der elektrotechnischen Welt anerkannt werden, welche von der Internationalen elektrotechnischen Kommission (I. E. C.) gut geheißen werden. Die I. E. C. hat nun zu dem vom American Institute of Electrical Engineers veranstalteten Kongreß in San Francisco ihre Zustimmung gegeben und wird selbst, eine Woche vorher, dort ihre Generalversammlung abhalten. Die Kongreßleitung gibt bekannt, daß gelegentlich des Kongresses Sonderzüge vom Osten der Union nach San Francisco verkehren werden, mit welchen man die interessantesten Punkte des Landes besuchen kann. Es ist Aufenthalt in Chicago, Colorado Springs, Salt Lake City, Santa Barbara und Los Angeles geplant und an allen diesen Orten werden von besonderen Komitees arrangierte Besichtigungen stattfinden.

Es ist ferner eine Besichtigung des Feather River Canyon, des Yellowstone National Park und des Grand Canyon (auf dem Rückweg) in Aussicht genommen. Die Reise mit diesem Ver-

Digitized by Google

gnügungszug soll 30 Tage dauernd, doch werden auch für die direkte Fahrt von Chicago nach San Francisco Separatzüge zur Verfügung stehen.

Es wird auch beabsichtigt, von New York nach San Francisco den Wasserweg über den Panamakanal in Vorschlag zu bringen und diese Reise mit der Besichtigung der Anlagen im Kanal zu verbinden. Die Vereinsmitglieder werden eingeladen, sich an dem Elektrotechnischen Kongreß zu beteiligen. Auskünfte erteilt jederzeit die Redaktion der Zeischrift.

Untersuchungen über elektrische Wellen. Die künftige Sonnenfinsternis vom 21. August 1914, die, längs eines Streifens von Grönland ausgehend, über Norwegen, Schweden, Rußland, Persien bis zum Indusgebirge eine totale sein und in Rußland in der Totalität etwas mehr als zwei Minuten dauern wird, bietet Gelegenheit, unsere Kenntnisse über die Fortpflanzung der elektrischen Wellen im Sonnenlicht und bei Dunkelheit und über die Grenze der beleuchteten und nicht beleuchteten Erdpartien hinweg zu ergänzen.

Es werden vorzugsweise zwei wichtige Fragen während der Finsternis untersucht werden können, und zwar ob die Fortpflanzung der elektrischen Wellen im Schatten und Halbschatten denselben Gesetzen wie im Sonnenlicht unterliegt und dann ob die Frequenz und die Stärke und der Charakter der elektrischen Wellen und der atmosphärischen elektrischen Störungen geändert werden, was vielleicht dadurch begründet sein mag, daß die Fortpflanzung der elektrischen Wellen durch die Finsternis erleichtert oder erschwert wird oder weil aus irgendeinem — bis jetzt unbekannten — Grunde die Erzeugung atmosphärischer Störungen von der Sonnenfinsternis beeinflußt wird.

Bei der letzten Sonnenfinsternis vom 17. April 1912 hat man die Beobachtung gemacht, daß die funkentelegraphischen Zeichen während der Finsternis stärker waren als eine Stunde vorher oder nachher. Während des Durchganges des Schattenkegels durch Europa hat man sehr ausgesprochene Veränderungen in den atmosphärischen Störungen beobachtet.

Zur genaueren Kenntnis der Vorgänge wird es daher erforderlich sein, von Funkenstationen, die zu beiden Seiten der Schattenlinie liegen, Signale auszusenden, während der Schatten zwischen ihnen hindurchgeht. Es müssen daher die skandinavischen und russischen Stationen vor, während und nach der Finsternis durch mehrere Minuten Signale aussenden und andere Stationen genau die Variation in der Stärke der Signale verzeichnen. Stationen in Europa westlich von dieser Mittellinie, solche im Mittelmeer und in Kleinasien werden beträchtliche Änderungen in der Stärke der Signale, besonders der von weiter Ferne einlangenden in der Zeit von 10 Uhr vormittags bis 3 Uhr nachmittags (Greenwicher Zeit) wahrnehmen; andererseits werden Schiffe im Atlantischen Ozean und die Küstenstationen im Osten von Kanada und der Union schon am frühen Morgen vom Halbschatten beeinflußt werden.

In Montreal ist die partielle Sonnenfinsternis um 5 Uhr 52 Min. früh (Normalzeit) in ihrer stärksten Phase. Möglicherweise machen sich die Wirkungen der Finsternis bemerkbar, selbst wenn diese selbst unsichtbar bleibt.

Von ebenso großem Interesse ist die Untersuchung der Störungen. Für gewöhnlich kommen elektrische Wellen, welche Stationen nördlich von 50° geographischer Breite treffen, vom Süden aus, es werden daher in den skandinavischen und russischen Stationen die größten Veränderungen in den Störungen durch atmosphärische Einflüsse zu beobachten sein, weil die Wellen, welche diese Stationen erreichen, die Schattengrenze passieren müssen. Ähnliche Beobachtungen wird man aber auch an anderen Orten anstellen können. Es wäre daher sehr zu begrüßen, wenn statistische Untersuchungen über den Einfluß der Finsternis auf die elektrischen Wellen an allen Punkten des Erdballes, besonders in Südrußland, vorgenommen werden. Es ist auch wünschenswert, daß meteorologische Untersuchungen, einschließlich jener der atmosphärischen Ionisation und des Potentialgefälles in der Luft, angestellt werden mögen.

Die von der British Association of the Advancement of Science eingesetzte „Studienkommision für funkentelegraphische Untersuchungen", von welcher die obige Anregung ausgeht, wird demnächst in einem Zirkular die erforderlichen Angaben zur Einsammlung statistischer Daten über die Wellen und Störungen bekanntgeben und den in Betracht kommenden Funkenstationen ein Programm für die Untersuchung an die Hand geben. Die Studienkommission behält sich vor, die erhaltenen Daten zusammen mit den meteorologischen Untersuchungen einer Prüfung zu unterziehen und seinerzeit darüber und über die erhaltenen Daten zu berichten. Die Kommission richtet an alle, die sich für die Sache inseressieren und mit den nötigen Hilfsmitteln ausgestattet sind, die Bitte, Untersuchungen während der Finsternis anzustellen und darüber dem Sekretär, Dr. W. Eccles, University College, London, W. C., zu berichten.

Literatur-Bericht.

Construzioni Elettromeccaniche. Von Ing. Ettore Morelli. Erster Band: Gleichstromgeneratoren. In fünf Lieferungen. Mit etwa 600 Figuren, über 30 Tafeln und 833 Seiten. Turin 1912.

Dieses Werk in italienischer Sprache bringt in außerordentlich umfangreicher Weise das Material, was wir zum größten Teil in deutschen Büchern über Starkstromtechnik bereits besitzen. Der Autor geht in jeder Hinsicht auf alle für die Praxis wichtigen Einzelheiten in rechnerischer und konstruktiver Richtung ein. Es wird überall auf die Werkstättenherstellung und auf die in der Werkstätte erforderlichen Werkzeuge eingegangen, ebenso werden die im Prüffeld angewendeten Meßmethoden erläutert. Das Werk ist sicherlich eine dem praktischen Ingenieur außerordentlich willkommene Zusammenstellung aller wichtigen Einzelheiten über die Gleichstrommaschine und wird auch dem Studierenden der Elektrotechnik bei seinen Konstruktionsübungen gute Dienste leisten.

Niethammer.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektromaschinenbau.

Dynamogestell.

Generatoren, welche pulsatorisch angetrieben werden, zeigen oft schädliche Vibrationserscheinungen, die davon herrühren, daß die Zeit eines Impulses gleich oder nahezu gleich ist der Dauer einer Eigenschwingung des ganzen schwingenden Systems. Gemäß einer Erfindung der Akt.-Ges. Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) werden die schädlichen Schwingungen auf einen bestimmten Teil der Maschine beschränkt. Der Stator *s* (Fig. 1), der auf Kugellagern ruht, ist beschränkt beweglich und mit dem Fundament mittels regelbarer Federn *f* verbunden. Wenn der Stator zu vibrieren beginnt, dann werden seine Schwingungen von den Federn *f* aufgenommen. Wenn man nun die Federspannung so regelt, daß die Eigenschwingungszahl des Stators beträchtlich von der Zahl der Antriebsimpulse abweicht, dann kann man die Übertragung schädlicher Schwingungen des Stators auf das Fundament vollständig vermeiden. (Fr. P. Nr. 454.253.)

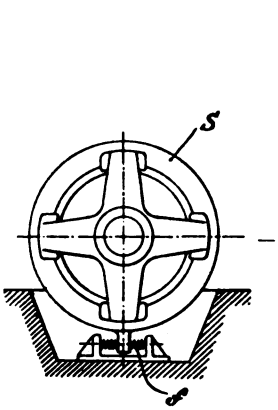


Fig. 1.

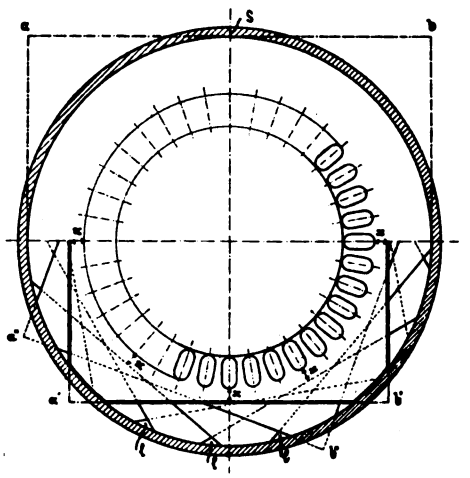


Fig. 2.

Bei Statorkernen elektrischer Maschinen bedingen die radialen Dimensionen der Statorspulenköpfe *K* eine bestimmte, ziemlich große Höhe *H* des Statorjoches. Diese Höhe bezw. der sich ergebende Jochquerschnitt ist in allen Fällen bedeutend größer als in magnetischer Hinsicht erforderlich ist, was einer Materialverschwendung gleichkommt. Um den Querschnitt nur so klein zu machen, wie es die magnetischen Sättigungsverhältnisse erlauben, ohne dabei den konstruktiven Vorzug der großen radialen Blechhöhe des Statorjoches zu verlieren, schneidet man gemäß einer Erfindung von V. Mackú und J. Šmidt in Tischnowitz (Mähren) die einzelnen Scheiben nicht rund aus quadratischen Blechtafeln von der Seitenlänge *a*, *b* (Fig. 2), sondern aus viel kleineren von der Seitenlänge *a'*, *b'*, wobei an den Stellen *x* eine aus mechanischen und konstruktiven Gründen zulässige Blechbreite übrig bleibt. Es werden demnach nur die Ecken kurz und rund abgeschnitten. Die Dimensionen dieser neuen Tafeln sind um zirka 25% kleiner, was einer zirka 45%igen Ersparnis an Rohmaterial gleichkommt. Die Blechscheiben werden so zusammengesetzt, daß dieselben um ein Ein- oder Mehrfaches der Nutenteilung gegeneinander versetzt werden, wie zum Beispiel *a'*, *b'* gegen *a''*, *b''*. Der sich ergebende kleinste Querschnitt ist zirka der halbe desjenigen, der sich bei außen ganz rund geschnittenen Blechen ergibt und ist in fast allen Fällen für den Durchgang der Kraftlinien genügend. *l* sind Kühlkanäle, die durch die Versetzung der Bleche entstehen. (Ö. P. Nr. 61.750.)

Digitized by Google

Kühlung.

Es ist bekannt, daß sich das Öl in Berührung mit Luft über einer bestimmten Temperatur zersetzt, seine isolierenden Eigenschaften verliert, dickflüssig wird und nicht in ausreichendem Maße zirkulieren kann, um die Kühlung des Transformators zu sichern. Gemäß einer Erfindung der Société Alsacienne de Constructions Mécaniques in Belfort (Frankreich) wird zur Vermeidung dieses Übelstandes zwischen dem Ölspiel und der Decke des luftdicht geschlossenen Transformatorkastens eine Gasschicht, zum Beispiel Kohlensäure, angeordnet. Das Öl kommt daher nie mit Luft in Berührung und wenn sich das Öl infolge Temperaturerhöhung ausdehnt, dann komprimiert es das Gas, aber der Druck, der dadurch auf den Behälter ausgeübt wird, ist bedeutend geringer als in dem Falle, als der Behälter ganz mit Öl gefüllt ist. Um aber den Behälter gegen jeden noch so hohen Druck zu schützen, wird er mit einem Sicherheitsventil versehen, das bei Überschreitung einer gewissen Druckgrenze das Innere des Gefäßes mit der äußeren Luft in Verbindung setzt. (Fr. P. Nr. 456.805.)

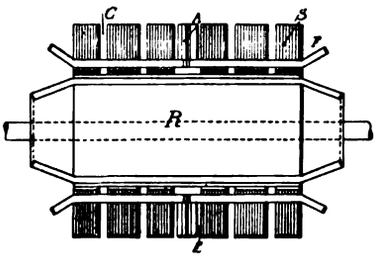


Fig. 3.

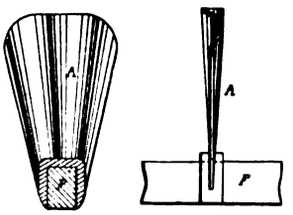
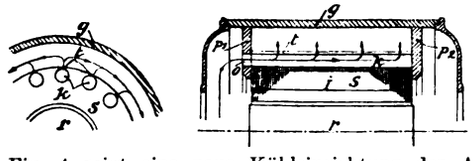


Fig. 3 *a*.

Die Société Alsacienne de Constructions Mécaniques in Belfort (Frankreich) kühlt Dynamomaschinen großer Länge in nachstehender Weise. Der Stator *S* (Fig. 3) erhält Lüftungsschlitze *C*, von denen einer (*E*) etwas breiter als die anderen ist. In diesem Lüftungsschlitz sind gewellte Metallflügel *A* (Fig. 3 *a*) aus gut wärmeleitendem Metall angeordnet, die auf den Wicklungen befestigt sind und besonders zur Kühlung dieser Wicklungen dienen. Eine gleiche Kühleinrichtung kann auch der Rotor tragen. (Fr. P. Nr. 451.683.)

Fig. 4.



Die Fig. 4 zeigt eine neue Kühleinrichtung der Akt.-Ges. Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz). *s* ist das Statoreisen, *g* das Statorgehäuse und *r* der Rotor. Die Kühlluft tritt durch die Öffnungen *o* in die Längskanäle *k*, verläßt diese Kanäle nach und nach durch die Radialkanäle *i* und kühlt auch die äußere Umfläche des Statoreisens. Infolge dieser Anordnung nimmt die Luftmenge und damit auch ihre Geschwindigkeit im Innern der Längskanäle nach und nach ab; dadurch nimmt auch der Strömungswiderstand, der eine Funktion der Geschwindigkeit ist, nach und nach ab. (Fr. P. Nr. 454.699.)

Ein großer Teil der auf der Kollektoroberfläche erzeugten Wärme entsteht durch die Reibung der Bürsten und durch die $J^2 R$-Verluste in denselben. Diese Wärme erhöht die Temperatur der Bürstenhalter und der Kollektoroberfläche. Eine Erfindung der General Electric Company in New York bezweckt, die erzeugte Wärme abzuführen, so daß sie nicht von der Kollektoroberfläche aufgenommen werden kann. In Fig. 5 sind 1 Dynamobürsten, die von einer Kühlkammer 2 umgeben sind. 4 ist die Zulauföffnung und 5 die Auslaßöffnung für eine Kühlflüssigkeit. 11 sind die Bürstentragbüchsen. Die Zu- und Ablaufröhren 14, 15 dienen als Sammelringe für den Strom von Kammern der gleichen Polarität. Die Figur zeigt zwei in Serie verbundene Kammern 2.

(U. S. P. Nr. 1,066.175.)

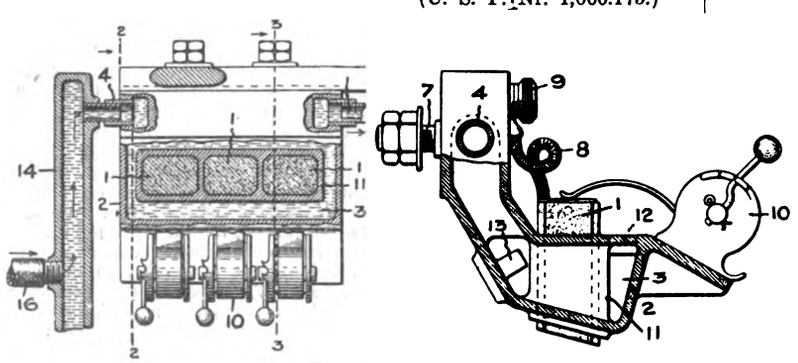


Fig. 5.

Eine Erfindung der Siemens Brothers Dynamo Works Limited in London betrifft die Ausgestaltung einer Maschine, bei welcher Kühlluft von einem Ende der Maschine zum anderen Ende durch axiale Ventilationskanäle strömt. In Fig. 6 ist 1 das Statorgehäuse, 2 der Statorkern, 4 der Rotor; 6 sind die Kühlkanäle des Stators und 7 diejenigen des Rotors. Die Kühlluft wird mittels des Rotorventilators 8 durch die Kanäle 6 getrieben und mittels des Ventilators 9 durch die Kanäle 7. Um nun in den Raum *B* kühlere Luft zu bringen, sind in einigen Statorkühlkanälen wärmeisolierte Rohre 10

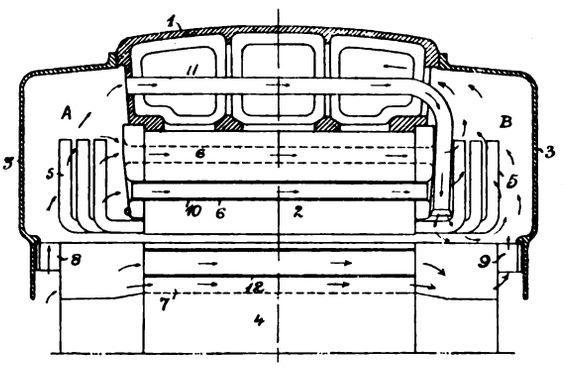


Fig. 6.

angeordnet. Ähnliche Rohre 11, 12 sind im Statorgehäuse bezw. im Rotor vorgesehen. Die gesamte im Raum *B* gesammelte Luft strömt durch das Statorgehäuse ins Freie. Bei der beschriebenen Kühleinrichtung werden die Wicklungen sowohl am Eintrittsende der Kühlluft als auch am Austrittsende ausreichend gekühlt. (Br. P. Nr. 3224, A. D. 1913.)

Von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin rührt eine Kühleinrichtung für elektrische Maschinen mit axialen Luftzuführungskanälen und mit diesen durch radiale Lüftungsschlitze verbundenen durchgehenden axialen Kühlkanälen her. Die Wicklung *a* (Fig. 7) ist durch in schwalbenschwanzförmige Nuten

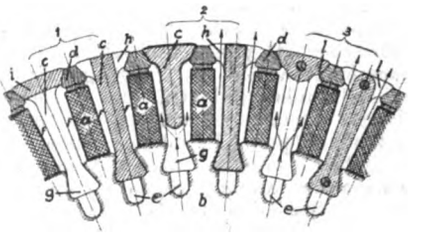


Fig. 7.

des wirksamen Eisens *b* eingesetzte Spulenhalter *c* und zwischen diese eingepreßte Keile *d* auf dem Läuferkörper befestigt. Die in einer Nut aneinandergereihten Wicklungshalter bilden einen Zahn. Unter den Zähnen sind besondere Luftzuführungskanäle *e* angeordnet. An der Wicklung *a* entlang führen axiale Kühlkanäle *f*, in welche die von den Luftzuführungskanälen herkommende Kühlluft eingeleitet und, nachdem sie ein Stück axial geströmt ist, radial in den Luftspalt zwischen Läufer und Ständer abgeleitet wird. Die Ein- und Ausströmungsöffnungen werden der vorliegenden Erfindung gemäß dadurch gebildet, daß bei den Wicklungshaltern *c* an Stellen *g* des Zahnfußes und Stellen *h* des Zahnkopfes Material weggelassen oder fortgenommen wird. Diese Wicklungshalter werden dann derart aneinander gereiht, daß die zu einem axialen Kühlkanal gehörigen Einströmungs- und Ausströmungsöffnungen axial gegeneinander versetzt sind, so daß die vom Zuführungskanal durch die Einströmungsöffnungen *g* in die Kühlkanäle *f* eintretende Kühlluft gezwungen wird, zunächst ein Stück axial an der Wicklung *a* entlang zu fließen, bevor sie durch die Ausströmungsöffnungen *h* in den Luftspalt zwischen Läufer und Ständer gelangt.

(D. R. P. Nr. 264.277.)

Feldmagnete.

Bei Gleichstrommschinen ist es oft nötig, das Feld zwischen engen Grenzen zu ändern. Die Stabilität des Betriebes erfordert dann, daß der magnetische Feldstromkreis wenigstens einen Teil enthält, der schon bei schwachem Felde gesättigt ist. Gemäß einer Erfindung der Compagnie Française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston in Frankreich wird ein Teil des Magnetfeldes in zwei Zweige geteilt. Der eine erhält einen kleinen

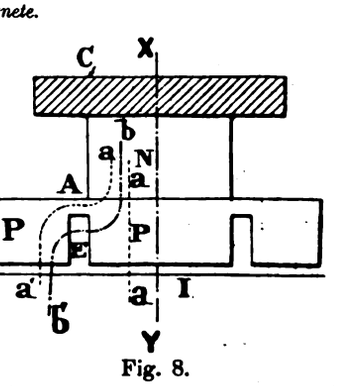


Fig. 8.

Luftspalt, und ist schon beim kleinsten Feld gesättigt, wenn die Maschine als Lichtgenerator für konstante Spannung und variable Geschwindigkeit eines Automobils verwendet wird, während der andere Zweig einen viel größeren Luftspalt erhält und das Ergänzungsfeld führt, das notwendig ist, wenn die Dynamo als Anlaßmotor für den Benzinmotor dient. Der Pol *N* (Fig. 8) trägt ein Polstück *P*, das durch Einschnitte *E* in drei Teile zerfällt. Die Feldkraftlinien gehen bei

Digitized by Google

schwachem Felde längs $a\,a'$ in den Rotor I über und magnetisieren auch den Teil A des Polstückes. Wenn das Feld wächst, dann ist es gezwungen, mehr oder weniger den großen Ergänzungsluftspalt E zu übersetzen nach der Linie $b\,b'$. Die Maschine arbeitet also als nicht gesättigte Maschine mit kleinem Luftspalt während des Ganges als Generator mit schwachem Felde und als gesättigte Maschine mit großem Luftspalt, wenn sie mit starkem Felde als Motor arbeitet. (Fr. P. Nr. 452.764.)

Zur Verminderung des Heulens bei Gleichstrom-Dynamomaschinen mit ausgeprägten Polen, deren Polkanten seitlich ausgeschweift sind, ordnet die Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Berlin nur wenige Dämpferstäbe s_1—s_4 (Fig. 9) in den Polspitzenausschweifungen an und verbindet diese Dämpferstäbe durch einen Bügel l leitend miteinander. Die Pole sind lamelliert. Die Ursache des Heulens liegt in periodischen Schwankungen des Kraftfeldes.

(D. R. P. Nr. 264.276.)

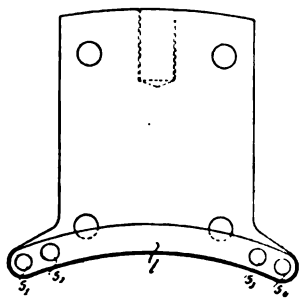


Fig. 9.

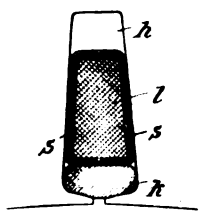


Fig. 10.

Wicklungen.

Um die Leiter sicher in den Nuten des aktiven Eisens zu halten, ordnet die Compagnie Générale d'Electricité de Creil in Frankreich die Seitenwände s (Fig. 10) der Nuten konvergierend an. Die isolierten Leiter l können leicht in die weiteren Teile der Nuten eingeführt und hierauf mittels eines Keiles k in die engeren Nutenteile gepreßt werden. Der freie Raum h dient zum Eintreiben eines Keiles, um die Wicklung l wieder frei zu machen; im Betriebe kann der Raum h zur Führung von Kühlluft dienen. (Fr. P. Nr. 455.678.)

Den Gegenstand einer Erfindung der British Thomson-Houston Company Limited in London bildet eine Einrichtung zur Sicherung der Lage der Ankerendwindungen und Kommutatorverbindungen von Gleichstrommaschinen, infolge welcher die Maschine mit hoher Geschwindigkeit laufen kann, ohne die gleichmäßige Gewichtsverteilung zu verlieren. Ferner schützt die neue Einrichtung die Maschine vor einer Verringerung des Isolationswiderstandes infolge von Feuchtigkeit. Der Ankerkopf a (Fig. 11) ist mit ebensovielen Zähnen b

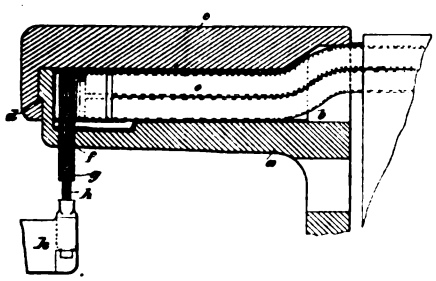


Fig. 11.

wie der Ankerkörper versehen. c ist eine Abdeckung. Die Ankerwindungen e werden durch Zentrifugalkraft gegen die Innenseite von c gepreßt. Die Kollektorverbindungen h gehen durch Isolationsröhren g, die durch Löcher f des Kopfes gesteckt sind.

(Br. P. Nr. 21.762, A. D. 1912.)

Gegenstand einer Erfindung von B. G. Lamme in Pittsburgh bildet eine Mehrfachankerwicklung für schnellaufende Gleichstrommaschinen und Einphasen-Wechselstrommaschinen, bei der Mittel

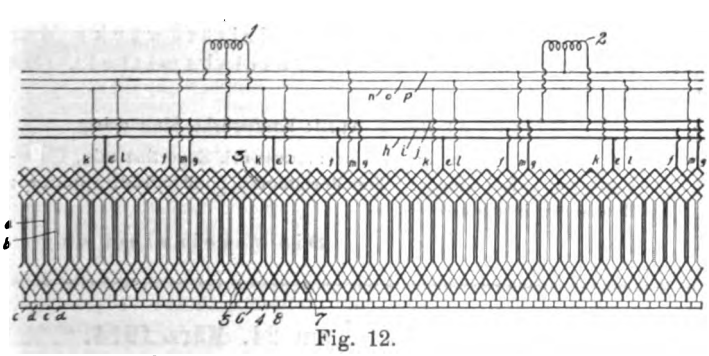


Fig. 12.

vorgesehen sind, um zwischen je zwei benachbarten Kollektorlamellen einen vorbestimmten, kleinen Spannungsunterschied aufrecht zu erhalten. Die beiden Ankerwicklungen a (stark gezeichnet) und b (Fig. 12) sind mit abwechselnden Kollektorlamellen c und d verbunden. Eine Mehrzahl äquipotentieller Punkte e, f, g sind mit den Leitungen h, i, j verbunden und die äquipotentiellen Punkte k, l, m mit den Leitungen n, o, p. Die Spannungen zwischen je zwei benachbarten Lamellen c, d sind untereinander gleich. Zur Aufrechterhaltung dieser Spannungen dienen die Transformatoren 1 und 2. Die Enden des Transformators 1 sind mit den Leitungen n, o verbunden und sein Mittelpunkt mit der Leitung h. Der Transformator 2 ist ähnlich mit den Leitungen i, j und p verbunden. Der Mittelpunkt des Transformators 1 ist durch den Leiter h und eine Seite der Spule 3 der Wicklung a mit der Lamelle 4 der Gruppe c verbunden. Ein Ende des Transformators ist über den Leiter n und eine Seite der Spule 5 der Wicklung b an die Lamelle 6 gelegt und das andere Ende des Transformators über Leiter 0 und eine Seite der Spule 7 an die Lamelle 8. Die Lamellen 6, 4, 8 folgen unmittelbar aufeinander. Da jede Lamelle 6 und 8 von ihrem Verbindungspunkt mit dem Transformator um eine halbe Windung getrennt ist, wird das Spannungsverhältnis zwischen den zwei Transformatorhälften übereinstimmen mit dem Spannungsverhältnis zwischen den Stäben 6, 4 und 8, 4.

(U. S. P. Nr. 1,070.492.)

Bürsten.

Die Fig. 13 zeigt eine neue Verbindungsart eines Leiters mit einer Kohlenbürste der Compagnie Frangaise de Charbons pour l'Electricité in Frankreich. Das Kabel a ist an seinem Ende zerfasert, so daß es innerhalb der Bohrung c der Kohle d ein Polster bildet. Die Festpressung des Kabels in der Bohrung erfolgt durch den doppelten Keil e, f, dessen Teil e in den Teil f hineingetrieben wird.

(Fr. P. Nr. 455.210.)

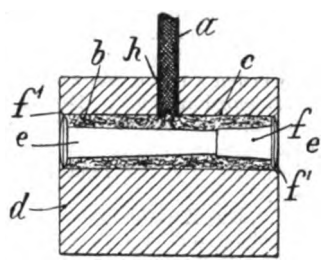


Fig. 13.

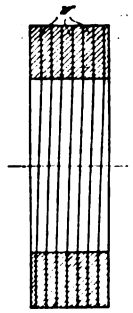


Fig. 14.

Schleifringe.

Die Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Berlin stellen die Schleifringe für elektrische Maschinen hoher Drehzahl aus Hochkantmetall her, das durch Ziehen oder Walzen eine bedeutend höhere Zugfestigkeit erlangt hat, als das Rohmaterial in Gußstücken je erreichen kann. Das Hochkantmetall wird, wie Fig. 14 zeigt, zu diesem Zwecke in Windungen W fortlaufend aufgewickelt, die durch bekannte Verbindungsarten starr miteinander verbunden werden. Die freien Enden der Spiralen können durch besondere Organe gegen die Wirkungen der Fliehkräfte geschützt werden.

(D. R. P. Nr. 267.830).

Wendepole.

Eine Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Berlin bezweckt, die Kommutation von Dynamomaschinen zu verbessern. Bei solchen Maschinen werden in den Kommutationspolen Fluxpulsationen erzeugt, und zwar durch das Vorbeirotieren der Ankerzähne. Dadurch entstehen, besonders wenn der Luftspalt klein ist, in den Kommutationsspulen Ströme von hoher Periodenzahl, die ein Funken an den Bürsten erzeugen können. Gemäß der

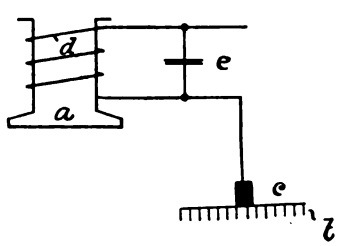


Fig. 15.

Erfindung werden die Feldpulsationen durch eine Einrichtung gemäß Fig. 15 verringert. a ist ein Kommutationspol, b der Kommutator, c eine Bürste, d die Kommutationspolwicklung und e ein Kondensator, der parallel zur Polwicklung liegt. Die günstigste Wirkung wird erzielt, wenn der Dämpfungsstromkreis so eingestellt ist, daß seine natürliche Zeitkonstante dieselbe ist wie die Zeitkonstante der höheren Harmonischen die man unterdrücken will. (Br. P. Nr. 14.390, A. D. 1913.)

(Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

Briefe an die Redaktion.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Zur magnetischen Untersuchung von Eisenblechen.

Die Arbeit des Herrn Ing. F. Goltze und die daran anschließende Diskussion zwischen dem Verfasser dieser Arbeit und Herrn Prof. K. Zickler in Heft 49, 1913 dieser Zeitschrift lassen Raum für eine Unklarheit bezüglich der neuen Meßeinrichtung der Siemens & Halske A.-G. für Blechprüfung nach der Differential- oder Nullmethode.

Von der Siemens & Halske A.-G. sind seinerzeit zwei verschiedene Meßeinrichtungen nach obiger Methode ausgearbeitet worden (vergl. v. Lonkhuyzen, E. T. Z. 1911, Heft 45 und 1912, Heft 21) und zwar eine für Teilbündel der Epsteinschen Probe und eine zweite für die vollständige Epsteinsche Probe von 10 *kg* Gewicht. Erstere dient nur für Magnetisierbarkeitsmessungen und ist in erster Linie für Homogenitätsprüfungen und Unterrichtszwecke gedacht, während die zweite die Magnetisierbarkeits- und Verlustmessungen, entsprechend den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, auszuführen gestattet.

Die Meßanordnung für Teilbündel ist nun von Herrn Prof. Zickler für die Messung der Maximalpermeabilität und des spezifischen Widerstandes zur Berechnung der Wattverluste im Eisen verwendet worden und zwar deshalb, weil sie die „einfachste, bequemste und billigste Meßeinrichtung" darstellt. Selbstverständlich hätten die Untersuchungen des Herrn Prof. Zickler ebenso auch mit einer anderen Einrichtung zur Messung der Maximalpermeabilität angestellt werden können, ohne daß dadurch an den Resultaten etwas geändert worden wäre. Die Einwände des Herrn Goltze können sich daher nur gegen die Bestimmung der Verluste mit Hilfe der Maximalpermeabilität richten, nicht aber gegen eine bestimmte Methode, die zur Bestimmung der Maximalpermeabilität selbst dient.

Ohne auf die Genauigkeit des Zicklerschen Verfahrens selbst einzugehen, sei hervorgehoben, daß sie in keiner Weise mit der Genauigkeit der bekannten Meßeinrichtungen für Blechprüfung nach der Differentialmethode zusammenhängt, sondern daß sie die gleiche ist, wenn die Untersuchung beispielsweise an ringförmigen Proben ausgeführt wird, wie dies die Messungen des Herrn Goltze beweisen.

Die Meßeinrichtungen von Siemens & Halske zur Bestimmung der Magnetisierbarkeit und der Verlustziffer des Bleches, entsprechend den deutschen Verbandsvorschriften, sind in mehr als zwanzig Hüttenwerken und Großbetrieben ständig im Gebrauch und haben sich sowohl hinsichtlich der Genauigkeit wie der Bequemlichkeit der Messungen gut bewährt.

J. F. v. Lonkhuyzen.

Erwiderung.

Die Erwiderung des Herrn Prof. Zickler (Heft 49, Seite 1054) und der obige Brief geben mir Gelegenheit zu folgenden Bemerkungen:

In meiner Arbeit (Heft 49, Seite 1037) war es mein Bestreben, darzulegen, daß die Methode des Herrn Prof. Zickler für die Materialprüfung nicht geeignet ist, da sie der jetzt angewendeten wattmetrischen Methode weder gleichwertig noch überlegen ist. Dadurch wird der wissenschaftliche Wert der Arbeit des Herrn Prof. Zickler nicht beeinträchtigt.

Die Ermittlung der Maximalpermeabilität durch die Differentialmethode mit Teilbündeln halte ich auch jetzt noch, aus den bereits in meiner Arbeit erwähnten Gründen, für nicht zweckmäßig. Nach den Resultaten des Herrn Prof. Zickler ist doch eine merkliche Abhängigkeit der gemessenen Permeabilität von der Permeabilität der Normalproben vorhanden (mit Normalprobe *B* werden in jedem Falle kleinere Werte für μ gefunden. Heft 36, Seite 762). Dann ist aber auch die Eichung der Normalproben mit Schwierigkeiten verknüpft. Herr Professor Zickler schlägt vor, die absolute Kurve an Ringproben, die aus den gleichen Tafeln wie die Streifen geschnitten werden, ballistisch zu ermitteln (Heft 36, Seite 760). Die an der Ringprobe gefundenen Werte können nicht für die Streifen gültig sein, da die Permeabilität des Materials wesentlich von der Walzrichtung, in der die Streifen geschnitten wurden, beeinflußt wird.

Bei der Differentialmethode mit vollständigen 10 *kg* schweren Probebündeln liegen die Verhältnisse insofern günstiger, weil es hier möglich ist, mit der Gumlich-Rogowski-Methode*), welche von der Phys.-Techn. Reichsanstalt in Berlin ausschließlich verwendet wird, die Proben genau zu eichen.

Vielleicht wird es auch bald möglich sein, derartige Teilbündel usw. mit dem magnetischen Spannungsmesser zu eichen, doch liegen hierüber noch keine Erfahrungen vor.

F. Goltze.

*) Die Apparate für diese Methode werden von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin, Brunnenstraße, angefertigt.

Über die Vorausberechnung der Eisenverluste bei Transformatoren und Maschinen.

Zu der auf Seite 154 dieser Zeitschrift abgedruckten Erwiderung des Herrn J. Fischer-Hinnen habe ich zu bemerken, daß die von mir benutzte Konstante k_2 im mathematischen Sinne keine Funktion der Blechdicke ist, weil die Abhängigkeit des in ihr enthaltenen spezifischen Widerstandes von der Blechdicke nur eine indirekte ist und nur dann in Betracht käme, wenn es sich darum handeln würde, die gleiche Verlustziffer bei verschiedener Blechdicke zu erzielen. Dieser Fall liegt aber meine Ableitung nicht zugrunde, da es sich nur darum handelte, diejenige Blechdicke zu bestimmen, welche bei gegebener Kraftlinienzahl und Frequenz den kleinsten Verlust ergibt.

Preßburg, 18. Februar 1914.

A. Müller.

Erwiderung.

Nach den obigen Erklärungen scheint mir eine weitere Diskussion über diesen Gegenstand des nötigen Interesses zu entbehren. Was der berechnende Ingenieur mit einer Formel anfangen soll, welche ihm angeblich die günstigste Blechdicke liefert, dabei aber einen Faktor enthält, der selbst wieder eine Funktion der Blechdicke ist, verstehe ich einfach nicht.

Für mich kommen als Praktiker nur zwei Fragen in Betracht:

1. Welche Blechsorte kostet, gleichen Gesamtverlust vorausgesetzt, am wenigsten und

2. Wie groß ist der Unterschied der Verluste bei gleichem Gesamtpreis des Eisenkörpers?

Wie diese Fragen unter Berücksichtigung der Blechdicke zu beantworten sind, glaube ich hinreichend dargelegt zu haben und verweise ich diesbezüglich auf den Aufsatz selbst.

Oerlikon, 4. März 1914. *Fischer-Hinnen.*

Vereins-Nachrichten.

Vereinsversammlungen.

Die Vereinsversammlungen werden, wenn nicht anders angegeben, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 11, I. Stock, abgehalten und wurden hiefür für die Vortragsaison 1913/14 folgende Tage festgesetzt: 1. und 8. April 1914.

Vortrag.

Mittwoch den 1. April und Mittwoch den 8. April, 7 Uhr abends: Vortrag des Herrn Direktor Hubert Sauer über: „Die städtischen Elektrizitätswerke der Gemeinde Wien und deren Betriebsmittel". (Mit Lichtbildern.)

Mittwoch den 1. April: Kraftwerke Simmering.

Mittwoch den 8. April: Kraftwerk Engerthstraße, Unterstationen, Kabelnetze, Transformatoren, Stromzählapparate; finanzielle Ergebnisse.

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 24. März 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Zusätzliche Kommutierungsverluste bei Gleichstrommaschinen. Von Dr.-Ing. Ludwig Dreyfus, Berlin-Niederschönhausen 281
Ein Entwurf eines Elektrizitätsgesetzes für Mähren. Von Prof. Dr. Arnold Krasny 286
George Westinghouse 289
Die Hohenfurther Lokalbahn 290
Rundschau:
Elektrizitätswerke, Anlagen 293
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 293
Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger . . 293
Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 293
Dynamomaschinen, Transformatoren 294
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 294
Stromverteilung 295
Leitungen 295
Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen 295
Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 296
Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie 296
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 296
Chronik 297
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Elektromaschinenbau 298
Vereinsnachrichten 300
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *181—192*

Zusätzliche Kommutierungsverluste bei Gleichstrommaschinen.

Von Dr.-Ing. **Ludwig Dreyfus**, Berlin-Niederschönhausen.

Inhaltsübersicht:

1. Einleitung.
2. Stromunterbrechung und Kommutierung bei nur einem Stab pro Nut.
3. Kommutierung bei beliebig vielen Stablagen pro Nut.
4. Diskussion der abgeleiteten Gesetze.
5. Schlußbemerkungen.

1. Einleitung.

Die Theorie der zusätzlichen Kupferverluste von kommutatorlosen Wechselstrommaschinen ist durch die bahnbrechende Arbeit von Field*) sowie durch die Aufsätze von Emde**) und namentlich die eingehenden Untersuchungen von Rogowski***) in fast allen Punkten geklärt worden.

Hingegen liegen über die Berechnung derselben Verluste bei Gleich- und Wechselstromkommutatormaschinen sowie synchronen Einankerumformern ähnliche Untersuchungen meines Wissens noch nicht vor. Zwar herrscht prinzipiell völlige Klarheit darüber, daß beide Probleme einander innig verwandt sind, da ja der innere Stabstrom der Kommutatormaschine als ein Wechselstrom zusammengesetzter Kurvenform aufgefaßt werden kann; auch haben Bragstad und La Cour†) bereits ausgesprochen, daß man für jede (n-te) Harmonische dieses Stromes die Kupferverluste $(V_{cu})_n$ nach der Fieldschen Theorie gesondert zu berechnen und die so erhaltenen Summanden zu addieren habe, um die gesamten Kupferverluste eines Stabes zu erhalten. Aber sie haben nicht angegeben, wie diese Summation bequem zu vollziehen sei.

Nun liegt der Gedanke nahe, die zur Bestimmung der Kupferverluste bei Wechselstrommaschinen berechneten Kurven (bei Emde und Rogowski mit $\varphi(\xi)$ und $\psi(\xi)$ bezeichnet) in einzelne Abschnitte zu zerlegen und sie innerhalb der gewählten Intervalle von ξ durch einfache Näherungsformeln wiederzugeben.

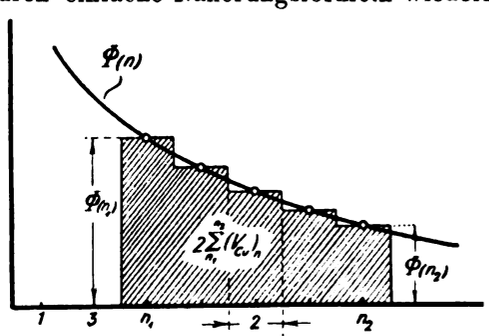


Fig. 1. Summierung der Kupferverluste der Oberwellen.

Da der Parameter ξ für die einzelnen Oberwellen des Stabstromes verschiedene Größe besitzt, so zerfällt damit auch die Summation der Verluste in verschiedene Teilsummen, für die man geschlossene Ausdrücke von der Form

$$\sum_{n_1}^{n_2} (V_{cu})_n = \sum_{n_1}^{n_2} \Phi(n)$$

erhält, wenn n die Ordnungszahl der höheren Harmonischen bezeichnet. Diese Summenausdrücke kann man

*) A. B. Field, „Eddy Currents in Large Slotwound Conductors". Am. Inst. of El. Ing. 1905, Seite 659.
**) F. Emde, „Stromverdrängung in Ankernuten", E. u. M. 1908, Seite 703.
***) W. Rogowski, „Zusätzliche Kupferverluste einer Wechselstrommaschine", Arch. f. El., 2. Band, 1913, 3. Heft. (Vergl. das Referat E. u. M. 1913, Seite 1006.)
†) Arnold, „Wechselstromtechnik", 1. Band, Seite 574.

Digitized by Google

dann ohne wesentlichen Fehler durch Flächenintegrale ersetzen, zum Beispiel bei einer Gleichstrommaschine mit nur ungeraden Oberwellen ($n = 1, 3, 5, \ldots$) durch das leicht auszuwertende Integral:

$$\sum_{1}^{n_2} (V_{cu})_n = \frac{1}{2} \int_{n_1 - 1}^{n_2 + 1} \Phi(n)\, dn.$$

(vergl. Fig. 1).

Entnimmt man die Verluste für die Grundwelle des Stabstromes den Kurven von Field oder Emde-Rogowski, so kommt man für die höheren Harmonischen stets mit der Bildung von zwei Summengliedern aus. Das Verfahren ist also nicht besonders kompliziert.

Dennoch scheint mir dieser Weg für den Fall der Gleichstrommaschine die Grundgesetze mehr zu verschleiern als zu enthüllen und ich möchte daher in diesem kurzen Aufsatz dem Leser eine grundsätzlich andere Berechnungsmethode mitteilen, die zwar nur für ein bestimmtes Intervall der Stabhöhen und Kommutierungsperiodenzahlen Gültigkeit besitzt, glücklicherweise aber gerade für das Intervall, welches für die Zwecke der Praxis einzig und allein in Frage kommt.

2. Stromunterbrechung und Kommutierung bei nur einem Stab pro Nut.

Ein besonders einfacher Spezialfall möge dazu dienen, den Leser mühelos mit dieser Rechnungsmethode vertraut zu machen.

Denken wir uns einen langen rechteckigen Stab von der Höhe h *cm* und der Breite b *cm* auf eine Länge von l *cm* im Grunde einer Ankernut eingebettet und mit einem Gleichstrom J beschickt. Im stationären Zustand ist die Stromdichte

$$\rho_0 = \frac{J}{b\,h} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

an jeder Stelle des Stabes dieselbe. Demgemäß bildet sich das bekannte trapezförmige Nutenfeld aus, welches von der untersten bis zur obersten Stabfaser geradlinig ansteigt und von da an mit der konstanten Feldstärke

$$H_0 = \frac{4\pi}{10} J \frac{1}{a} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2)$$

die Nutbreite a überbrückt (vergl. Fig. 2).

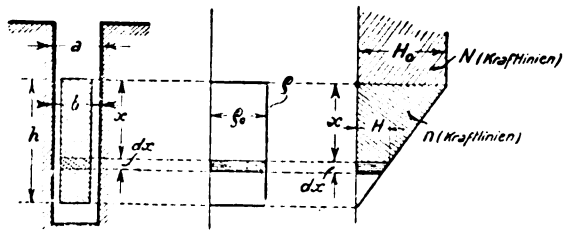


Fig. 2. Streufeld eines Nutenstabes bei gleichmäßiger Stromverteilung über den Stabquerschnitt.

Diese Strom- und Feldverteilung wollen wir dadurch stören, daß wir die Stromzufuhr ganz plötzlich unterbrechen. Das Stromvolumen der Nut sinkt also momentan auf Null und alle Kraftlinien N, welche vorher den ganzen Querschnitt des Stabes umschlangen, müssen ebenso schnell wie der Strom verschwinden. Dabei erzeugen sie eine Selbstinduktionsspannung, welche an der Unterbrechungsstelle gemessen werden kann, bringen jedoch keinerlei Wirbelströme in dem massiven Leiter hervor.

Anders verhält sich der Anteil (n) des Streuflusses, welcher den Stab selbst durchsetzt. Ihm kann ein plötzliches Erlöschen nicht aufgezwungen werden, denn jede Kraftlinienänderung erzeugt in dem massiven Stab sofort Wirbelströme, welche die frühere Feldverteilung aufrecht zu erhalten suchen. In dem Grenzfalle, in welchem der äußere Strom in unendlich kurzer Zeit unterbrochen wird, ist daher im ersten Augenblick die Verteilung des Nutenfeldes über die Stabhöhe h genau dieselbe, wie vor dem Ausschaltvorgang, nur an der obersten Stabfaser ist das Feld momentan auf Null gefallen (vergl. Fig. 3).

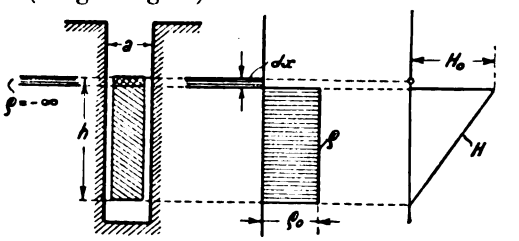


Fig. 3. Feld- und Stromverteilung im ersten Moment nach der Stromunterbrechung.

Es ist nicht schwer, zu diesem Anfangsbild der Feldverteilung das entsprechende Diagramm der Stromdichten zu zeichnen. Da der Feldanstieg über die Stabhöhe h unverändert geblieben ist, herrscht hier im ersten Augenblick nach der Stromunterbrechung noch die frühere konstante Stromdichte ρ_0. In der obersten Faser hingegen muß ein Gegenstrom von dem vollen Betrag des ursprünglichen Stabstromes fließen, um das gesamte Stromvolumen auf Null zu bringen. Das bedingt im Grenzfalle eine unendlich hohe Stromdichte, jedoch keinen besonderen Energieverlust, da für die oberste Faser während des ersten Zeitelementes die Gleichung

$$(J^2\, w\, dt)_{t=0} = J\, e\, dt = -J\, dn = J \,.\, H_0\, dx = 0$$

zu recht besteht (w = Widerstand einer Stabfaser).

Wir kennen somit die vollständigen Anfangsbedingungen des Ausgleichvorganges. Seine Endbedingungen sind durch das vollständige Erlöschen sämtlicher elektrischen und magnetischen Größen gegeben. Wie aber vermögen wir den Verlauf des elektromagnetischen Vorganges zwischen diesen Grenzen zu beschreiben?

Ich glaube an dieser Stelle von der ausführlichen Herleitung der Differentialgleichung absehen zu können. Wer sich hiefür interessiert, findet sie in den oben zitierten Arbeiten wie auch anderwärts. Denn die Differentialgesetze des in eine Nut eingebetteten massiven Leiters erscheinen stets in derselben Form, gleichviel ob man den Stab mit periodischem Wechselstrom beschickt, oder durch Abschalten des äußeren Stromkreises einen aperiodischen Vorgang einleitet.

In jedem Falle beschreibt die Verkettung des Feldes mit der erzeugenden Stromverteilung der einfache Ansatz:

$$\frac{\partial H}{\partial x} = -0{,}4\pi \frac{b}{a} \rho \quad \ldots\ldots \quad 3^*),$$

während das allgemeine Induktionsgesetz in der Form erscheint:

$$\frac{\partial \rho}{\partial x} = -\lambda \,.\, \frac{\partial H}{\partial t} 10^{-8} \quad \ldots\ldots \quad 4)$$

(λ = Leitfähigkeit eines Kupfereinheitswürfels von 1 cm^2 Querschnitt und 1 *cm* Länge).

*) Dabei ist die Permeabilität des Eisens der Nut gleich ∞ gesetzt und die Ausbauchung der Nutkraftlinien in dem nicht von dem Leiter erfüllten Teile des Nutraumes vernachlässigt.

Digitized by Google

Eliminiert man aus diesen Gleichungen die Stromdichte ρ, so erhält man die Endgleichung:

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} = \left(0{\cdot}4\,\pi\,\frac{b}{a}\,\lambda\,10^{-8}\right)\frac{\partial H}{\partial t}$$

oder mit Einführung einer Zeitkonstanten

$$T = \frac{0{\cdot}4}{\pi}\,.\,\lambda\,.\,\frac{b}{a}\,.\,h^2\,.\,10^{-8} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5^*)$$

$$\left(\frac{h}{\pi}\right)^2 \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} = T\,\frac{\partial H}{\partial t} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6).$$

Die Lösung dieser partiellen Differentialgleichung läßt sich in verschiedener Form darstellen. Unserem Beispiele eines aperiodischen Ausgleichsvorganges entspricht am besten der Ansatz

$$H = \Sigma\left(H_n\,e^{-n^2\frac{t}{T}}\,\sin\,n\,\frac{\pi}{h}\,(x - \varphi_n)\right).$$

In dieser Schreibweise erscheint die ursprüngliche dreieckförmige Feldverteilung aufgelöst in eine Summe von Sinuswellen, die mit der Zeit nach einer Exponentialfunktion abklingen, jedoch verschieden schnell, so daß das erlöschende Nutenfeld seine Form in jedem Augenblick ändert.

Über die Phasenverschiebung φ_n und (halbe) Wellenlänge $\frac{h}{n}$ der einzelnen Harmonischen geben uns die Grenzbedingungen sogleich Aufschluß: Während des ganzen Ausgleichvorganges, das heißt für beliebige Werte von t muß nämlich die Feldstärke an den Punkten $x = 0$ und $x = h$ dauernd den Wert Null besitzen und das ist nur möglich, wenn

1. für alle n: $\varphi_n = 0$,
2. $n = 1, 2, 3, 4$ usw., also eine ganze Zahl bedeutet.

Wir haben also die dreieckförmige Feldkurve zur Zeit $t = 0$ in eine gewöhnliche Fouriersche Reihe zu zerlegen und diese Vorschrift liefert für die Amplituden der einzelnen Wellen sofort das Gesetz:

$$H_n = \frac{2}{h}\int_0^h H\,\sin\,n\,\frac{\pi}{h}\,x\,dx = \frac{2}{\pi}\,.\,\frac{H_0}{n},$$

somit wird endgültig:

$$H = \frac{2}{\pi}\,H_0\,\sum_1^\infty\left(\frac{e^{-n^2\frac{t}{T}}}{n}\,\sin\,n\,\frac{\pi}{h}\,x\right) \quad . \quad . \quad . \quad 7)$$

und

$$\rho = 2\,\rho_0\,\sum_1^\infty\left(e^{-n^2\frac{t}{T}}\,\cos\,n\,\frac{\pi}{h}\,x\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8).$$

Die Aussagen dieser Gleichungen wollen wir nun etwas näher ins Auge fassen und mit der Diskussion der Feldgleichung 7) beginnen.

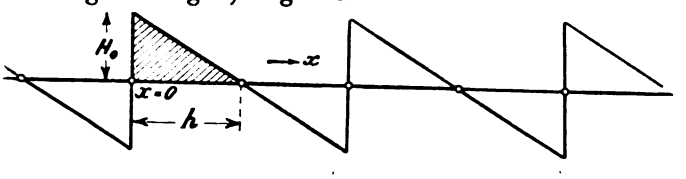


Fig. 4. Charakter der Funktion $F(x) = \frac{2}{\pi}\,.\,H_0\,\sum_1^\infty\frac{\sin\,n\,\frac{\pi}{h}\,x}{n}$

Zur Zeit $t = 0$ beschreibt die Gleichung den in Fig. 4 abgebildeten sägezahnförmigen Linienzug, der in dem Intervall von $x = 0$ bis $x = h$ tatsächlich die dreieckförmige Verteilung des Nutenfeldes wiedergibt. Die Fouriersche Reihe ist zunächst nicht eben sehr gut konvergent, da die Amplitude der n-ten Harmonischen $\frac{1}{n}$ der Grundwelle beträgt. Sie konvergiert jedoch im Verlaufe der Zeit immer besser und besser, da die höheren Harmonischen proportional dem Quadrate ihrer Ordnungszahl stärker gedämpft sind als die Grundwelle, so daß schon nach einiger Zeit die Feldverteilung so gut wie ausschließlich durch die erste Harmonische bestimmt wird (vergl. Fig. 5).

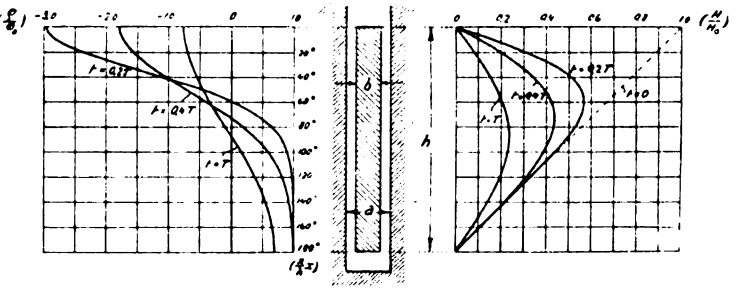


Fig. 5. Feld- und Stromverteilung nach erfolgter Stromunterbrechung.

Am wichtigsten für den Verlauf des ganzen Vorganges ist daher das Abklingen der Grundwelle, das nach der Exponentialfunktion $e^{-\frac{t}{T}}$ erfolgt. Ihre Amplitude beträgt:

Nach T Sek.: 36·8%,
„ $2\,T$ „ 13·5%,
„ $3\,T$ „ 5·0%,
„ $4\,T$ „ nur noch 1·8%

der ursprünglichen Höhe, das heißt nach etwa $4\,T$ Sekunden hat sich der Ausgleichvorgang praktisch vollkommen abgewickelt.

Diese Folgerung ist außerordentlich wichtig, sie gibt uns nämlich das Recht, nach etwa $4\,T$ Sekunden den Stab als stromlos zu betrachten und einem beliebigen anderen Schaltvorgang — zum Beispiel dem plötzlichen Wiedereinschalten — zu unterwerfen. Mit anderen Worten: Wenn wir an dem in die Nut gebetteten Stab einen periodischen Ausschaltungsvorgang — zum Beispiel nach Fig. 6 — vollziehen, dessen Periode $\geqq 8\,T$ ist, so dürfen wir die soeben für eine ausgesprochen aperiodische Erscheinung gewonnenen Ergebnisse ohne weiteres auf diesen periodischen Vorgang übertragen, einen Vorgang, der mit dem Verlauf des Stabstromes einer Gleichstrommaschine die größte Ähnlichkeit besitzt.

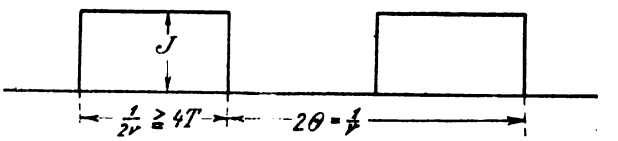


Fig. 6. Periodischer Ein- und Ausschaltvorgang.

Allerdings ist noch zu prüfen, innerhalb welchen Intervalles der Leiterhöhe und Periodenzahl ν des Stabstromes der Bedingung

$$\frac{1}{\nu} \geqq 8\,T$$

genüge geleistet wird. Zu diesem Zwecke drücken wir die Zeitkonstante T durch die Gleichung 5) und erhalten:

$$\frac{1}{\nu} \geqq \frac{3{\cdot}2}{\pi}\,\lambda\,\frac{b}{a}\,h^2\,.\,10^{-8}$$

*) Bei der Berechnung der zusätzlichen Kupferverluste der kommutatorlosen Wechselstrommaschine spielt die reduzierte Stabhöhe

$$\xi = \alpha h = 2\,\pi\,h\,\sqrt{\nu\,.\,\frac{b}{a}\,.\,\lambda\,10^{-9}} \ldots (\nu = \text{Periodenzahl})$$

eine wichtige Rolle. Sie ist mit der Zeitkonstanten T verknüpft durch die Gleichung

$$\xi^2 = \pi^3\,T\,\nu \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5a).$$

Digitized by Google

oder, da infolge der Isolationsverluste in der Regel

$$\frac{b}{a} \leqq 0{\cdot}6$$

und bei Dauerbetrieb

$$\lambda \leqq 50 \,.\, 10^4$$

zu setzen ist:

$$\nu h^2 \leqq 330 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 9).$$

Dies ist die gesuchte Bedingungsgleichung und nachdem bei Gleichstrommaschinen nur außerordentlich selten $\nu > 50 \sim$ gewählt wird, so umfaßt der Gültigkeitsbereich unserer Ableitungen alle Stabhöhen bis zu

$$h = \text{zirka } 2{\cdot}5 \text{ } cm,$$

das heißt so gut wie alle praktisch vorkommenden Fälle.

* * *

In Anbetracht der ausführlichen Behandlung der Feldschwingung bleibt uns bezüglich des Erlöschens der Wirbelströme nur wenig nachzutragen. Die durch Gleichung 8) beschriebene Fouriersche Reihe ist im Augenblick $t = 0$ nicht konvergent, da alle Harmonischen gleiche Größe besitzen. Das kann auch nicht Wunder nehmen, wenn man sich überlegt, daß für die Stromdichte in der obersten Faser in diesem Zeitpunkt der Wert ∞ erhalten werden muß. Im übrigen wird auch diese Reihe gemäß der stärkeren Dämpfung der höheren Harmonischen sehr schnell konvergent und schon nach T-Sekunden können die Oberwellen gegenüber der Grundwelle unbedenklich vernachlässigt werden.

Wir wollen nunmehr die Verlustenergie der Wirbelströme berechnen, welche der betrachtete Ausgleichsvorgang zwischen den Grenzen $t = 0$ und $t = \infty$ in dem im Eisen eingebetteten Teil des Stabes auslöst. Jedes Stabelement von dem Volumen $b\,l\,dx$ liefert dazu einen Beitrag:

$$dA_v = \int_0^\infty i^2 w \, \partial t,$$

wenn i den Strom und w den Widerstand des Elementes bezeichnet. Nun ist

$$i = \rho b \, dx$$

$$w = \frac{l}{b\lambda} \cdot \frac{1}{dx},$$

somit wird

$$dA_v = \frac{b\,l}{\lambda} \int_{t=0}^{t=\infty} \rho^2 \, \partial x \, \partial t$$

und die gesamte Verlustenergie:

$$Av = \frac{b\,l}{\lambda} \int_{t=0}^{t=\infty} \partial t \int_{x=0}^{x=h} \rho^2 \, \partial x \quad \ldots\ldots \quad 10).$$

Es empfiehlt sich, zuerst das Quadrat der Stromdichte über die Höhe h zu integrieren. Das liefert die momentanen Kupferverluste

$$\frac{dA_v}{dt} = V_{cu} = \frac{b\,l}{\lambda} \int_0^h \rho^2 \, \partial x$$

$$= 4\,\rho_0^2 \cdot \frac{b\,l}{\lambda} \int_0^h \left[\Sigma \left(e^{-n^2 \frac{t}{T}} \cos n \frac{\pi}{h} x \right) \right]^2 \partial x$$

$$= 4\,\rho_0^2 \cdot \frac{b\,l}{\lambda} \int_0^h \Sigma \left(e^{-2n^2 \frac{t}{T}} \cos^2 n \frac{\pi}{h} x \right) \partial x$$

$$= 2\,J^2 r \, \Sigma \, e^{-2n^2 \frac{t}{T}} \quad \ldots\ldots$$

($r = \frac{l}{b\,h\,\lambda}$ = Widerstand des ganzen Leiters auf die Länge l.)

Diesen Wert führen wir in Gleichung 10) ein und bilden weiter:

$$A_v = 2\,J^2 r \int_0^\infty \Sigma \, e^{-2n^2 \frac{t}{T}} \, dt$$

$$= J^2 r \, T \,.\, \Sigma \frac{1}{n^2}.$$

Beachtet man noch, daß

$$\Sigma_1^\infty \frac{1}{n^2} = 1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} + \frac{1}{16} + \ldots = \frac{\pi^2}{6},$$

so wird endgültig

$$A_v = J^2 r \,.\, \frac{\pi^2}{6} T = J^2 \frac{\pi}{15} \,.\, \frac{l\,h}{a} \,.\, 10^{-8} \text{ Watt Sek.} \quad .11).$$

Die Verlustenergie der Wirbelströme ist also bei gegebenem Strom J einfach proportional der Seitenfläche $h \,.\, l$ und umgekehrt proportional der Nutbreite a jedoch völlig unabhängig von der elektrischen Leitfähigkeit des Materials*).

Dieses auf den ersten Blick vielleicht etwas auffällige Resultat leuchtet sofort ein, sowie man sich die Frage vorlegt: aus welchem Energiereservoir werden denn die Wirbelstromverluste gedeckt? Darauf ist nur eine Antwort möglich. Es ist die Energie A_m des beim plötzlichen Unterbrechen des Stromes nicht vernichteten Nutenfeldes, die sich auf dem Umweg über die Wirbelströme in Wärme umsetzt. Wenn dies sich aber so verhält, und wir können daran nicht zweifeln, so muß die Berechnung der Feldenergie A_m genau dem eben für A_v ermittelten Ausdruck liefern und wir haben damit eine zweite Möglichkeit entdeckt, die Energie der Wirbelströme zu bestimmen.

Zunächst ist dieser Weg allerdings ein Umweg; denn wir müssen erst das Gesetz ableiten für die magnetische Energie eines Leiters, welcher die resultierende Stromdichte Null, im übrigen jedoch willkürliche Stromverteilung besitzt und in einem Nutenfelde beliebiger Stärke liegt. Dennoch wollen wir uns dieser Mühe unterziehen, da wir von der in Frage stehenden Formel später mit Vorteil Gebrauch machen werden.

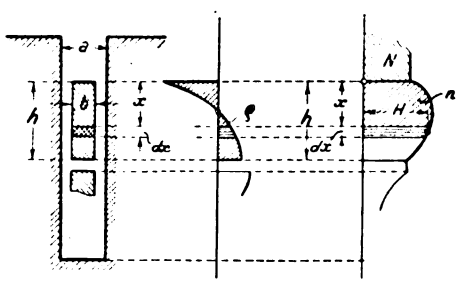


Fig. 7. Feld- und Stromverteilung eines Nutenstabes allgemeiner Lage.

Denken wir uns also mit dem in Fig. 7 dargestellten Nutenstab allgemeiner Lage ein Schaltmanöver ausgeführt, welches das ganze Nutenfeld allmählich zum Verschwinden bringen mag, und betrachten die Energieumsetzung in einem Stabelement $b\,d\,x$ mit dem Strom

$$i = \rho \,.\, b \,.\, d\,x.$$

---

*) a bezeichnet eigentlich die Länge des Kraftlinienweges, für welchen $\mu = 1$ zu setzen ist. Bei Eisenstäben wäre daher statt dessen einzuführen:

$$a' = a - b.$$

Digitized by Google

Mit diesem Stabelement sind nicht nur die Kraftlinien

$$n = \int_0^x H \, l \, dx \quad \ldots \ldots \ldots \quad 12)$$

verkettet, sondern auch sämtliche Kraftlinien N, welche die Nut oberhalb $x = 0$ durchsetzen. Es entsteht also beim Verschwinden des Nutenfeldes eine EMK

$$e = -\left(\frac{\partial n}{\partial t} + \frac{dN}{dt}\right) 10^{-8}$$

und dem entspricht die Vernichtung einer Energie

$$dA_m = -\int_0^\infty e\, i\, \partial t$$

$$= dx \, . \, b \, 10^{-8} \left[\int_{t=0}^{t=\infty} \rho \, \partial n + \int_{t=0}^{t=\infty} \rho \, dN \right].$$

Die Stromdichte ρ können wir gemäß Gleichung 3) ausdrücken

$$\rho = -\frac{1}{0{\cdot}4\,\pi \frac{b}{a}} \cdot \frac{\partial H}{\partial x}$$

oder da nach Gleichung 12)

$$H = \frac{1}{l} \cdot \frac{\partial n}{\partial x}$$

$$\rho = -\frac{a}{0{\cdot}4\,\pi\, b\, l} \cdot \frac{\partial^2 n}{\partial x^2};$$

somit wird

$$dA_m = dx \, . \, 10^{-8} \left[\frac{a}{0{\cdot}8\,\pi\, l} \int_{t=\infty}^{t=0} \partial \left(\frac{\partial n}{\partial x}\right)^2 + b \int_{t=0}^{t=\infty} \rho \, dN \right]$$

oder

$$dA_m = dx \, . \, 10^{-8} \left[\frac{a\, l}{0{\cdot}8\,\pi} (H^2)_{t=0} + b \int_{t=0}^{t=\infty} \rho \, dN \right] \ldots 13).$$

Jetzt ist es nicht mehr schwer, die Beiträge dA_m zur magnetischen Gesamtenergie über die ganze Stabhöhe zu summieren; beachtet man dabei, daß wegen $J = 0$:

$$\int_{t=0}^{t=\infty} dN \int_0^h \rho \, dx = 0,$$

so erhält man einfach

$$A_m = \frac{a\, l}{0{\cdot}8\,\pi} 10^{-8} \int_0^h (H^2)_{t=0} \, dx \quad \ldots \quad 14)$$

und damit haben wir die gesuchte Gesetzmäßigkeit auf eine Form gebracht, die an Geschlossenheit und Übersichtlichkeit nichts mehr zu wünschen übrig läßt. Für unseren Fall eines einzigen Stabes pro Nut lautet die Feldgleichung

$$(H)_{t=0} = H_0 \left(1 - \frac{x}{h}\right),$$

somit wird

$$A_m = H_0^2 \, . \, a\, h\, l \, . \, \frac{10^{-8}}{2{\cdot}4\,\pi} \quad \ldots \quad 15).$$

Führt man in diesen Ansatz noch den Wert von H_0 aus Gleichung 2) ein, so überzeugt man sich leicht, daß tatsächlich

$$A_m = A_v$$

erhalten wird, ein indirekter Beweis für die Richtigkeit unserer bisherigen Rechnungen und Überlegungen.

* * *

Nachdem wir nunmehr das Ausschalteproblem genugsam erörtert haben, müssen wir einer Frage näher treten, die sich der Leser gewiß schon selbst gestellt hat. Was für Schlüsse lassen sich aus der Theorie des Ausschaltevorganges auf das Problem der Stromkommutierung ziehen?

Offenbar ist — was den zeitlichen Verlauf des Ausschaltevorganges anlangt — die Kommutierung des in die Nut eingebetteten Stromvolumens von $+J$ auf $-J$ gleichwertig dem Ausschalten eines Stromes von dem Betrage $2\,J$, wenn nur über die hiedurch ausgelösten aperiodischen Schwingungen (H_z, ρ_z) der schließlich resultierende stationäre Gleichgewichtszustand übergelagert wird. Wir hätten also einfach zu setzen:

$$H = -H_0 \left(1 - \frac{x}{h}\right) + H_z$$

und

$$\rho = -\rho_0 + \rho_z,$$

wobei H_z und ρ_z den Gleichungen

$$H_z = \frac{4}{\pi} H_0 \sum_1^\infty \left(e^{-n^2 \frac{t}{T}} \sin n \frac{\pi}{h} x \right) \quad \ldots \quad 7a)$$

bezw.

$$\rho_z = -4\,\rho_0 \sum_1^\infty \left(e^{-n^2 \frac{t}{T}} \cos n \frac{\pi}{h} x \right) \ldots \quad 8a)$$

zu entnehmen wären. Lassen sich aber nun in ähnlicher Weise auch die vorübergehenden und die stationären Kupferverluste superponieren?

Wenn wir nur die Gesamtverluste — und nicht die Verteilung der Verluste über die einzelnen Stabfasern — ins Auge fassen, ist diese Frage in der Tat zu bejahen. Denn bilden wir wieder nach Gleichung 10a) für die Energie der Kupferverluste innerhalb der Nut den Ausdruck

$$V_{cu} = \frac{b\, l}{\lambda} \int_0^h \rho^2 \, \partial x$$

$$= \frac{b\, l}{\lambda} \int_0^h (-\rho_0 + \rho_z)^2 \, \partial x$$

und beachten, daß

$$\int_0^h \rho_z \, \partial x = 0$$

zu Recht bestehen muß, so wird

$$V_{cu} = J^2 r + \frac{b\, l}{\lambda} \int_0^h \rho_z^2 \, \partial x.$$

Damit ist die Richtigkeit des Superpositionsgesetzes in der oben ausgesprochenen Form bewiesen und wir dürfen ohne weiteres setzen:

$$A_v = \int_0^\infty (V_{cu})_0 \, dt + \int_0^\infty (V_{cu})_z \, dt$$

$$= \int_0^\infty J^2 r \, dt + J^2 \frac{l\, h}{a} \cdot \frac{\pi}{3{\cdot}75} 10^{-8} \quad \ldots \text{ Watt Sek.}$$

Der Stab einer Gleichstrommaschine macht diesen Kommutierungsvorgang 2νmal pro Sekunde durch (wenn ν die synchrone Periodenzahl bezeichnet) und setzt während jeder Halbperiode $\Theta = \frac{1}{2\nu}$ eine Verlustenergie

$$(A_v)_\Theta = J^2 r \Theta + \int_0^\Theta (V_{cu})_z \, dt$$

in Wärme um. Aus früher angestellten Überlegungen wissen wir, daß für die Gleichstrommaschine mit

$$h^2 \nu \leqq 330 \quad \text{bezw.} \quad \nu T \leqq \frac{1}{8}$$

Digitized by Google

die Gleichung

$$\int_0^{\Theta} (V_{cu})_z \, dt = \int_0^{\infty} (V_{cu})_z \, dt$$

jedenfalls mit großer Annäherung gilt. Hier mag nur noch ohne Beweis angeführt werden, daß der sekundliche Fehler, den wir mit dieser Vernachlässigung begehen, nämlich

$$\Delta (V_{cu})_z = 2\nu \int_{\Theta}^{\infty} \partial t \int_0^h \frac{bl}{\lambda} \rho_x^2 \partial x$$

nicht mehr als

$$J^2 r \, . \, e^{-2\frac{\Theta}{T}} \leqq 0{\cdot}0003 \, J^2 r$$

beträgt. Mit anderen Worten: Wir begehen überhaupt keinen Fehler, wenn wir nunmehr endgültig für den auf die Nutlänge entfallenden Anteil der Kupferverluste bei kommutiertem Gleichstrom das Gesetz aufstellen:

$$V_{cu} = J^2 r + J^2 \frac{l h}{a} \nu \, . \, \frac{8\pi}{15} 10^{-8} = J^2 r \left(1 + \frac{4\pi^2}{3} T \nu\right).$$

Bezeichnen wir das Verhältnis der gesamten Kupferverluste zu den reinen Gleichstromverlusten nach Rogowski als das Widerstandsverhältnis k der Nut, so haben wir hiefür die einfache Gleichung ermittelt:

$$\left.\begin{aligned} K &= 1 + \frac{4\pi^2}{3} T \nu = 1 + \frac{4}{3\pi} \xi^2 \\ \text{oder} \\ K &= 1 + h^2 \frac{b}{a} \lambda \, . \, \nu \, . \, \frac{1{\cdot}6\pi}{3} 10^{-8} \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; 17^*).$$

In die Diskussion dieser wichtigen Beziehung werden wir in einem der nächsten Abschnitte eintreten.

(Schluß folgt.)

Ein Entwurf eines Elektrizitätsgesetzes für Mähren.

Von Prof. Dr. **Arnold Krasny.**

Der freundlichen Aufforderung der geehrten Redaktion entsprechend, will ich den wesentlichen Inhalt des im mährischen Landtage von den Abgeordneten Dr. Engliš und Genossen eingebrachten Initiativantrages, enthaltend einen Gesetzentwurf über die Versorgung des Landes mit Elektrizität, kurz besprechen und einige kritische Bemerkungen hinzufügen.

Der von den Professoren Ingenieur List, Dr. Weyr und Dr. Engliš ausgearbeitete Entwurf ist ein für Österreich neuer, eigenartiger und kühner, wohl allzu kühner Versuch, das volkswirtschaftlich so hochwichtige Problem der systematischen Elektrizitätsversorgung eines ganzen Landes zu lösen. Muß und wird wohl auch dieser Versuch, zu dem die Landesvertretung selbst, namentlich der Landesausschuß, noch nicht Stellung genommen hat, in der vorliegenden Form fehlschlagen, weil leitende Gedanken und manche Einzelbestimmungen des Entwurfes praktischen Erwägungen zwingender Natur nicht standhalten, so verdient er trotzdem schon vermöge der Persönlichkeit der Autoren und Antragsteller große Aufmerksamkeit.

Den Kern des Gesetzes bildet die Bestimmung, daß das Recht, die öffentlichen Gemeinde- und Bezirksstraßen, Wege und Plätze zur Leitung der Starkstromelektrizität zu benutzen, unbeschadet erworbener Rechte, dem Lande vorbehalten bleiben soll.

Allerdings soll das Land nicht selbst und allein als Unternehmer von Elektrizitätszentralen auftreten. Der zweite entscheidende Gedanke des Entwurfes ist vielmehr, daß der Landesausschuß das dem Lande vorbehaltene Benutzungsrecht an den öffentlichen Kommunikationen ohne besondere Entschädigung für das ganze Land einer Aktiengesellschaft überlassen solle, welche sich den in diesem Gesetze normierten Verpflichtungen, namentlich der Verbindlichkeit zum Ausbaue eines Netzes von Zentralen oder zur Übernahme bestehender Werke unterwirft. Das ausschließliche Recht der Aktiengesellschaft auf die Straßenbenutzung erfährt eine Einschränkung nur gegenüber dem Staate, für Anlagen zu eigenem, zum Beispiel industriellem Gebrauch und zum Bahnbetriebe, für bestehende Gemeindeelektrizitätswerke, unter gewissen Bedingungen auch für neue kleine Werke innerhalb bestimmter Gemeinden. Auch soll das Monopol der Aktiengesellschaft kein zeitlich unbegrenztes sein, sondern bloß 20 Jahre dauern.

Ein fernerer dieser Aktiengesellschaft vom Lande zu gewährender Vorteil liegt in der Erleichterung ihrer Finanzierung durch Inanspruchnahme des öffentlichen Kredites. Für die Obligationenschuld, welche insgesamt mit Einschluß aller von der Gesellschaft aufgenommenen Darlehen das Zweifache des Nominalwertes des Aktienkapitals nicht übersteigen darf, soll das Land bis zum Höchstbetrage von 20 Millionen Kronen die Garantie übernehmen, wobei die Regreßrechte des Landes durch ein Pfandrecht an allen der Gesellschaft gehörigen Liegenschaften, Leitungen und Einrichtungen gesichert werden sollen.

Als drittes Benefiz soll der Gesellschaft das Vorrecht auf die Ausnutzung der Wasserkräfte von Landestalsperren und Stauwehren zur Elektrizitätserzeugung gegen anteiligen Kostenersatz eingeräumt werden. Über das Nutzwasser soll das Land auch fernerhin zu anderen als Krafterzeugungszwecken, zum Beispiel für Meliorationszwecke, verfügen können.

Eine weitere Begünstigung soll schließlich darin liegen, daß die Gesellschaft von Gemeinden- und Bezirksumlagen und von allen sonstigen Abgaben für Gemeinde- oder Bezirkszwecke befreit wird. Auf die Landesabgaben wird nicht verzichtet.

Die Verpflichtungen der Elektrizitätsaktiengesellschaft sollen in den Hauptpunkten folgende sein:

a) Sie hat die Verbindlichkeit, das ganze Land systematisch mit Elektrizität zu versorgen.

b) Sie muß durch ihre Statuten den autonomen Verbänden die Zeichnung der größeren Hälfte des Anlagekapitals ermöglichen und eine angemessene Teilnahme an der Verwaltung zusichern.

c) Sie muß sich zu einer bestimmten Geschäftsführung verpflichten und sich einigen anderen Bedingungen zum Schutz der Nationalität, der heimischen Industrie, des Gewerbes und der Arbeiterschaft unterwerfen.

d) Sie muß dem Lande nach einer gewissen Zeit den Ankauf des Unternehmens unter günstigen Bedingungen vorbehalten.

In ersterer Hinsicht soll ein Generalprogramm entworfen werden, in dem die einzelnen Überlandzentralen und ihre Gebiete ersichtlich gemacht und die zeitliche Reihenfolge in der Errichtung von Elektrizitätswerken festgesetzt werden soll. Prinzipiell soll auch das letzte Dorf in Mähren mit Elektrizität versorgt werden. Doch sind gewisse Ausnahmen zugelassen, dort, wo die Gemeinden entweder das ihnen zur Zeichnung vorbehaltene Aktienkapital nicht voll gezeichnet haben oder wo die Zuleitung bedeutende Verluste für die Gesellschaft zur Folge hätte. Solche abseits

*) Bezüglich der Bedeutung von $\xi = \alpha h$ siehe Gleichung 5*a*).

Digitized by Google

gelegene Gemeinden können aber die Stromlieferung dadurch erlangen, daß sie die Errichtung der elektrischen Leitung durch Naturalleistungen oder Beschaffung von Baumaterialien ermöglichen. Einzelkonsumenten können von der Elektrizitätslieferung ausgeschlossen werden, wenn sie nicht die Überquerung ihrer nicht umzäumten Grundstücke und Leitungen gestatten oder die Ausführung von Leitungsmasten gegen einen jährlichen Zins von K 1 pro Mast nicht zulassen wollen, ferner, wenn das Werk, um zu den einzelnen Abnehmern zu gelangen, seine Freileitungen um mehr als 15 oder seine Kabelleitungen um mehr als 5 *m* verlängern müßte. Im letzteren Falle müßte der Konsument einen Mindestkonsum garantieren, der 15% des Aufwandes der Zweigleitung ausmacht oder hat die Mehrkosten aus eigenen Mitteln zu tragen.

Das Aktienkapital soll in der Weise aufgebracht werden, daß den autonomen Korporationen 60%, den Privaten 40% zum Nominalwerte statutenmäßig zur Zeichnung vorbehalten werden. Die autonomen Korporationen verteilen ihre Zeichnungen so, daß 20% den Gemeinden, 10% den Straßenbezirken und 30% dem Lande verbleiben. Dabei ist nicht eine Emission des ganzen Aktienkapitals auf einmal in Aussicht genommen, sondern es soll sukzessive für die einzelnen Werke bezw. deren Gebiete das Kapital beschafft und an den einzelnen Emissionen nur jene Gemeinden und Bezirke beteiligt werden, welche in dem betreffenden Gebiete liegen.

Aktien, die eine öffentliche Korporation nicht zeichnet, kann der höhere autonome Verband zur Zeichnung zum Nominalwerte übernehmen.

Zum Verkaufe ihrer Aktien bedarf die Gemeinde, sowie der Bezirk der Genehmigung des Landesausschusses, wobei dem Lande das Vorkaufsrecht zusteht. Die von den Selbstverwaltungskörpern gezeichneten bezw. übernommenen Aktien sollen Namensaktien sein.

Es soll gleich hier bemerkt werden, daß es nicht ganz klar ist, ob dieser Vorbehalt eines Teiles des Aktienkapitals für die autonomen Korporationen bloß ein Recht oder auch eine Verpflichtung derselben zur Zeichnung der Aktien darstellt. Aus einer Bemerkung in dem Motivenbericht kann man wohl das letztere schließen.

Der Verwaltungsrat soll aus 26 Mitgliedern bestehen, von denen 4 vom Landesausschuß ernannt, 9 von den Gemeinden und Bezirken, 13 von den Privataktionären gewählt werden sollen. Sehr eingehende Bestimmungen sollen eine gegenseitige Majorisierung der Interessentengruppen verhindern. Namentlich soll diesem Zwecke die Bestimmung dienen, daß der Obmann des Verwaltungsrates aus dessen Mitte vom Landesausschusse ernannt werden und nicht mitstimmen, sondern nur bei Gleichheit der Stimmen dirimieren soll. Dadurch hat nach Ansicht der Antragsteller es der Landesausschuß in der Hand, den Schwerpunkt der Verwaltung in die Hände der Privataktionäre zu legen, indem er aus der Hälfte jener Mitglieder, die den Selbstverwaltungskörpern angehören, ein Mitglied zum nichtstimmenden Obmann erhebt.

Sehr eingehende Bestimmungen sollen auch für die nationale Gruppierung des Verwaltungsrates Sorge tragen. Zur Ausübung der Aufsicht über die Gesellschaft kann der Landesausschuß zwei Kommissäre und zwar einen juristisch und einen technisch gebildeten bestellen.

Außerdem unterliegen besonders wichtige Entscheidungen der Gesellschaft der Genehmigung des Landesausschusses, und zwar die Statuten sowie jede Änderung hieran, das bereits erwähnte Generalprogramm, jede Emission von Obligationen und Aktien, die Aufteilung des Aktienkapitals auf die Gemeinden und endlich die Grundsätze des Preistarifes für Gemeinden und kleine Konsumenten. Hingegen soll der Gesellschaft bezüglich der Preisvereinbarungen mit Großindustriellen freie Hand gelassen werden.

Das Tarifbestimmungsrecht des Landesausschusses erstreckt sich somit nicht auf die ganze Geschäftsgebarung der Unternehmung; nur ist diese verpflichtet, elektrischen Strom im ganzen Lande nach den für die einzelnen Abnehmerkategorien gleichen Tarifsätzen abzugeben.

Bezüglich der Verteilung des Reingewinnes, dessen Begriff unter Festsetzung der Abschreibungen für die einzelnen Teile der Werke im Gesetze festgelegt ist, wird bestimmt, daß zunächst 5% dem Reservefonds zugewiesen werden sollen, solange dieser nicht die Höhe von 20% des Aktienkapitals erreicht hat, daß ferner 5% an die Aktionäre verteilt werden, dann eine Tantieme an die Mitglieder des Verwaltungsrates ausgezahlt, ferner die besonderen Reservefonds dotiert werden, dann weitere 5% an die Aktionäre als Superdividende ausgeschüttet, schließlich der Überschuß an die Aktionäre und an das Land verteilt werden sollen. In ihren Statuten hat die Gesellschaft weiter folgende Verpflichtungen zu übernehmen:

a) Der Sitz der Gesellschaft ist Brünn. Die beiden Landessprachen sind als Geschäftssprachen gleichberechtigt;

b) die Gesellschaft ist verpflichtet, dem Landtage jährlich im Wege des Landesausschusses einen in beiden Landessprachen verfaßten Tätigkeitsbericht vorzulegen;

c) in dem Stande ihrer Angestellten aller Kategorien, die Arbeiter ausgenommen, den für die Landesdienste gültigen nationalen Schlüssel einzuhalten. Sollte der Direktor der Gesellschaft der böhmischen Nationalität angehören, hat der erste Vizedirektor deutscher Nationalität zu sein oder umgekehrt;

d) die Gesellschaft ist verpflichtet, bei der Vergebung ihrer Lieferungen, wenn bei gleicher Qualität der Lieferung kein wesentlicher Preisunterschied vorhanden ist, vor allem die mährischen Lieferanten, deren Unternehmungen sich in Mähren befinden, zu berücksichtigen und die für die Vergebung der Lieferungen für das Land bestehenden Vorschriften zu beobachten;

e) die Gesellschaft darf bei Privatinstallationen die freie Konkurrenz nicht ausschließen.

Das Land hat schließlich das Recht auf Einlösung der gesellschaftlichen Werke nach 20 Jahren von der Gründung der Gesellschaft an gerechnet. Hiebei sollen sämtliche gesellschaftlichen Elektrizitätswerke mit Zubehör sowie alle Aktiven und Passiven für einen Übernahmspreis abgelöst werden, der das arithmetische Mittel zwischen dem fünffachen Reingewinne, der in den letzten fünf Jahren unter die Aktionäre zur Verteilung gelangte, einerseits und dem Nominalwerte des Aktienkapitals zur Zeit der Einlösung nach Zuschlag von 10% andererseits bildet. Der Reservefonds bleibt Eigentum der Aktionäre.

Damit das Land sich an der Zeichnung des Aktienkapitals beteiligen, bezw. jene Aktien, welche zwar den Gemeinden und den Bezirken zur Zeichnung vorbehalten, von diesen aber nicht gezeichnet werden, übernehmen könne, bedarf es eines Kredites, den der Entwurf auf 6 Millionen Kronen festsetzt. Wenn das Land diese 6 Millionen lediglich zur Zeichnung des ihm selbst vorbehaltenen Aktienkapitals, also von 30% des Gesamtkapitals, verwenden sollte, würde dieser Betrag für eine Gesamtsumme des Aktienkapitals von 20 Millionen hinreichen.

Da nun, wie oben erwähnt, das Verhältnis zwischen dem Fremdkapital und Aktienkapital 2 : 1 sein soll, würde der Entwurf ermöglichen, für die Gesellschaft im ganzen ein Kapital von 60 Millionen Kronen flüssig zu machen,

Digitized by Google

dies allerdings als Maximalsumme, da das Land von den 6 Millionen Kronen gewiß einen bedeutenden Teil für die Übernahme der den Gemeinden und Bezirken vorbehaltenen Aktien würde verwenden müssen.

Eine objektive Kritik des Entwurfes wird dessen gesunde und richtige Grundgedanken von jenen Grundsätzen und Einzelbestimmungen scheiden müssen, welche aus prinzipiellen oder praktischen Gründen nicht gebilligt werden können. Allseits wird die Notwendigkeit einer planmäßigen und systematischen Elektrizitätsversorgung zugegeben werden, für welche Idee seit Jahren in Österreich Prof. Hochenegg und Prof. Niethammer, Ing. Buchleitner und Ing. Loacker eingetreten sind und auch ich in verschiedenen Schriften gekämpft habe. Heute leidet die Elektrizitätswirtschaft Mährens wie in allen anderen österreichischen Ländern an der planlosen Zersplitterung in der Schaffung von Kraftwerken, namentlich infolge der Anlage von kleinen, nur für den Lokalkonsum berechneten Zwergwerken mit wirtschaftlich sehr ungünstigen Ergebnissen. Man ist heute darüber einig, daß die Zukunft auch in Mähren den Überlandzentralen gehört, welche allein mit bester Ausnutzung der natürlichen Kraftquellen mittels eines weitverzweigten Leitungsnetzes große Gebiete mit Elektrizität rationell zu versorgen vermögen, deren Überlegenheit zunächst durch die billigeren Anlage- und Betriebskosten, namentlich aber darin begründet ist, daß sie mit einem viel besseren Ausnutzungsfaktor zu arbeiten vermögen, weil ein innerer Ausgleich des Konsums und damit eine gleichmäßige Belastung der Anlagen erzielt werden kann. Ein weiterer grundlegender Gedanke der modernen Elektrizitätspolitik ist ferner der Zusammenschluß der zweckmäßig angelegten Großkraftwerke, um die gegenseitige Aushilfe bei großer Ersparnis an Reserven und einen Ausgleich in der Krafterzeugung und dem Kraftkonsum zu ermöglichen.

Die Idee nun, auf Grund des dem Lande vorzubehaltenden Rechtes der Benutzung der kommunalen öffentlichen Kommunikationen für Starkstromleitungsanlagen eine einheitliche, das ganze Land umfassende Organisation der Elektrizitätsversorgang zu schaffen, wäre auf den ersten Blick sehr bestechend. Ich glaube auch, daß der Landesgesetzgebung die Kompetenz, ein solches Recht gesetzlich zu statuieren, soweit es sich nicht um ärarische Straßen und nur um die Benutzung für Leitungsanlagen handelt, nicht um Wegerechte am Privateigentum und nicht um Expropriationen, kaum bestritten werden kann. Bei näherer Betrachtung aber stellen sich der Durchführung dieses Gedankens in der vorgeschlagenen Form sehr große Bedenken und Hindernisse in den Weg. Die Elektrifizierung soll nach dem dem Entwurfe zugrundeliegenden Plane von den bestehenden Werken ausgehen. Wie sollen diese in die Gesellschaft eingegliedert werden? Welche Beweggründe sollten so zwingend für die bestehenden Privatwerke sein, daß sie ihre selbständige Existenz aufgeben und in der Landesaktiengesellschaft aufgehen sollten? Wie soll andererseits das Privatkapital bewogen werden, sich an dem Aufkaufe der bestehenden kommunalen Werke zu beteiligen? Schon hieraus ergibt sich, daß die geplante einheitliche Gesellschaft tatsächlich nicht das ganze Land, sondern nur Teile desselben umfassen würde. In dem von mir dem mährischen Landesausschusse auf dessen Wunsch erstatteten Gutachten, bei dem mir der Initiativantrag Englič nicht vorlag, war der von Prof. List literarisch vertretene Plan, eine einheitliche Gesellschaft für die Elektrizitätsversorgung Mährens zu bilden (nach dem Vorbilde der in Belgien bestehenden Société nationale des chemins de fer locaux), nicht gebilligt und namentlich der Vorschlag, einer solchen Gesellschaft ein Monopol im Lande zu verleihen, mit meiner Ansicht nach durchschlagenden Gründen bekämpft worden. Meine Anschauung ging vielmehr dahin, allerdings die planmäßige und systematische Versorgung des Landes mit Elektrizität anzustreben und zu diesem Zwecke ein Generalprogramm hiefür auszuarbeiten. Ich ging jedoch nicht soweit, dieses Generalprogramm als absolut bindende und strikte Norm aufstellen und dessen Durchsetzung durch eine Monopolgesellschaft erzwingen zu wollen. Mir schwebte vielmehr vor, daß im Rahmen dieses Programmes, welches durch seine sachliche Zweckmäßigkeit in der Ausnutzung der Kraftquellen und Absatzgelegenheiten ohne irgendwelchen gesetzlichen Zwang von selbst sich Geltung verschaffen würde, eine Mehrzahl von Unternehmungen, sei es aus der Privatinitiative der Elektrizitätsgesellschaften oder der Initiative kommunaler Kreise entstehen sollten, welche unter möglichster Förderung der höheren autonomen Körperschaften miteinander und nebeneinander zu arbeiten hätten. Damit würde meiner Ansicht nach vornehmlich auch der Betätigung des Unternehmungsgeistes der verschiedenen auf dem Gebiete der Starkstromverwertung wirkenden Unternehmungen, ohne monopolistische Erdrückung der einen durch die anderen, eine reiches Feld erschlossen. Die Einheitlichkeit und das Zusammenarbeiten der einzelnen Unternehmungen hätte sich dann von selbst durch die von mir propagierte Teilnahme der öffentlichen Körperschaften an der Kapitalsbeschaffung und Verwaltung in den Unternehmungen, namentlich unter Bevorzugung des Typus der „gemischtöffentlichen Unternehmung", über den ich mich in mehreren Schriften ausführlich geäußert habe, ergeben. Bei der Bildung der Landesaktiengesellschaft aber, wie sie der Entwurf vorsieht, wird es zweifellos recht schwierig sein, richtige Gesichtspunkte und einen richtigen Verteilungsmaßstab für die Heranziehung der verschiedenen Unternehmungen der Elektrizitätsindustrie zur Kapitalsbeschaffung zu finden, die ja ohne deren Hilfe und ohne Mitwirkung der ihnen affiliierten Finanzinstitute kaum durchführbar sein wird. Es bestünde die Gefahr, daß sich diese Unternehmungen entweder sehr reserviert verhalten oder eine allein das Monopol für sich zu erlangen versuchen wird, wodurch die anzustrebende gleichmäßige Beschäftigung der Elektrizitätsunternehmungen erschwert und die Gefahr einseitiger Bemessung der Bau- und Betriebskosten hervorgerufen würde.

Der Entwurf anerkennt ja selbst, daß nur ein etappenmäßiger Ausbau der Elektrizitätswerke möglich ist, indem er eine sukzessive Emission des Aktienkapitals für die einzelnen Anlagen vorsieht. Es erscheint ja dann doch wohl erprießlicher, statt mit einem Schlage eine solche monopolistische Riesengesellschaft schaffen zu wollen, die allmähliche und organische Entstehung der einzelnen Werke nach Maßgabe des Bedarfes und demgemäß die Bildung mehrerer für diese Einzelwerke zu gründender Gesellschaften zu fördern, deren technischer Zusammenhang durch die Verbindung und das Zusammenarbeiten ihrer Leitungsnetze herzustellen wäre, während ihre administrativen und finanziellen Beziehungen, wie erwähnt, am besten ganz zwanglos durch die Beteiligung der öffentlichen Korporationen, namentlich des Landes, an der Kapitalsbeschaffung und der Verwaltung zu sichern wären. Für das Land würde es heute doch wohl einen Sprung ins Dunkle bedeuten, wenn es sich jetzt schon auf die Beteiligung am Aktienkapitale der Monopolgesellschaft mit dem Betrage von 6 Millionen Kronen und auf die Garantie des Obligationskapitales im Betrage von 20 Millionen Kronen festlegen wollte. Die Elektrifizierung von ganz Mähren würde nach Angaben Prof. Lists einen

Digitized by Google

Zeitraum von etwa 20 Jahren erfordern. Niemand kann heute die technische Entwicklung und die finanziellen Wandlungen so langer Zeiträume überblicken oder voraussehen. Da erscheint es wohl richtiger, Schritt für Schritt, dem Wachstum des Bedarfes entsprechend, den Anregungen aus den Kreisen der Elektrizitätsindustrie und der Abnehmerschaft jeweils nachzugeben und, immer im Rahmen eines Gesamtplanes, nach und nach, ohne Zwang und ohne Monopol, zur Investierung der Kapitalien in der Elektrizitätsverwertung in dem jeweils erforderlichen Umfange zu schreiten.

Damit würde auch eine festere Grundlage für die Beurteilung der Rentabilität und des Risikos erzielt werden, während heute zwar Hoffnungen und durch Erfahrungen in anderen Ländern vielleicht begründete Erwartungen bestehen, kaufmännische Kalküle jedoch kaum in der Sicherheit aufgestellt werden könne, daß damit der Anreiz für das Kapital zur ausreichenden Beteiligung gegeben wäre.

Das Gesamturteil über den Entwurf, dessen einzelne Bestimmungen zu kritisieren, hier zu weit führen würde, läßt sich dahin zusammenfassen, daß er eine sehr bedeutsame den technischen und juristischen Qualitäten seiner Verfasser alle Ehre machende Vorarbeit ist, jedoch eine endgültige Lösung des Problems der Elektrizitätsversorgung des Landes nicht enthält. Wertvoll ist die Anerkennung der Notwendigkeit der systematischen Elektrizitätsversorgung, wertvoll ist, mit aller Reserve hinsichtlich der Richtigkeit der Details, der Versuch, öffentliches und privates Kapital zu einer Interessengemeinschaft zusammenzuschmieden, wertvoll der Durchbruch des Grundsatzes, der Gleichberechtigung des Privatunternehmertums und der öffentlichen Interessen innerhalb der zu schaffenden Unternehmungen, wertvoll ist die Erkenntnis der Notwendigkeit, den nationalen Verhältnissen und der Entwicklung der heimischen Industrie Rechnung zu tragen.

Die Elektrizitätsindustrie selbst sähe vielleicht einen Fortschritt schon darin, daß vorerst nur die Bestimmung durchdringe, daß die Entscheidung über die Benutzung der in der Verwaltung der autonomen Körperschaften stehenden Straßen und Wege für elektrische Leitungsanlagen dem Landesausschuß vorbehalten bleibe. Damit würden, da von dieser höchsten Stelle der autonomen Verwaltung im Lande Objektivität und Verständnis für die Entwicklung der Elektrizitätsverwertung vorausgesetzt werden kann, viele Schwierigkeiten beseitigt oder doch gemildert, welche aus den hie und da in den einzelnen Gemeinden zutage getretenen Widerständen gegen das Vordringen fremder Elektrizitätsunternehmungen in ihr Gebiet erfahrungsgemäß bereits entstanden sind.

Bei aller Anerkennung dieser seiner Vorzüge und der Richtigkeit mancher seiner Grundgedanken werden meiner Meinung nach doch die dargelegten praktischen Bedenken so stark sein, daß das mährische Elektrizitätsgesetz in der Fassung des Initiativantrages Engliš wohl kaum verabschiedet werden wird.

Der Entwurf will zu viel auf einmal, er ist mehr ein aus scharf akzentuierten Grundanschauungen hervorgewachsenes großzügiges Programm als ein Produkt kühler, die Kräfteverhältnisse und Interessen nüchtern abwägender Realpolitik. Der Weg zur Lösung der so dringlichen Probleme des Ausbaues unserer Elektrizitätsversorgung liegt aber zwischen den Extremen in einem Kompromiß der Meinungen, einem Ausgleich der Interessen. Als ein kraftvoller Ausdruck bestimmter wirtschaftpolitischer Meinungen und Tendenzen, von denen aus zu diesem Kompromisse zu streben sein wird, wird der Entwurf dauernden Wert behalten.

George Westinghouse.

Ein großer Ingenieur und Unternehmer ist mit George Westinghouse dahingeschieden.

Geboren am 6. Oktober 1846 in Central Bridge, im Staate New York, fand er schon während der Schulzeit technische Anregung in seines Vaters Werkstatt für landwirtschaftliche Geräte. Während des Krieges zwischen den Nord- und Südstaaten in den Sechzigerjahren tat er Militärdienste, von 1863 bis 1865. Seine erste Erfindung machte er unmittelbar nach seiner Rückkehr ins bürgerliche Leben. Die Erfindung von der allergrößten Bedeutung, die Druckluftbremse, wurde von 1866 bis 1868 gezeitigt und 1868 wurde ein Versuchszug damit ausgerüstet. Während der ersten Fahrt zeigte sich schon der große Vorteil der Bremse, durch deren Anwendung es möglich war, einen sonst unabwendbaren Unfall hintanzuhalten.

Westinghouse errichtete nun eine Fabrik in Pittsburg, Pennsylvanien, die sich aus bescheidenen Anfängen zu enormer Wichtigkeit erhob. Die ungeheure Bedeutung der Bremse für die Möglichkeit eines raschen Verkehrs und für die Sicherheit des fahrenden Publikums wurde im Anfang nicht von jedermann gewürdigt und von einem Eisenbahnfachmann rührt der Ausspruch her, daß nur ein Narr den Vorschlag machen könne, einen Zug durch Luftdruck aufzuhalten.

Westinghouse arbeitete während der folgenden Jahre fortwährend an der Vervollkommnung der Druckluftbremse, die sich allmählich in ganz Amerika und in vielen Ländern der alten Welt Bahn brach. Die wichtigste Verbesserung war das Erzielen selbsttätiger Wirkung bei Zerreißen eines Zuges.

Ein anderes Gebiet, in dem Westinghouse bahnbrechend wirkte, war ein Signal- und Blocksystem für Eisenbahnen, bei dem er Druckluft und Elektrizität verwendete. Dies brachte ihn in Verbindung mit der Elektrotechnik und im Jahre 1886 gründete er die Westinghouse Electric Company, die sich zuerst mit der Erzeugung von Lampen beschäftigte, später aber nach Fusion mit anderen Unternehmen im Jahre 1891 in die Westinghouse Electric & Manufacturing Company umgewandelt wurde, und sich auch mit der Erzeugung von Maschinen und allen elektrischen Apparaten beschäftigte.

Westinghouse war der erste, der die großen Vorteile des Wechselstromes erkannte. Er erwarb die Transformatorpatente von Gaulard & Gibbs und die Patente von Tesla, der als erster einen brauchbaren Induktionsmotor baute. Ein erbitterter Kampf, „hie Wechselstrom, hie Gleichstrom", wurde damals ausgefochten. Die Entwicklung des Wechselstromsystems ist eine der größten Taten von George Westinghouse. In späteren Jahren erwarb er sich in gleicher Weise den Ruhm, den Wechselstrom im Bahnbetriebe eingeführt zu haben. Es war Lamme, der die Verwendung des einphasigen Kollektormotors im Bahnbetriebe vorschlug und trotz erbitterter Gegnerschaft erfolgreich durchsetzte, wobei George Westinghouse alle seine Energie für die Einführung des Systems einsetzte.

George Westinghouse selbst wirkte auch in hervorragender Weise mit an der Erfindung, Entwicklung und Einführung der Westinghouse-Zugsteuerung für elektrische Bahnen mittels Druckluft und elektrischer Relais, die sowohl bei Gleichstrom- als bei Wechselstrombahnen Verwendung fand.

Digitized by Google

Westinghouse konnte sich dessen rühmen, daß die hervorragendsten Anwendungen aller Systeme von elektrischer Zugförderung durch Westinghouse-Gesellschaften ausgeführt waren. Eines der großartigsten Beispiele von Niederspannungs-Gleichstromlokomotiven bilden die Lokomotiven der Pennsylvania-Eisenbahn. Hochspannungsgleichstrom von 1500 *V* wurde auf der South Carolina-Eisenbahn zum ersten Male in Amerika von Westinghouse verwendet. Die New York-New Haven & Hartford-Lokomotiven bilden eines der bedeutendsten Beispiele für einphasige Lokomotiven und die von der italienischen Westinghouse-Gesellschaft für die italienischen Staatsbahnen angefertigten Lokomotiven ein Beispiel der dreiphasigen Traktion in großem Maßstabe.

Andere wichtige Erfindungen auf dem Gebiete der Elektrotechnik, die von Westinghouse aufgenommen und erfolgreich entwickelt wurden, waren der Zähler von Shallenberger, die Cooper-Hewitt-Lampe und der Quecksilbergleichrichter des gleichen Erfinders.

Das Feld von Westinghouses Tätigkeit vergrößerte sich fortwährend. Die Westinghouse Machine Company wurde gegründet, um die berühmten vertikalen Westinghouse-Dampfmaschinen und später Gasmaschinen von ähnlicher Bauart herzustellen. Dampfturbinen folgten. Die Parsons-Reaktionsturbine, deren Lizenz Westinghouse erworben hatte, wurde von ihm selbst durch Hinzufügung eines Aktionsteiles verbessert und die Westinghouse-Parsons „double flow"-Type für größere Leistungen entwickelt. Eisen- und Stahlgießereien wurden von Westinghouse in der Nähe seiner anderen Fabriken in Pittsburg gebaut und die Ausnutzung der Gasquellen in Pennsylvanien wurde von ihm ins Werk gesetzt. Er galt als eine der größten Autoritäten auf diesem Gebiet. In den letzten Jahren entwickelte er zusammen mit Melville und Macalpine ein Zahnradgetriebe für größere Leistungen, um das Problem des Schiffsantriebes mittels Dampfturbinen zu lösen. Bekanntlich war es bisher unmöglich, für größere Leistungen schnellaufende Propeller mit gutem Wirkungsgrade zu bauen, während andererseits die Dampfturbinen naturgemäß eine hohe Umdrehungszahl erfordern. Das Melville-Macalpine-Getriebe ist eine erfolgreiche Lösung des Problems, eine gute Dampfturbine und eine gute Schiffsschraube miteinander zu verbinden. Das gleiche Getriebe hat Anwendung für den Antrieb von Gleichstrommaschinen mittels Dampfturbine gefunden.

Eine andere Erfindung seiner letzten Jahre ist der Luftpuffer für Automobile, den der Erfinder als Ersatz für den Pneumatikreifen beabsichtigte. Der Puffer hat wohl den Pneumatikreifen nicht verdrängt, hat sich aber als wertvolle Verbesserung neben demselben in der Praxis eingeführt. Westinghouse hat auch in Europa eine große Zahl von Unternehmungen gegründet, die teilweise der Fabrikation von Druckluftbremsen, teilweise von elektrischen Maschinen und Apparaten, Dampfturbinen und Gasmaschinen gewidmet sind. Die größte ist die British Westinghouse Electric and Manufacturing Company in Manchester, andere befinden sich in Le Havre, Vado, London, Hannover und St. Petersburg. In Österreich ist die Westinghouse-Metallfaden-Glühlampenfabrik mit seinem Namen verknüpft, die durch Ankauf der elektrischen Abteilung der Auer-Gesellschaft auf Westinghouse überging.

Die Gesamtzahl der in den Westinghouse-Unternehmungen Beschäftigten reicht an 50.000 heran und das in den Unternehmungen arbeitende Kapital an nahezu 600 Millionen Kronen.

Die Arbeitskraft und Arbeitsfreudigkeit von George Westinghouse war erstaunlich. Nach Schluß der Geschäftszeit beschied er seine Ingenieure Abend für Abend in seine Privatwohnung, um bis in die späte Nacht Probleme mit ihnen auszuarbeiten, und er hatte persönliches Interesse für alle noch so weit auseinanderliegenden Arbeitszweige seiner Fabriken.

George Westinghouse hat nicht nur in Amerika, sondern auch in Europa große Anerkennung gefunden. Der Verein Deutscher Ingenieure verlieh im Jahre 1913 die Grashof-Gedenkmünze „dem bahnbrechenden Erfinder der selbsttätigen Eisenbahnbremsen, dem erfolgreichen Vorkämpfer des Wechselstroms, dem verdienstvollen Konstrukteur raschlaufender Dampfmaschinen".

Am 12. März 1914 endete sein Leben, das reich an Kämpfen und reich an Erfolgen war.

E. Rosenberg.

Die Hohenfurther Lokalbahn.

Diese bereits Ende des Jahres 1911 dem Verkehre übergebene Lokalbahn, deren Beschreibung mit Rücksicht auf die zur Anwendung gelangte Gleichstromspannung von 1200 *V* von Interesse sein dürfte, nimmt in der Station Zartlesdorf (674 *m* ü. M.) der Staatsbahnlinie Linz—Budweis ihren Ausgang, wendet sich in großem Bogen nach Süden und erreicht bald nach Passieren der Ortschaft Zartlesdorf das Tal des Seiftenbaches und weiterhin, nachdem sie sich bei der Ortschaft Seiften nach Westen gewendet hat, bei Km. 6·0 das Moldautal, das sie in ihrem weiteren Verlaufe nicht mehr verläßt. Die Trasse liegt hier noch hoch über dem Talboden, fällt dann an den südseitigen Hängen am rechten Ufer der Moldau zu der im Km. 6·9 gelegenen Station Rosenberg, und erreicht bald nach der Halte- und Verladestelle Obermühle in Km. 8·3 den tiefsten Punkt der Trasse mit rund 545 *m* ü. M. Die Bahn steigt nun mäßig entlang der Moldau zu der in Km. 10·5 gelegenen Station „Hohenfurth Stadt", um kurz darauf die Moldau auf einer eigenen Eisenbrücke von 51·9 *m* Stützweite zu übersetzen. Weiterhin öffnet sich linker Hand ein prächtiger Blick auf die Stadt und das malerisch gelegene Zisterzienserstift Hohenfurth.

Im Anschluß an die Halte- und Verladestelle „Hohenfurth-Stift" wurden zirka 700 *m* Abstellgeleise längs des Moldauufers für die mit der Bahn aus dem oberen Böhmerwald eintreffenden Langhölzer verlegt. Diese werden auf der Moldau zugeflößt, müssen jedoch oberhalb Hohenfurth in der derzeitigen Endstation der Bahn wegen der dort beginnenden Stromschnellen geländet und nach Hohenfurth verführt werden, um dort neuerlich zu Flößen vereinigt den billigeren Wasserweg nach dem nördlichen Böhmen und weiterhin nach Deutschland anzutreten.

Die Bahn erreicht in Km. 11·7 die Halte- und Verladestelle Hohenfurth-Stift und zieht nun mit welchselnden Steigungen und einem kurzen Gegengefälle, stets von hübschen Ausblicken auf die waldreiche Umgebung begleitet, nach der in Km. 14·7 gelegenen Halte- und Verladestelle „Steindlhammer". Bald nach Verlassen dieser Station gelangt die Bahn in das Gebiet der vorerwähnten Stromschnellen und damit in den landschaftlich schönsten Teil der Strecke. Die Trasse steigt nun stark an, und unter Beibehaltung einer mittleren Steigung von zirka 30‰ vom Km. 15·6 an wird in Km. 19 die Station „Kienberg-Moldaumühl" erreicht. Die maximale Steigung in dieser Strecke beträgt 32‰. Die hier gelegene Papierfabrik und die in der kurz darauf folgenden Halte- und Verladestelle St. Prokop (Km. 20·5) befindliche Pappenfabrik stellen den Großteil der Frachtmengen für die Lokalbahn bei.

Hinter der Haltestelle St. Prokop kehrt die Bahn mittels einer Eisenbrücke von 42 *m* Stützweite auf das rechte Moldauufer zurück, und erreicht im Km. 22·5 ihre Endstation „Lippner Schwebe". Über die Steigungsverhältnisse gibt das Längenprofil Fig. 1 Aufschluß.

Die Bahn wurde als Lokalbahn mit normaler Spurweite gebaut und besitzt durchwegs eigenen Bahnkörper. Der Minimalradius beträgt auf der offenen Strecke 150 *m*, in Abstell- und Schleppgeleisen 100 *m*. Es wurden durchwegs Vignolschienen System XXIV*a* im Gewichte von 26·3 *kg* pro laufendes Meter verlegt.

Digitized by Google

Außer den Stationsgebäuden wurden an Hochbauten noch je eine Remise für einen Motorwagen mit angebauter Kaserne für das Personal in der Anfangs- und Endstation, sowie eine Remise für drei Wagen mit einer Reparaturwerkstätte in der Halte- und Verladestelle „Hohenfurth-Stift" errichtet.

Die Ausführung der elektrischen Streckenausrüstung unterscheidet sich trotz der zur Anwendung gelangten Betriebsspannung von 1200 *V* in nichts von der bisher bei Lokalbahnen mit niedrigeren Spannungen von 600 bis 800 *V* angewendeten. Für das Fahrleitungsgestänge wurden fast ausschließlich Lärchenmasten verwendet. Nur in der Station Zartlesdorf wurden aus Gründen erhöhter Sicherheit zwischen den Staats- und Lokalbahngeleisen eiserne Doppel-T-Masten aufgestellt. Auf offener Strecke wurde die Fahrleitung auf schmiedeisernen, gebogenen Mastauslegern verlegt und in den Stationen sowie zweigeleisigen Strecken auf Querdrähten zwischen Masten oder Gebäuden. Für die Isolation gegen Erde wurden normale Fahrdrahtaufhängungen in Verbindung mit Porzellannüssen gewählt. Diese Anordnung hat sich aufs beste bewährt.

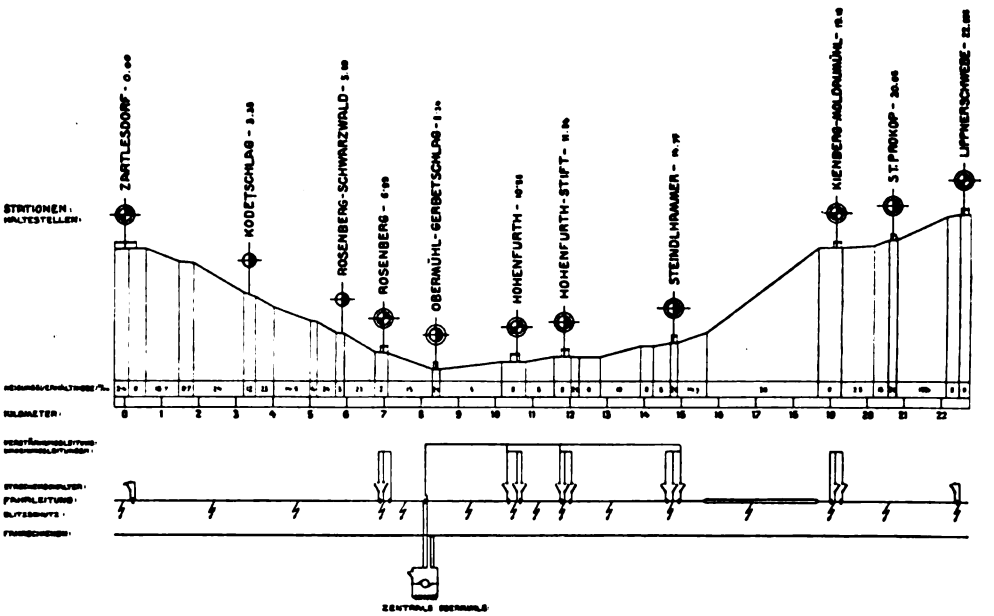


Fig. 1. Längenprofil und Streckenschema.

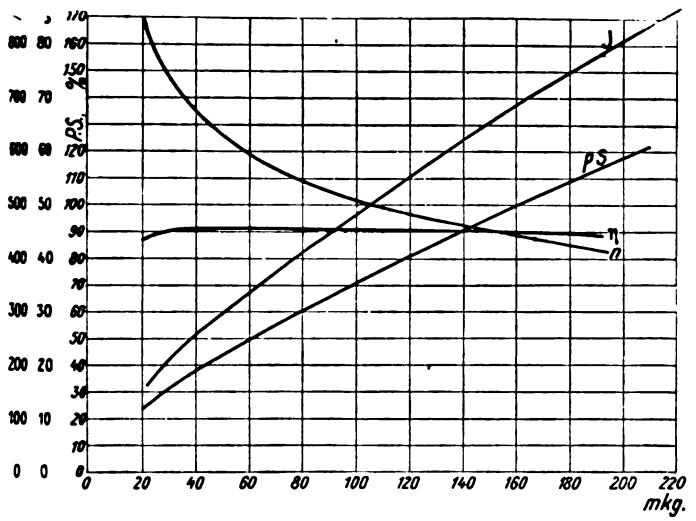


Fig. 2. Motorschaulinien.

Bei Straßenkreuzungen und in Stationen wurden Erdungsbügel eingebaut, welche die Fahrleitung im Falle eines Drahtbruches verläßlich erden.

Um die Stationsanlagen ist die durchgehende Fahrleitung als Umgehungsleitung herumgeführt, so daß die Stationsgeleise auch in Strecken ohne Verstärkungsleitungen abgeschaltet werden können, ohne daß dadurch der Verkehr in den übrigen Teilstrecken behindert wird. Die einzelnen Streckenabschnitte sind trotz der höheren Spannung nur in der bei Bahnen für 600 bis 800 *V* üblichen Weise gegen atmosphärische Entladungen gesichert und hat sich dieser Schutz als vollkommen ausreichend erwiesen.

Die Fahrleitung besteht aus einem Rundkupferdraht von 50 mm^2 Querschnitt. Von Km. 15·6 bis Km. 19 wurde wegen der höheren Stromstärken und zur Herabminderung des Spannungsabfalles die Fahrleitung doppelt verlegt. Außerdem wurde neben dem Fahrdraht am Bahngestänge noch eine Verstärkungsleitung mit 70 mm^2 Querschnitt vom Kraftwerk bei Km. 8·3 bis zum Km. 14·8 angeordnet. Die doppelpolige Betriebstelephonleitung wurde ebenfalls am Bahngestänge geführt.

In Fig. 1 ist auch das Streckenschema ersichtlich.

Die Schienen sind an den Stößen durch Fußverbinder und außerdem in Abständen von 100 *m* durch Querverbindungen mit 50 mm^2 Querschnitt leitend miteinander verbunden.

Der Fahrpark der Hohenfurther elektrischen Lokalbahn besteht derzeit aus: 3 zweiachsigen Personen-Motorwagen, 1 Verschublokomotive, 2 zweiachsigen Anhängewagen, 2 zweiachsigen gedeckten Güterwagen mit Bremse für 15 *t* Nutzlast, 2 ebensolchen offenen, 2 Langholzwagen für 15 *t* Nutzlast mit Bremse, 6 desgleichen ohne Bremse, 1 Post- und Gepäckswagen, 1 Montagewagen, 2 Bahnmeisterwagen, 1 Fahrraddraisine, 2 Schneepflügen.

Die Motorwagen Serie MBCiD wurden als zweiachsige Wagen mit freien Lenkachsen zur Ausführung gebracht. Sie besitzen einen Abteil zweiter Klasse mit 8 Sitzplätzen, einen Abteil dritter Klasse mit 25 Sitzplätzen, einen zwischen diesen Abteilen liegenden Gepäcksraum und zwei vollständig geschlossene, durch Flügeltüren zugängliche Plattformen für zusammen 15 bis 20 Stehplätze. Die Abmessungen der Wagen sind folgende:

Gesamtlänge einschließlich Puffer	10·64 *m*
Untergestellänge	9·40 „
Äußere Kastenbreite	2·90 „
Radstand	5·00 „
Raddurchmesser im Laufkreise	1·00 „

Die einteiligen Achsbüchsen, die Tragfedern, die Federhängung, das Laufwerk und die Zug- und Stoßvorrichtung sind genau, die übrigen Konstruktionsteile hingegen möglichst nach dem einheitlichen Normale der österreichischen Eisenbahnen ausgeführt. Die Achsbüchsen haben in den Achshaltern ein Spiel von je 16 *mm* in der Längsrichtung und je 10 *mm* in der Querrichtung.

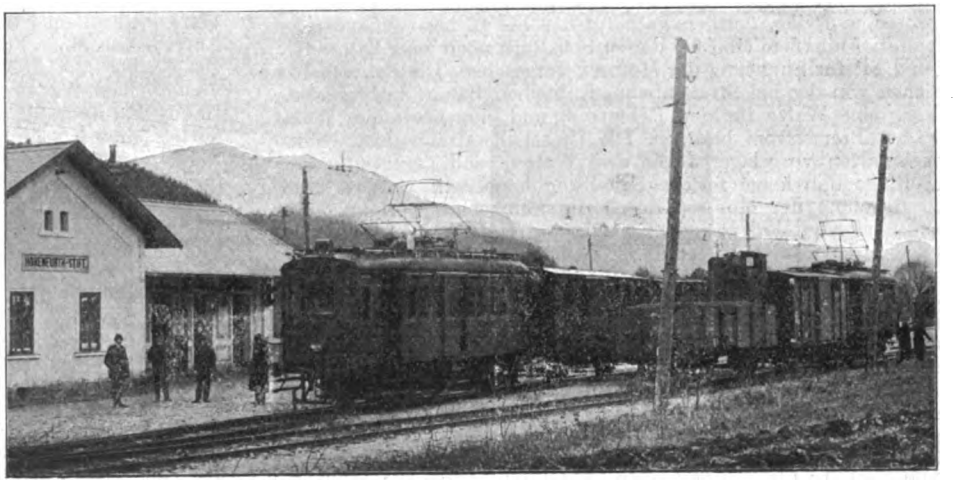


Fig. 3. Motorwagenzüge.

Digitized by Google

Die Tragfedern sind zwölfblättrig aus Spezialstahl mit einem Blattquerschnitte von 92 × 13 *mm* und einer Hauptblattlänge von 1910 *mm*.

Jeder Motorwagen ist mit einer fünfklötzigen Ausgleichshandbremse mit Schraubenübersetzung und einer selbsttätigen Luftsaugebremse mit elektrischem Antriebe ausgerüstet; letztere wird als Gebrauchsbremse benutzt. Die Handbremse und die elektrische Kurzschlußbremse dienen als Notbremse. Das Gesamtübersetzungsverhältnis der Handbremse beträgt 852·6; das der Luftsaugebremse 9·3; es entspricht dies einem Bremsdrucke von 12.789 bezw. 13.020 *kg*. Die Betätigung der beiden Bremsen erfolgt von beiden Plattformen aus, und zwar erstere mittels eines Handrades, letztere mittels des bekannten Bremsschalters. Die Motorwagen besitzen ferner mechanische Sandstreuvorrichtungen, Warnungsglocken für Fußbetätigung, durch die Abluft der Luftsaugepumpe zu betätigende Signalhuppen, Anrufglocken mit Riemenzug, Schienenräumer, Vorrichtungen zum Einhängen von Schneepflügen, eine Dachleiter und Notkerzenlampen im Wageninnern.

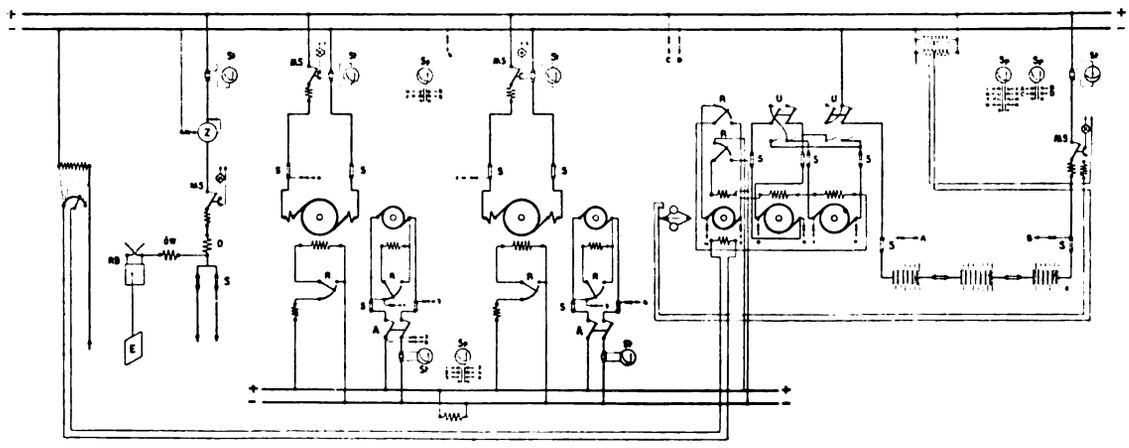


Fig. 4. Schaltbild des Kraftwerkes.

In jedem Motorwagen sind zwei Reihenschlußmotoren mit Wendepolen eingebaut deren Schaulinien Fig. 2 zeigt. Die Stundenleistung jedes Motors beträgt 86 *PS*, bei 1200 *V* und 480 U. p. M. Die Zahnräder haben eine Übersetzung von 1 : 3·71. Das Gehäuse der Motoren ist einteilig, die Ankerlager sind für Ringschmierung, die Stützlager für Polsterschmierung eingerichtet. Die Stromabnahme von der Fahrleitung erfolgt durch einen auf dem Wagendache isoliert angebrachten Scherenstromabnehmer mit zwei Schleifbügeln. Derselbe kann von jeder Plattform aus mittels Leinen, die durch das Wagendach vermittels besonderer Dacheinführungen hindurchgeführt sind, von der Fahrleitung abgezogen bezw. an den Fahrdraht angelegt werden. Die beiden Selbstschalter und zugleich Handausschalter jedes Wagens befinden sich auf dem Dache und liegen in Hintereinanderschaltung. Die mit isolierten Griffen versehenen Stangen für die Handbetätigung der Schalter gehen durch das Wagendach und sind vom Wagenführer bequem zu handhaben. Auf dem Dache ist ferner die Blitzschutzvorrichtung, bestehend aus Hörnerblitzableiter, Drosselspule und Kohlenwiderstand angebracht.

Auf jeder Plattform ist ein Fahrschalter mit 13 Fahr- und 8 Bremsstufen angeordnet. Bei den Fahrstufen 1 bis 7 werden die Motoren in Reihe, bei den Fahrstufen 9 bis 13 nebeneinander geschaltet. Außerdem sind bei diesen Schaltern noch zwei Fahrstufen (8 und 14) für Shuntung der Motoren vorgesehen. Die Fahrschalter weichen von der bei Straßenbahnen üblichen Bauart insoferne ab, als sie eine Walze für den Fahrstrom und eine besondere Walze für den Bremsstrom besitzen. Die Umschaltwalze ist den beiden Schaltwalzen vorgelagert. Alle drei Walzen sind gegenseitig verriegelt, so daß keine falsche Schaltung hergestellt werden kann. Die Regelung der Motoren durch die Fahrschalter erfolgt unter Benutzung von Widerständen, welche am Untergestell der Wagen zwischen den beiden Räderpaaren isoliert aufgehängt sind.

Für die Beleuchtung der Wagen dienen 16 Glühlampen in zwei Stromkreisen. Hievon sind in den beiden Scheinwerfern je zwei, in den beiden Signallampen je eine und die übrigen in den Innenbeleuchtungskörpern untergebracht. Die beiden Plattformlampen sind umschaltbar.

Die Beheizung erfolgt durch acht Heizkörper von je 500 *W*. Von diesem sind zwei Stück in dem Abteil zweiter Klasse und sechs Stück in dem Abteil dritter Klasse angeordnet; je zwei dieser Heizkörper sind hintereinander geschaltet. Die Sicherungen und Ausschalter der Licht- und Heizstromkreise sind in einem besonderen eisernen Kasten untergebracht, der nur geöffnet werden kann, wenn die Ausschalter in ihre „Aus"-Stellung gebracht sind. In dem gemeinsamen Stromkreise für die Beleuchtung und Beheizung der Anhängewagen liegt vor jeder Kupplungsdose ein Ausschalter; diese Schalter sind mit den Kupplungsdosen derart in Verbindung gebracht, daß das Einstecken der Kupplungen in die Dosen nur erfolgen kann, wenn ausgeschaltet ist.

Die Verlegung der Licht- und Heizleitungen ist durchgehends in Stahlrohren System P e s c h e l erfolgt. Die Motor- und Widerstandsleitungen wurden in den ⊨-Eisenlängsstreben des Wagenuntergestelles verlegt. Diese Streben sind mit starkem Eisenblech abgedeckt, so daß die Leitungen vollständig in einem eisernen Kanal eingeschlossen sind.

Die Gehäuse der Fahrschalter, die Schutzkästen der Selbstschalter, die Kappen der Licht- und Heizschalter, die Schutzrohre der Heizkörper, sowie die Kästen für die Licht- und Heizstromsicherungen sind geerdet.

Das Leergewicht der vollständig ausgerüsteten Motorwagen beträgt 18.700 *kg*, wovon 13.000 *kg* auf den wagenbaulichen Teil, einschließlich Luftsaugebremse entfallen. Fig. 3 zeigt eine Ansicht der Motorwagen.

Für Verschubzwecke und auch zum Befördern von Lasten dient eine zweiachsige Lokomotive. Der mechanische Aufbau derselben besteht aus einem kräftigen Untergestell aus Walzeisen mit normaler Zug- und Stoßvorrichtung mit vierklötziger Spindelbremse und Radreifenräderpaaren. Der Kasten ist aus Eisenblech, der Fußboden aus Holz hergestellt. Die zu jedem Laufrad führenden Sandstreuer werden mechanisch betätigt. Unter dem Fußboden ist eine Warnungsglocke für Fußbetätigung angebracht. Die Gesamtlänge der Lokomotive einschließlich Puffer beträgt 6·24 *m*, die Untergestelllänge 5 *m*, die äußere Kastenbreite 2·07 *m*, der Radstand 2·8 *m* und der Raddurchmesser im Laufkreise 0·9 *m*.

Die elektrische Ausrüstung besteht aus zwei dauernd in Reihe geschalteten Motoren, deren Stundenleistung zusammen 70 *PS* beträgt, wobei der Lokomotive eine Geschwindigkeit von etwa 14 *km*/Std. erteilt wird. Die Zahnradübersetzung beträgt 1 : 7·29. Der Fahrschalter besitzt 14 Fahr- und 8 Bremsstufen. Anlaß- und Bremswiderstände sind unter dem Fußboden der Lokomotive angebracht. Der Bügelstromabnehmer besitzt auch noch eine lotrechte Federung, um das Durchziehen desselben an jeder Stelle der Leitung bequem zu ermöglichen. Da nur ein Selbstschalter vorhanden ist, so wurde auch noch eine Hauptsicherung vorgesehen. Die Blitzschutzvorrichtung sowie auch der Selbstschalter sind ganz gleich denen der Motorwagen ausgeführt. Zur Beleuchtung der Lokomotive dienen vier Scheinwerfer, zwei Signallampen und zwei Deckenlampen am Führerstand.

Die Bahn bezieht den Strom aus dem Kraftwerk Obermühle, welches unmittelbar an der Trasse in Km. 8·2 gelegen ist. Das Werk liegt an einer Gefällstufe der Moldau und erhält normal seinen Antrieb von einer Francis-Turbine mit einer Maximalleistung von 195 *PS* bei 80 U. p. M., einem Nutzgefälle von 3650 *mm* und einer sekundlichen Wassermenge von 5·2 m^3. Die Turbine, welche mit Hand- und hydraulischer Automatregulierung versehen ist, arbeitet mittels einer Kegelrad-Übersetzung auf eine horizontale Vorgelegewelle, von welcher durch Riemen zwei Gleichstrom-Generatoren für eine Leistung von je 100 *kW* bei 950 U. p. M. und 1280 *V*, sowie eine Lade- und Ausgleichmaschine System P i r a n i angetrieben werden. Zum Ausgleich von Belastungsstößen wurde eine Akkumulatorenbatterie mit einer Leistung von 148 *A*/Std. vorgesehen. Für den fahrplanmäßigen Betrieb genügt ein Generator und die Batterie, so daß volle Reserve vorhanden ist. Für wasserarme Zeiten ist eine Dampfreserve vorgesehen. Die vorerwähnte Vorgelegswelle kann mit einer Verlängerung gekuppelt werden, auf welche ein Lanzsches Heißdampf-Lokomobil mit Ventilsteuerung und Kondensation für eine Dauerleistung von 170 *PS* bei 190 U. p. M. treibt.

Die Schaltanlage ist in einem abgeschlossenen Raum untergebracht, und nur die versenkten Meßinstrumente, Schalthebel und die Antriebe der Regler sind von der Maschinenhausseite sichtbar bezw. zugänglich.

Digitized by Google

Unmittelbar beim Kraftwerk wurde in die Fahrleitung ein Streckentrenner eingebaut. Die auf diese Weise entstehenden beiden Abschnitte werden vom Kraftwerk aus getrennt gespeist. Die Speiseleitungen sind durch Maximalschalter gesichert.

Die Unter- und Oberbauarbeiten, sowie die Hochbauten wurden vom Aktionskomitee in eigener Regie ausgeführt. Das Schaltbild des Kraftwerkes zeigt Fig. 4.

Der mechanische Teil der Fahrbetriebsmittel wurde von den Ringhoffer-Werken A.-G., die Francis-Turbine im Kraftwerk von der Leobersdorfer Maschinen-Fabrik A.-G., das Reservelokomobil von Heinrich Lanz und die Batterie von der Akkumulatorenfabrik A.-G. in Wien geliefert, während die gesamte elektrotechnische Ausrüstung der Strecke und Fahrbetriebsmittel, sowie des Kraftwerkes nach den Projekten und unter der Leitung der Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke ausgeführt wurde.

Die Hohenfurther elektrische Lokalbahn steht nunmehr bereits zwei Jahre ohne den geringsten Anstand im Betriebe, welcher von der k. k. Staatsbahndirektion Linz geführt wird.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Statistik der Vereinigung österreichischer und ungarischer Elektrizitätswerke für das Rechnungsjahr 1912*). (Bearbeitet vom betriebsstatistischen Bureau der Wiener städtischen Elektrizitätswerke. Die im Dezember 1913 herausgegebene Statistik enthält betriebstechnische und wirtschaftliche Angaben über 94 (im Vorjahre 78) dieser Vereinigung angehörende Elektrizitätswerke; von diesen erzeugen 28 Gleichstrom, 46 Wechselstrom und Drehstrom und 20 gleichzeitig Gleichstrom und Wechselstrom bezw. Drehstrom. Nach dem Antrieb geordnet sind 34 mit Dampf, 7 mit Dieselmotoren, 2 mit Gasmotoren, 23 mit Wasserturbinen, 19 mit Wasser- und Dampfmotoren, 6 mit Wasser- und Dieselmotoren und 4 mit Dampf- und Dieselmotoren betrieben. Ein Anhang zur ersten Tabelle enthält Angaben über Abänderungen der Tarife vom Vorjahre, ein weiterer Anhang Ergänzungen der Tabellen betreffend Wasserkraftanlagen mit Angaben über die Wasserverhältnisse und die Betriebsergebnisse mit und ohne Reservekraftanlagen. Bezüglich der Tarife sei bemerkt, daß mehrere Werke den Sperrstundendoppeltarif für Kraft neu eingeführt haben. Eine etwas eigenartige Unterteilung haben die „Betriebsausgaben" erhalten, indem an Stelle der üblichen (Statistik der Vereinigung in Dresden) Teilung in Kosten der Stromerzeugung, Stromfortleitung und Strommessung, die Unterscheidung in die Kosten für Stromerzeugung, Stromumformung, anderweitige Ausgaben, Instandhaltungskosten und sonstige Abgaben getreten ist, deren Übersichtlichkeit wohl zu wünschen übrig läßt. Wünschenswert dürften auch Angaben über die Zunahme der Anschlußwerte sein, unter besonderer Anführung jener für Koch- und Heizapparate.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Die Widerstandsfähigkeit der Garbe-Platte. Von F. Loch. Bei Garbe-Kesseln war die Feststellung der Widerstandsfähigkeit der stufenförmig gepreßten Platten gegen hohe Drücke bisher nicht gut möglich. Die Düsseldorf-Ratinger Röhrenkesselfabrik ließ nun einen für 20 Atm. bestimmten Probekessel bauen und durch die Materialprüfungsanstalt der technischen Hochschule in Stuttgart Messungen vornehmen, um die eingangs erwähnten Garbe-Platten auf ihre Widerstandsfähigkeit zu prüfen. Der Verfasser berichtet über die bezüglichen Messungen. Durch die Versuche sollte ermittelt werden, in welchem Maße die Garbe Platte des Kessels, in deren Rohrlöcher bei dem Versuchskörper oben zugeschweifte Rohrabschnitte eingewalzt waren, unter dem Druck von 40 Atm. bleibend ihre Gestalt ändert. Es wurden zu diesem Zwecke für je acht Stellen der beiden Längsnähte des Kessels gut passende Schablonen hergestellt. An den abgestuften Stellen der Garbe-Platte wurden Meßstifte angebracht, welche in Winkeleisen geführt waren. Die Meßstifte erfuhren infolge der Bewegungen, die die Oberfläche der Garbe-Platte auf Grund eines inneren Überdruckes durch Druckwasser ausführte, gegenüber dem aus Eisenträgern bestehenden Meßgestell Verschiebungen, deren Größe mittels Mikrometerschrauben gemessen wurde. Die durch den Wasserdruck erzeugten Formänderungen für 20, 25 und 40 Atm. wurden durch Anlegen der Schablonen ermittelt. Es konnten bleibende Formveränderungen der Kesselwandung selbst bei dem höchsten Drucke von 40 Atm. nicht festgestellt werden und erscheint demnach die große Widerstandsfähigkeit der Garbe-Platte bei Garbe-Kesseln auch für weit höhere Betriebsdrücke als 20 Atm. erwiesen. (Z. d. V. D. I., 7. 2. 1914.)

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 347.

Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger.

Die Gaskraftzentrale des Steinkohlenbergwerkes „Von der Heydt". J. Recktenwald. In der Zentrale arbeiten gegenwärtig vier Maschinen mit zusammen 1885 *PS* Höchstleistung, die von einer Ringgeneratoranlage aus mit Kraftgas betrieben werden. Die beiden größeren, von je 1100 und 550 *PS* sind doppeltwirkende Viertaktmaschinen, Bauart Körting, erstere mit vier Zylindern in Zwillingstandem-, letztere mit zwei Zylindern in Tandemanordnung; der innere Zylinderdurchmesser beträgt 765 *mm*, der Hub 900 *mm*, der Schwungraddurchmesser ohne Pole 4500 *mm*, die Tourenzahl pro Minute 150, der Ungleichförmigkeitsgrad 1 : 300, die Kolbengeschwindigkeit 4·5 *m*/Sek., der Kolbenstangendurchmesser 220 *mm*, der Kompressionsdruck 8 bis 10 Atm., die größte axiale Länge der Maschine 14 *m* und das Gewicht 155·85 *t*. Die Regelung erfolgt durch Mengenveränderung des zugeführten Gemisches von unveränderlicher Zusammensetzung. Die Maschinen besitzen Bosch-Zündung (mit Verstellbarkeit des Zündzeitpunktes) und sind mit Zylinder-, Deckel-, Kolben-, Stopfbüchsen- und Auslaßventilkühlung versehen. Der Kühlwasserverbrauch beträgt zirka 45 *kg* pro *PS* bei 13 bis 15° Ein- und 45 bis 50° C Austrittstemperatur. Der Schmierölverbrauch beträgt zirka 1·4 *g* pro *PS*/Std. Das Anlassen erfolgt mit Druckluft von 5 Atm., wobei die Maschinen durch ein elektrisch angetriebenes Schaltwerk in die Anlaßstellung gebracht werden. Der tatsächliche Gasverbrauch, einschließlich des Mehrverbrauches der geringbelasteten Maschinen, stellt sich auf 4000 WE für die nutzbar gemachte *kWh*, das ist 4 m^3 Gas.

Jede der beiden Maschinen treibt einen Drehstromgenerator direkt an, die bei der angegebenen Tourenzahl und 100 Polwechsel pro Sekunde 720 bezw. 360 *kW* bei cos $\varphi = 0{\cdot}85$ und 5300 *V* leisten. Die beiden Maschinen arbeiten je nach Bedarf eine allein oder beide zusammen und können durch einen Transformator mit den beiden Kraftwerken Heinitz und Louisenthal der Saarbrücker Bergwerksdirektion parallel arbeiten. Umgekehrt bildet das Ringkabel dieser Kraftwerke auch die Reserve für das „Heydt"-Kraftwerk. Die beiden kleineren Maschinen von je 60 und 175 *PS* sind einfachwirkend, arbeiten im Viertakt und treiben mittels Riemen Gleichstrommaschinen an.

Die ganze Zentrale leistet pro Tag zirka 15.000 *kWh*, von denen 1000 für das Kraftwerk selbst nötig sind. Der Rest — monatlich 420.000 *kWh* — wird anderweitig nutzbar gemacht und seine Erzeugungskosten stellen sich auf 2·588 Pfg. pro 1 *kWh*, wobei gegenwärtig die Belastung nur 54% der Volleistung beträgt. Diese Kosten werden sich bei künftiger stärkerer Belastung verringern.

(Öl- und Gasmaschine, Februar 1914.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Über die Worthington-Rotationsluftpumpe als Hilfsmaschine bei Kondensatoren. Die Pumpe stellt einen eigenartig ausgebildeten Strahlsaugeapparat dar und besteht im wesentlichen aus vier Teilen: Einem Düsenkopf, einem Strahlumformungsrad, einer Kammer für die Aufnahme dieses Rades, in die die Luft eingesaugt wird, und die mit dem Kondensator in Verbindung steht und einem Diffusor mit Einlaufstück. Im Boden des Düsenkopfes befindet sich eine Düse mit Ringquerschnitt, unmittelbar darunter die Luftkammer mit dem Wasserstrahlumformer, der den aus der Düse austretenden ringförmigen Wasserstrahl in eine Anzahl nahezu rechteckiger Strahlen zerteilt. Die Wasserstrahlen werden durch das ausbalancierte Rad in rasche Drehbewegung versetzt und durch das Einlaufstück und den Diffusor nach einer Schraubenlinie mit veränderlicher Steigung hindurchgetrieben. Mit zunehmender Verdichtung der eingesaugten und mitgeführten Luft, nehmen Steigung und Geschwindigkeit der Wasserstrahlen ab. Die Luft tritt um den Strahlumformer herum ein, wird eingeschlossen, von den austretenden Wasserstrahlen mitgerissen und auf dem Wege vom Eintritt in das Einlaufstück bis zum Austritt in den Sammelbehälter auf Atmosphärenspannung verdichtet. Das Betriebswasser wird von einer gewöhnlichen Zentrifugalpumpe durch ein Regulierventil zu dem Düsenkopfe gedrückt, von wo es durch die Düse, den Umformer und das Ansatzrohr zum Sammelbehälter strömt, in dem es entlüftet wird, um von neuem durch die Pumpe angesaugt zu werden. Die Luftpumpe ist ebensowohl bei einem Oberflächenkondensator, als auch bei einem Einspritzkondensator anwendbar. Der Raumbedarf ist gering. Der Sammelbehälter für das Betriebswasser kann unter, neben, oder auch über dem Pumpenaggregat angeordnet werden. Die Temperatur des Wassers hat auf die Höhe des Vakuums keinen Einfluß. Der Wasserverbrauch der Pumpe ist ein sehr geringer, so daß auch der Sammelbehälter klein sein kann. Die Pumpe ist besonders für Betriebe mit wechselnder Belastung geeignet und

Digitized by Google

bedarf keiner Wartung. Bei starker Belastung geht das Vakuum etwas zurück, stellt sich jedoch bei Eintritt normaler Belastung wieder auf die ursprüngliche Höhe rasch ein. Das erzielte Vakuum schwankt zwischen 92 bis 96%. Derartige Pumpen wurden mehrfach bei Kondensationsanlagen bis zu einer stündlichen Leistung von 20.000 *kg* Dampf ausgeführt.

(Z. f. d. ges. Turbinenwesen, 20. 1. 1914.)

Vertikale Wasserturbinen mit einem Laufrade für kleine Gefälle. Von H. B. Taylor. Bei Wasserkraftanlagen mit kleinem Gefälle werden heute einräderige Turbinen für immer größere Leistungen gebaut. Während noch vor fünf Jahren eine spezifische Geschwindigkeit von 275 für sehr hoch angesehen wurde, werden heute spezifische Geschwindigkeiten bis zu 400 mit einem höheren Wirkungsgrade als bei mehrräderigen Turbinen erzielt. Der Verfasser illustriert dies an zwei Beispielen aus der amerikanischen Praxis und erörtert hierauf eingehend die Nachteile der Wasserturbinen mit zwei oder mehreren Laufrädern und die wichtigsten Vorteile der einräderigen Bauart.

Letztere lassen sich wie folgt zusammenfassen: Ein einziger Schützenmechanismus, dementsprechend geringe Anzahl bewegter Teile und Verringerung der Möglichkeit einer Betriebsstörung, Möglichkeit der Herstellung einer idealen Saugröhre mit allmählich zunehmendem Querschnitt, wodurch die höchsten spezifischen Geschwindigkeiten angewendet werden können. Möglichkeit des Aubaues einer spiralförmigen Turbinenkammer direkt aus dem Beton, ähnlich wie die gußförmigen Spiralgehäuse für Turbinen mit hohem Gefälle, wodurch das Arbeitswasser dem Laufrad mit gleicher Geschwindigkeit am ganzen Umfang zugeführt werden kann, was einen gleichförmigeren Betrieb und höheren Wirkungsgrad zur Folge hat. Bei mehrräderigen Turbinen müssen die Laufräder in offene Wasserkammern gesetzt werden, bei welchen das Arbeitswasser Wirbelbildunges erleidet und nicht mehr gleichförmig dem Laufrade zugeführt werden kann. Um nun die durch diese Wirbelbidung hervorgerufenen Wirkungsgradverluste zu vermeiden, muß die Wassergeschwindigkeit in den offenen Kammern niedrig gehalten werden, was durch Vergrößerung der Abmessungen derselben und dahsr auch des Abstandes zwischen den einzelnen Rädern bewirkt wird. Zugunsten der einräderigen Turbinen spricht noch, daß mit diesen ein bis 6% höherer Wirkungsgrad als bei mehrräderigen Turbinen für niedrige Gefälle erreicht werden kann, und daß heute zufriedenstellend arbeitende Drucklager bereits für die größten Leistungen gebaut werden, die sich praktisch bereits bewährt haben. Es ist anzunehmen, daß aus diesen Gründen in Zukunft die einräderige Turbine beinahe ausschließlich für Wasserkraftanlagen mit niedrigem Gefälle gebaut werden wird. (Z. f. d. ges. Turbinenwesen, 10. 1. 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Untersuchung an Stromwandlern. Auf Veranlassung des V. D. E. hat die Physikalisch-Technische Reichsanstalt eine Methode zur technischen Prüfung von Stromwandlern ausgearbeitet, über welche H. Schering und E. Alberti berichten. Zu messen ist das Verhältnis $\dot{U}$ des Primärstromes J_1 zum Sekundärstrom J_2 und der Winkel δ, um den die Phasenverschiebung des Sekundärstromes gegen den primären von 180° abweicht. Die Schaltung zeigt Fig. 1. In die Primäre und Sekundäre des Stromwandlers sind induktionsfreie Widerstände N_1 bezw. N_2 eingeschaltet, die so bemessen werden, daß $J_1 N_1$ vier- bis achtmal größer als $J_2 N_2$ ist. Zu N_1 parallel liegt der Widerstand R von rund 200 Ohm; von dem veränderlichen Teil r_1 wird die Spannung abgenommen und gegen die an N_2 herrschende über das Vibrationsgalvanometer geschaltet, wobei r_1 auf das Minimum des Ausschlages eingestellt wird. Zu einem anderen Teil r_2 von R ist ein Kondensator c parallel gelegt, durch den der Strom in r_1 und somit die Spannung dort eine Voreilung gegen J_1 erhält, bis sie die Spannung $J_2 N_2$ einholt. Das ist bei Stromlosigkeit im Galvanometer der Fall. Man hat dann

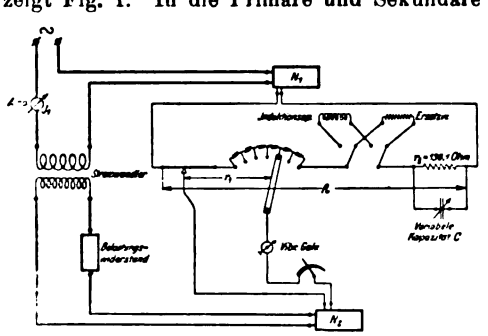


Fig. 1.

$$\dot{U} = \frac{J_1}{J_2} = \frac{N_2}{N_1}\,\frac{R}{r_1}\left(1 + \frac{N_1}{R}\right)\frac{1}{\cos\delta}.$$

Wenn man R konstant annimmt, so kann man, da $\dot{U}_0$ der Vollwert des Übersetzungsverhältnisses ist, auch setzen $\dot{U} = \dot{U}_0 . \frac{F}{r_1}$, also eine Konstante des Apparates durch den gefundenen Wert von r_1 dividiert, gibt ein Korrektionsglied, mit dem der Vollwert $\dot{U}_0$ zu multiplizieren ist. Für die Phasenverschiebung findet man

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{r_2^2\,\omega\,c}{R} \text{ oder } \delta = \frac{180 . 60 . r_2^2\,\omega\,c}{\pi\,R},$$

das heißt wenn R konstant bleibt, ist r_2 so zu wählen, daß δ der Kapazität proportional ist; an dem Wert dieser jeweils auf Stromlosigkeit einstellbaren Kapazität kann man den Wert für die Phasenverschiebung erkennen.

Die Verfasser besprechen ausführlich die anzuwendenden Korrektionen, ferner die Einrichtungen des Apparates und den Vorgang der Messung. Das Galvanometer ist eine in der Reichsanstalt für Messungen dieser Art gebaute Vibrationstype*). Die Widerstände N bestehen aus dünnem Manganinblech, das mit Glimmer zu einer Schleife zusammengelegt und selbstinduktionslos gemacht ist. Für Ströme bis 2000 A verwendet man mit Wasser gekühlte Rohrwiderstände aus Manganinrohren mit Gummischlauchanschluß. Werden immer typengleiche Wandler geprüft, so kann man N_1 und N_2 so wählen, daß die Konstante $F = \omega$, somit $N_2 = 0{\cdot}2\ \dot{U}_0 N_1$, dann ist r_1 um 2% von ω verschieden zu machen, also durch einen festen Widerstand von 39·2 Ohm und einen Schleifdraht von $2 \times 0{\cdot}8$ zu ersetzen und der letztere so zu teilen, daß man gleich den Fehler, also die Abweichung von $\dot{U}_0$, ablesen kann.

Vergleichsmessungen mit dem Elektrometer haben befriedigende Übereinstimmung gezeigt.

In einer früheren Arbeit zum Zwecke der Untersuchung von Stromwandlern haben E. Alberti und V. Vieweg nach der Kompensationsmethode den Magnetisierungsstrom von Stromwandlern bestimmt. Die beiden Komponenten des Magnetisierungsstromes J_0 in Richtuug und senkrecht zu J_1 ergeben sich zu

$$J_m = J_2 . \frac{n_2}{n_1} . \frac{\pi}{180 . 60} . \delta^{\min}$$

$$J_w = J_2 \left(\dot{U} - \frac{n_2}{n_1}\right).$$

N_2, N_1 sind die primären bezw. sekundären Windungszahlen. Die Ergebnisse der Messung werden verglichen mit den mittels des magnetischen Spannungsmessers von Rogowski**) erhaltenen; der Spannungsmesser wurde durch die primäre und sekundäre Spule des Stromtransformators geschlungen. Die Abweichungen in den Meßresultaten ergeben sich aus der Verschiedenheit in der Kurvenform, dadurch bedingt, daß der Spannungsmesser die Kurven immer etwas abflacht.

(Archiv f. El., Bd. 2, Hefte 5 und 7.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Theorie des Saitengalvanometers. R. Förster. Die Wirkungsweise des Saitengalvanometers beruht darauf, daß eine von einem Strome i durchflossene gespannte Saite in einem homogenen Magnetfelde eine Ablenkung erfährt. Das Magnetfeld wirkt mit einer Kraft, die proportional der Stromstärke vorauszusetzen ist. In der Bewegungsgleichung kommt daher zu dem Gliede, welches die von der Saitenspannung herrührende Kraft darstellt $\left(b^2 \frac{d^2 y}{d x^2}\right)$ noch ein Glied hinzu, welches man in die Form $a i$ setzen kann, so daß, wenn vom Bewegungswiderstand abgesehen wird, die Bewegungsgleichung lautet:

$$\frac{d^2 y}{d t^2} = b^2 \frac{d^2 y}{d x^2} + a i.$$

Ist der Strom ein sinusförmiger: $i = J \sin \omega t$, oder in komplexer Schreibweise: $i = J e^{j\omega t}$, so kann man für die Ausweichung y eines Punktes der Saite im Abstande x voraussetzen:

$$y = f(x) . e^{j\omega t};$$

$f(x)$ muß dann der Gleichung genügen:

$$b^2 \frac{d^2 f}{d x^2} + \omega^2 f = a J;$$

die Gleichung wird befriedigt durch $f = A \sin n t + B \cos n t + C$, wenn $n^2 = \frac{\omega^2}{b^2}$.

*) E. u. M. 1912, Seite 1029.
**) E. u. M. 1912, Seite 904.

Digitized by Google

Berücksichtigt man, daß für $x=0$ und $x=l$, f immer gleich Null sein muß, so bestimmen sich daraus die Konstanten A und B und man erhält:

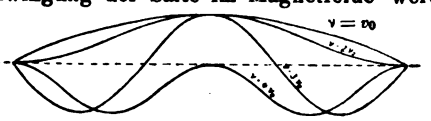
$$f(x)=\frac{a\,J}{b^2\,n^2}\left[1+\frac{\omega_1\,n\left(\frac{l}{2}-x\right)}{\omega_1\frac{n\,l}{2}}\right].$$

Setzt man zur Diskussion für $x=\frac{l}{2}(1\pm\varepsilon)$, so daß $\varepsilon=0$ der Saitenmitte, und $\varepsilon=1$ den Saitenenden entspricht, so kann man in die Formel für f anstatt n auch das Verhältnis $\frac{\nu}{\nu_0}$ zwischen Netzfrequenz ν und Eisenfrequenz der Saite ν_0 einführen, indem

$$\nu_0=\frac{b}{2\,l}\qquad n=\frac{2\,\pi\,\nu}{b}.$$

Es ergeben sich dann für verschiedene Werte von ν Schwingungsformen der ungedämpften Saite nach (Fig. 2). Infolge der Schwingung der Saite im Magnetfelde werden in ihr

Fig. 2.



EMKe induziert. Schwingt nun bei einer bestimmten äußeren Frequenz wie zum Beispiel $\nu=3\,\nu_0$ gleichzeitig ein Teil der Saite nach links und ein Teil nach rechts, so werden die durch das Magnetfeld induzierten EMKe einander entgegenwirken; bei diesen Werten der Frequenz wird die scheinbare Impedanz ein Minimum werden und daher die Empfindlichkeit ein Maximum. Hingegen werden bei Werten $\nu=4\,\nu_0$, $8\,\nu_0$ . . . usw. Minima der Empfindlichkeit auftreten. Unter dem Einflusse der Luftdämpfung ändern sich die Verhältnisse. Die Versuchsergebnisse zeigen genügende Übereinstimmung mit der mathematischen Theorie. (E. T. Z., 1914, Heft 6.)

Stromverteilung.

Stromverteilung in Drehstromnetzen von Überlandzentralen. Pietzsch. Bekanntlich treten in Netzen von 30.000 V weniger Störungen als in solchen von 10.000 bis 15.000 V auf, denn die ersteren dienen dem Energietransport auf große Entfernungen und erhalten auf dem größten Teil ihres Weges keine Anzapfungen, während die 10.000 bis 15.000 V-Netze als Verteilungsnetze häufig angezapft werden. Man verlegt Leitungen für die höhere Spannung auf Eisenmasten so hoch, daß eine Berührung mit Bäumen ausgeschlossen ist; Niederspannungsnetze für 10.000 bis 15 000 V müssen aber billig auf Holzmasten verlegt sein; sie gehen in die Dörfer hinein und haben daher viel mehr Isolatoren auf der gleichen Streckenlänge als die Hochspannungsfernleitung. Jede Störung an der Niederspannungsleitung teilt sich dem ganzen Netz mit. Der Verfasser empfiehlt, die Verteilung im Niederspannungsnetz mit 6000 V vorzunehmen, bei welcher Spannung viel weniger Störungen auftreten, die auch nicht große Folgen haben, ferner das Netz zu unterteilen und an mehreren Punkten zu speisen; es sind also von der Kraftstation 25000 bis 30000 V-Leitungen bis in das Netz zu führen. Der teuereren Hochspannungsleitung steht die billigere Niederspannungsleitung und Transformatorenstation gegenüber. Durch die Unterteilung des Netzes in einzelne Teile können Fehler leicht aufgedeckt werden. Bei der niedrigen Spannung von 6000 V sind Kurzschlüsse nicht so folgenschwer, die Überspannungsgefahr ebenfalls geringer.

Um Störungen, die in einem Netz auftreten, von dem Konsumenten abzuhalten, hat man in Derenburg folgende Einrichtung getroffen. In der Zentrale für 10.000 V sind zwei Sammelschienensysteme errichtet worden, von denen unabhängig die Fernleitungen abgehen oder an die Maschinen zugeschaltet werden können. Im störungslosen Betrieb arbeiten alle Maschinen auf ein Schienensystem, an das die Fernleitungen sowie eine Stadt mit 30.000 Einwohnern angeschlossen sind. Bei Sturm, Gewitter usw. wird die Stadt und ein Teil der Maschinen auf das zweite Schienensystem geschaltet, so daß Störungen im Hauptnetz in der Stadt nicht bemerkt werden. Dazu kommt noch der Vorteil der Möglichkeit des Austauschens der Anschlüsse und der Reserve bei vorübergehenden Störungen in der Schaltanlage.

(Mitt. Verein. Elektr. Werke, Bd. XIII, Heft 49.)

Leitungen.

Der Isolationswiderstand der oberirdischen Telegraphenleitungen und sein Einfluß auf den Betrieb. Dreisbach. Der Isolationswiderstand oberirdischer Leitungen unterliegt selbst bei Verwendung von Porzellandoppelglocken sehr starken Schwankungen. Bei Regen ist zwischen ungebrauchten und gebrauchten Glocken kein großer Unterschied, dagegen isolieren bei feuchtem Wetter, insbesondere bei Tau und Nebel, reine Glocken viel besser als unreine. Sehr niedrig, 5 Megohm und weniger, ist der Isolationswiderstand von Doppelglocken an der Küste, wo sich Salz auf den Glocken niederschlägt, und in der Nähe von gewerblichen Anlagen, die säurehaltige Dämpfe ausstrahlen. Außer vom Zustande der Glocken hängt der Isolationswiderstand auch davon ab, in welchem Grade die Leitungen mit Baumzweigen in Berührung kommen. Die Isolation schließt sich eng den Änderungen der Luftfeuchtigkeit an und bleibt bei trübem Wetter ziemlich stetig auf mittlerer Höhe. Bei Regenwetter sinkt sie bis zu 1 Megohm und beim Übergange von Frost zu Tauwetter, wobei die Glocken innen und außen feucht werden, auf 0·4 Megohm und darunter. Bei langen Leitungen, in deren Bereiche nicht durchwegs ganz trockenes oder ganz nasses Wetter herrscht, erreichen die Isolationswiderstände Mittelwerte. So sank die wahre Isolation für 1 *km* in den Leitungen Emden—Berlin (500 *km*) nicht unter 0·5 Megohm und in einer Leitung Emden—Wien (1225 *km*) nicht unter 1 Megohm.

Legt man 0·5 Megohm für das Kilometer Leitungslänge zugrunde, so ergeben die durchgeführten Berechnungen, daß die zulässige Leistungslänge für 3 *mm* starken Bronzedraht beim Arbeitsstrombetriebe 600 bis 700 *km* beträgt. Für 5 *mm* starken Eisendraht würde sie 400 *km* sein. Bei größerer Leitungslänge ist die Unterteilung durch Relaisübertragung erforderlich. Im allgemeinen kann angenommen werden, daß die Grenze für die Betriebsfähigkeit von Arbeitsleitungen erreicht ist, wenn der ankommende Strom auf die Hälfte seines Regelwertes sinkt.

Als Maß für die Betriebsfähigkeit einer Ruhestromleitung kann man das Verhältnis zwischen dem Stromrückstand am Leitungsende bei Tastendruck am Leitungsanfang und dem Strome in der Ruhe ansehen. Dieses Verhältnis ist bei ableitungsfreier Leitung gleich Null und nähert sich mit Zunahme der Ableitung immer mehr dem Werte 1. Die Leitung kann noch als betriebsfähig gelten, wenn das Verhältnis der Ströme nicht größer als 0·4 ist. In einem Stromkreise von 100 *km* Länge aus 3 *mm* Eisendraht (20 Ohm pro *km*) mit vier Anstalten zu je 125 Ohm Apparatwiderstand (Morse-Apparat mit parallelgeschalteten Spulen und ohne Relais) und 0·2 Megohm Isolationswiderstand pro *km* ergibt sich nach der durchgeführten Berechnung ein Verhältnis von 0·41.

(Archiv f. Post u. Telegr. Nr. 3, 1914.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Senkbremsung bei elektrischen Hebezeugen. E. Schwarz. Bei der normalen Gleichstrom-Senkbremsschaltung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft wird in der ersten Bremsstellung 0 der Motor als Generator geschaltet; in Stellung 1 wird dann das Feld kräftig erregt. In den Stellungen 2, 3, 4 der Kontrollerkurbel werden unter Abschaltung der Fremderregung Bremswiderstände in den Ankerkreis eingeschaltet und das Bremsmoment verringert. Wenn sich die Last nicht in Bewegung nach abwärts setzt, so wird in den Senkkraftstellungen 5, 6, 7 der Motor als solcher in der Senkrichtung mit allmählich verstärktem Feld betrieben. Gewöhnlich wird der Hubanlaßwiderstand als Senkbrems- und Senkkraftwiderstand verwendet.

Verfasser berechnet die Senkbremswiderstände für Hebezeuge, die eine bestimmte Last mit bestimmter Geschwindigkeit zum Senken bringen sollen. Wenn L die Last ist, die über eine bewegliche Rolle aus der Seiltrommel vom Halbmesser r_t wirkt, welche wieder durch eine Schnecke mit der Übersetzung $\ddot{u}$ angetrieben wird, so ist das zum Senken der Last an der die Schnecke treibende Motorwelle erforderliche Drehmoment

$$M_s=\frac{L}{2}\cdot r_t\cdot\frac{l}{\ddot{u}}\cdot\eta_s,$$

wobei der Wirkungsgrad beim Senken η_s mit dem beim Heben erzielten η_h in der Beziehung steht $\eta_s=\frac{2\,\eta_h-1}{\eta_h}$.

$M_s>0$ ist der Fall der Senkbremse, es muß abgebremst werden; $M_s<0$ heißt Senken mit Kraft, man muß also Strom dem Motor zuführen.

Der Verfasser bestimmt die zum Kraftsenken mit einer bestimmten Geschwindigkeit erforderlichen Vorschaltwiderstände auf graphischem Wege. Er benötigt dazu charakteristische Kurven des Motors, die im Prüffeld aufgenommen oder rechnerisch ermittelt werden können, und zwar Tourenzahl n, Drehmoment D und Ankerspannung e_a, alle drei als Funktion des Motorstromes. (Ankerspannung ist aus Klemmenspannung abzüglich Spannungsabfall im Feld und Anker zu nehmen.)

Für ein bestimmtes Moment M_s ermittelt man aus der Kurve $D=f(i)$ den Strom i, diesem entspricht ein Wert für die Tourenzahl, der aus der Kurve $n=f(i)$ entnommen wird und einer für die Ankerspannung e_a, aus der Kure $e_a=f(i)$ zu entnehmen. Da aber die Tourenzahl n_1 sein soll, so muß dement-

Digitized by Google

sprechend e_a auf e'_a reduziert werden, und zwar durch einen Vorschaltwiderstand $w = (e_a - e'_a) : i$. Ist der Widerstand zu groß, so muß man Widerstände parallel zum Anker schalten, wodurch das Feld verstärkt wird. Für diesen Fall ändern sich aber die drei charakteristischen Kurven, die nun neu aufzustellen sind; die Berechnung bleibt die gleiche. Beim Senkbremsen muß bekanntlich der Motor als Generator laufen. Um hier den einer bestimmten Geschwindigkeit entsprechenden Vorschaltwiderstand graphisch zu bestimmen, muß man vom Generator die bei einer bestimmten Tourenzahl n herrschende Beziehung zwischen der Klemmenspannung e_k und dem Strom i kennen und daraus rechnerisch die Beziehung $D = f(i)$ nach der Formel

$$D = \frac{975 \cdot e_k \cdot i}{n \cdot \gamma_g}$$

ermitteln, wo D das zum Betrieb des Generators nötige Drehmoment und γ_g den kommerziellen Wirkungsgrad bedeuten. Der Rechnungsvorgang ist dem obigen ähnlich.

(E. T. Z. Heft 5, 1914.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Die Aussichten der Elektrifizierung der Eisenbahnen. R. T. Smith. 1. Stadt- und Vorortеverkehr. Die Vorteile des elektrischen Betriebes liegen in der rascheren Zugsfolge (bis zu 48 Züge pro Stunde) infolge der erhöhten Beschleunigung, Geschwindigkeit und Verzögerung der elektrischen Einheiten, so daß die Zahl der beförderten Personen auf das doppelte jener des Dampfbetriebes gesteigert werden kann; die Grenze der Zugsfolge ist nur durch die Signalisierung gegeben. Die untere wirtschaftliche Grenze des elektrischen Betriebes liegt hier bei fünf Zugseinheiten pro Stunde und bei Stationsentfernungen zwischen 600 und maximal 2000 *m*. Das wesentliche Moment liegt in der Möglichkeit der Verwendung von Motorwagenzügen mit und ohne Beiwagen, wobei das Adhäsionsgewicht nicht unter 25% des Zugsgewichtes liegen soll. Die maximale Beschleunigung liegt bei 0·7 *m* pro Sekunde; im Londoner Vorortеverkehr wird bei einer Beschleunigung von 0·5 *m* pro Sekunde mit einer Stationsentfernung von 800 *m* eine Fahrgeschwindigkeit von 28 *km*/Std. erreicht, das Adhäsionsgewicht beträgt dort 81 *t* oder 46% des Zugsgewichtes, die Maximalleistung 1300 *PS* pro Zugseinheit; der Wattverbrauch steigt von 25 *Wh* bei 1600 *m* auf 50 *W* Std. pro *tkm* bei 600 *m* Haltedistanz. Oft kann der elektrische Vorortebetrieb auf Hauptstrecken mit Dampfbetrieb die Leistungsfähigkeit der Bahnlinie bedeutend steigern (Liverpool—Southport, Lancashire - Yorkshire R.), wobei Fahrgeschwindigkeiten von 50 *km*/Std. (1500 bis 2000 *m* Stationsentfernung) erreicht werden.

Die Londoner Untergrundbahnen beförderten im Jahre 1912 436 Millionen Personen (mittlerer Fahrpreis 15 h), die Vorortestrecken der Hauptbahnen 250 Millionen Fahrgäste, wogegen die Straßenbahnen 800 Millionen (Abnahme 3%) und die Omnibusse 550 Millionen Passagiere (Zunahme 37%) hatten*).

In Berlin (Dampfbetrieb) wurde mit 7·5 h Einnahme pro Fahrgast kein Gewinn erzielt. Bei kleinen Vorortebahnen erreichen die festen Betriebskosten 60% der Gesamtkosten, während zwei Drittel der veränderlichen Kosten auf die Energie entfallen; allerdings sollten die Kosten der Energie auf 50% der veränderlichen, das ist auf 2·5 h pro *kWh* reduziert werden.

2. Schnellverkehr. Hier kommt die höhere Zugkraft nur bei mittleren Geschwindigkeiten zugunsten des elektrischen Betriebes mit Seriencharakteristik in Betracht**). Genaue Vergleiche lassen sich jedoch nur auf Grund individueller und örtlicher Verhältnisse anstellen. In England dürfte ein Strompreis von 2·5 bis 3 h pro *kWh* rentabel erscheinen, wobei sich die Kosten des Zugskilometers (samt Verzinsung) auf etwa 40 bis 48 h stellen bei einer Jahresleistung von 65.000 bis 80.000 Zugskilometern. Im Mittel werden nur 40.000 Zugskilometer erreicht, gegen 24.000 beim Dampfbetrieb. Eine Reduktion des Strompreises auf 1 bis 1·5 h pro *kWh* (!) macht die elektrische Lokomotive auf jeden Fall konkurrenzfähig.

3. Güterverkehr. Derselbe kann beim elektrischen Betrieb wesentlich gesteigert werden zufolge der höheren Zugkraft, der erhöhten Geschwindigkeit und dem höheren Adhäsionsgewicht der elektrischen Lokomotive; ferner kommen zugunsten der letzteren die geringeren Instandhaltungskosten in Betracht, so daß hier schon ein Strompreis von 5 h pro *kWh* noch wirtschaftlich sein kann.

Aus der Diskussion über diese Frage sei folgendes hervorgehoben:

H. W. Firth bemerkt, daß die praktisch erzielbare Verkehrsdichte weit unter 48 Zügen pro Stunde liegt; in Berlin wurden maximal 40 elektrische Züge auf freier und 38 auf Kopfstrecken erreicht, gegen 32 bezw. 21 mit Dampfbetrieb.

J. B. Sparks führt an, daß bei Verringerung der Strompreise um 50% die gesamten Betriebsausgaben nur um 8% fallen; andererseits dürften die Bezugskosten kaum unter 3·5 bis 4 h pro *kWh* zu erzielen sein. Die bisher erreichten Maximalleistungen der elektrischen Lokomotive liegen bei 85.000 Zugskilometern, im Mittel bei 50.000 (Pennsylvanienbahn).

S. T. Smith betont, daß die Elektrifizierung nicht immer vom wirtschaftlichen, sondern vom Verkehrsstandpunkte zu beurteilen ist, da die elektrische Lokomotive, namentlich bei längeren Steigerungen, sich hinsichtlich der Zugkraft günstiger verhält als die Dampflokomotive (Lötschbergbahn).

(Journ. of Inst. Electr. Eng., 16. 2. 1914.)

Elektrische Bahn mit Stromrückgewinnung Gergal-Santa Fé (Spanien). Diese im Bergwerksgebiet von Santa Fé gelegene eingeleisige Strecke von 22 *km* mit durchwegs 28% Steigung soll mit Drehstrom betrieben werden; es ist dies die erste elektrische Bahnanlage in Spanien.

Die elektrischen Lokomotiven dienen ausschließlich für Erzzüge, während der Passagierdienst nach wie vor durch dampfbetriebene Züge versehen wird. Durch Einführung des elektrischen Betriebes wurde die Geschwindigkeit der nach Gergal aufsteigenden Züge von 12 auf 25 *km*/Std. erhöht, wodurch eine viel größere Verkehrsdichte ermöglicht wurde. Es werden stets gleichzeitig zwei entgegenfahrende Züge von beiden Endstationen abgelassen, die sich in Fuente-Santa kreuzen. Da die nach Gergal fahrenden leeren Züge 150 *t* und die gegen Santa Fé fahrenden Trains 450 *t* Gewicht besitzen, eignet sich die Strecke zur Stromrückgewinnung, die am einfachsten mit Drehstrombetrieb durchzuführen ist. Die Kraftlieferung ist aus Gründen der späteren Erweiterung des elektrischen Betriebes nach Santa Fé verlegt, wo ein Generator von 750 *kW* (bei $\cos\varphi = 0{\cdot}8$), 25 ∾, 6000 *V* aufgestellt ist, dessen Antrieb durch eine Lentz-Compoundmaschine von 700 *PS* erfolgt. Die Oberleitung besteht aus zwei Arbeitsleitern von 8 *mm* Durchmesser, die 5·6 *m* über S. O. liegen. Die Schienen dienen als dritter Leiter. Da die Schienenbelastung nicht 13 *t* pro Achse übersteigen durfte und das Gesamtgewicht der Lokomotive mit 52 *t* festgelegt war, wurde die elektrische Leistung von 640 *PS* auf zwei Traktionswagen verteilt, mit je zwei Triebachsen, die normal gekuppelt werden. Die Antriebsmotoren sind mit Kurzschlußanker gebaut, während der Stator die doppelte Polzahl (12) besitzt bei einer Leistung von 220 *PS* bei 550 *V*. Sie betätigen die Triebachsen über ein Reduktionsgetriebe und werden von einem Drehstromtransformator von 300 *kVA* Leistung gespeist. Die äußere Form der Lokomotiven entspricht jener der geschlossenen spanischen Wagen. (Technique Moderne, 1. 3. 1914.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Ein Wolframvakuumofen wurde von G. Oesterheld beschrieben. Die meisten dieser Ofentypen kranken an dem Umstand, daß das Vakuum sehr zu wünschen übrig läßt. Es wurden deshalb bei der Konstruktion alle beweglichen Dichtungen vermieden. Die Stromzuführungen sind 40 *mm* weite Kupferrohre, die fest und isoliert in einem Deckel sitzen. Zur Herabsetzung der Strahlungsverluste ist der erhitzte Teil mit einem Magnesitmantel mit Schauloch umgeben. Die Substanz wird in feuerfestem Schiffchen in das Heizrohr eingeführt und der Deckel auf den Kupferkessel mit Schrauben vakuumdicht aufgepreßt. Das Ganze kommt auf einen Rost in einem Kühlgefäß. Die Temperatur wird durch Regulierung des Primärstromes eingestellt. Als Heizelement dient ein größeres Wolframrohr, das aus einer Paste aus Wolframpulver und Kolloidwolfram gepreßt ist. Der Apparat läßt sich auch als Vakuumlichtbogenofen zusammensetzen. Bei Verwendung als Kurzschlußofen lassen sich im Wolframofen Temperaturen bis zu 2500° beliebig einstellen und konstant halten. Wenn nötig, kann die Temperatur eine Minute nach dem Einschalten bereits 2000° C betragen. Zum Betrieb dient ein Transformator, der auf der Sekundärseite eine Maximalstromstärke von 2500 *A* gibt. (Chem. Ztg., 10. 2. 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Vektorfeld und Vektorpotential. W. Rogowski. Ebenso wie der mathematische Begriff eines Differentialquotienten veranschaulicht wird, dadurch, daß man von der graphischen Darstellung einer Funktion durch eine Kurve ausgeht, und den Differentialquotienten der Funktion durch den Winkel, welchen die geometrische Tangente bildet, bestimmt, ebenso kann man den mathematischen Begriff des Rotors eines Vektorfeldes veranschaulichen durch Zuordnung einer elektrischen Strömung zu dem mit ihr verbundenen magnetischen Felde. Wenn für alle Punkte des Raumes die Größe und Richtung der elektrischen Strömung, das ist das Vektorfeld der Strömung gegeben ist, so ist auch die Größe und Richtung, das ist der Vektor des Magnetfeldes, bestimmt.

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 832 und Anhang, Seite 431.

**) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 543 und 544.

Digitized by Google

Sind außer der elektrischen Strömung auch noch besondere magnetische Massen im Raume vorhanden, so ist natürlich die Verteilung des magnetischen Feldes nicht mehr allein durch Strömung, sondern auch durch die magnetischen Massen bestimmt, und verschieden, je nach der Verteilung dieser Massen. Das Vektorfeld, welches die Strömung darstellt, nennt man den Rotor des Vektorfeldes, welches die magnetische Kraftverteilung angibt.

Denkt man sich zum Beispiel einen geraden zylindrischen Draht vom Radius $r = R$ gleichförmig vom Strom durchflossen, so ist der Vektor der Strömung für den Raum, welchen der Draht einnimmt, in allen Punkten gleich groß und gleichgerichtet. Im Raum außerhalb des Drahtes, wo keine Strömung stattfindet, ist dieser Vektor überall gleich Null. Die zugehörigen magnetischen Kraftlinien sind konzentrische Kreise. Die Größe der magnetischen Kraft oder die Länge der Vektoren nimmt vom Mittelpunkt des Drahtes nach außen zu, nach dem Gesetz einer geraden Linie. Von der äußeren Begrenzung des Drahtquerschnittes an nimmt die magnetische Kraft umgekehrt proportional mit der Entfernung ab. Für ein Vektorfeld $\mathfrak{A}$, bei welchem die Richtung der Vektoren durch konzentrische Kreise dargestellt ist, und die Pfeillänge der Vektoren von 0 bis zu einem gewissen Werte $r = R$ nach dem Gesetze einer geraden Linie zunimmt, von da wieder umgekehrt proportional der Entfernung abnimmt, wird das zugehörige Rotorfeld oder Vektorfeld Rotor $\mathfrak{A}$ gebildet durch parallele gleich lange Vektoren, die gleichmäßig über den Raum verteilt sind, innerhalb dessen die Pfeillänge der Vektoren $\mathfrak{A}$ zunimmt. Wäre ein Vektorfeld $\mathfrak{A}$ vorausgesetzt, bei welchem wieder die Richtung der Vektoren durch konzentrische Kreise dargestellt ist, die Pfeillänge der Vektoren aber vom Nullpunkt aus bis zu einem Abstande $r = R$ nicht zunimmt, sondern konstant bleibt, für $r > R$ aber wieder ebenso wie früher abnimmt, so könnte ein derart bestimmtes Magnetfeld nur davon herrühren, daß die Stromdichte in dem geradlinigen Draht nicht gleichmäßig über den Querschnitt verteilt ist, sondern gegen den Mittelpunkt hin sehr stark anwächst. Das Magnetfeld würde in der Vektorendarstellung derart zu zeichnen sein, daß die Pfeillänge des Vektors $\mathfrak{A}$ von $0 — R$ gleich groß, von da ab immer kleiner werdend dargestellt wird. Das Vektorfeld des Rotors A oder das Vektorfeld der Strömung wäre darzustellen durch parallele Vektoren, deren Pfeillänge in der Mitte des Drahtes sehr groß ist und gegen den Umfang des Drahtes sehr rasch abnimmt; außerhalb des Drahtes sind diese Vektoren wieder Null. Natürlich ist es nur möglich, den experimentell feststellbaren Zusammenhang zwischen magnetischer Feldstärke und elektrischer Strömung für die Definition des Rotors zu benutzen, weil die mathematische Formulierung dieses Zusammenhangs, nämlich daß das Linienintegral der Feldstärke um einen geschlossenen Weg gleich ist der elektrischen Durchflutung nach Einführung des mathematisch definierten Rotorbegriffes eben zu der Aussage führt, daß die Strömung der Rotor des Magnetfeldes ist. Ebenso wie der Bildung des Rotors die Aufgabe zugrunde liegt zu einem gegebenen Magnetfelde die zugehörige elektrische Strömung zu finden, so führt die Umkehrung der Aufgabe zur Bildung des Vektorpotentials. Beim Aufsuchen des Vektorpotentials nehmen wir die Strömung als gegeben an und suchen dazu das zugehörige Magnetfeld. Für eine Reihe von Beispielen sind die Rotorfelder gezeichnet.

(Arch. f. E., 2. Bd., 6. Heft, 1914.)

Chronik.

Die Erhaltung alter Eisenindustriestätten, die auf Wasserkraft beruhen, und die Ansiedlung anderer Industrien an Stelle derselben durch vermehrte Wasserkraftnutzung. In der 45. Jahresversammlung der Sektion Klagenfurt des Berg- und hüttenmännischen Vereines für Steiermark und Kärnten, die am 19. März 1914 im Vortragssaale des kärntnerischen Landesmuseums stattfand, hielt Bergdirektor S. Rieger einen Vortrag über das in der Überschrift angegebene Thema. Hierüber geht uns folgender Bericht zu.

Einleitend wies der Vortragende darauf hin, daß die Fortschritte der Technik besonders in den Alpenländern in der Hoffnung begrüßt wurden, daß es mit ihrer Hilfe gelingen werde, alte Arbeitsstätten zu erhalten und eingegangene wieder zu beleben. Der Grund, daß bisher nur ein bescheidener Teil dieser Hoffnung in Erfüllung ging, findet seine Erklärung darin, daß das Kapital, das sich die technischen Fortschritte zunutze machte, diese auf Arbeitsplätze und Arbeitsstätten anwende, die von der Natur ohnehin begünstigt sind, weil sich dort auf leichtere Art größere Vorteile und höhere Verdienste als auf schwierigen Arbeitsplätzen erzielen lassen. Den durch das Kapital vereint mit den technischen Fortschritten gepflegten Zusammenfassungsbestrebungen zur Massenausbeutung auf den günstigsten Arbeitsplätzen ist die einst das Land beherrschende Eisenindustrie bis auf einige Reste in seinem Süden zum Opfer gefallen. Beigetragen zu diesem Verfalle hat freilich auch mangelnder Unternehmungsgeist, Arbeitslust und Opfermut.

Durch vermehrte Wasserkraftnutzung und Anwendung aller Fortschritte ist gleichwohl die Hoffnung auf Besserung nicht aufzugeben. Die Erfahrung lehrt, daß überall dort, wo man daran ging, unter Zunutzemachung der technischen Fortschritte alte Eisenindustriestätten der Alpenländer zu erhalten oder aber andere Industrien an deren Stelle zu setzen, der Erfolg nicht ausblieb. Mühelos gelang das allerdings nicht. Es war viel Arbeit, Hingebung für das begonnene Werk, Opfermut und Zähigkeit erforderlich.

Nach der Erörterung des Einflusses der verschiedenen Waldwidmungsrechte sowie der Vereinigung von Werken mit Waldland unter ein und demselben Besitzer auf die Erhaltung des Betriebes von Eisenwerken auch in ungünstigen Zeiten ging der Vortragende auf die Schilderung beider Arten von Unternehmungen über, nämlich solche, die durch vermehrte Wasserkraftnutzung als Eisenindustriestätten erhalten blieben, dann jene, die neue Industrien an Stelle alter Eisenwerke errichteten.

Zu den interessantesten und sich am mächtigsten hinaufgearbeiteten Unternehmungen der ersten Art gehört die Krainische Industriegesellschaft mit ihren auf Wasserkraft beruhenden Werken in Sava bei Aßling und Jauerburg samt den beiden Rothweiner Hilfsanlagen. Als Eisenwerk verdient ferners auch die A.-G. Stahlwerke Weißenfels vormals Göppinger & Comp. in Weißenfels vollste Beachtung. Es finden dort bei der Kettenerzeugung und den Drahtzügen mehrere hundert Arbeiter Beschäftigung. Die Schwierigkeiten, mit denen das Unternehmen zu kämpfen hatte, sind überwunden. Seit Jahren ist der Betrieb ein gut lohnender.

Von den Unternehmungen der zweiten Art steht an erster Stelle die Neumarktler Baumwollspinnerei und Weberei, die an Stelle des dortigen alten Eisenwerkes auf Wasserkraftnutzung errichtet wurde. Ursprünglich hat das Unternehmen 400 *PS* Wasserkraft ausgenutzt. Als die erste Erweiterung erfolgte, ist eine gleich starke Dampfanlage erbaut worden. Die Dampfkraft stellte sich derart hoch, daß zur Zeit der dritten Erweiterung eine große Kraftübertragungsanlage erbaut wurde, welche nicht nur die Kraft für die Erweiterung lieferte, sondern auch die Dampfanlage ersetzt. Diese in St. Anna gelegene Anlage ist vom Vortragenden entworfen und gebaut worden. Sie nutzt 110 *m* Gefälle bei einer konzessionierten Wassermenge von 1800 *l*/Sek. aus. Für den Ober- und Unterwassergraben waren rund 2·5 *km* Stollen herzustellen. Die Verwendung von Bergleuten bei der Auffahrung hat sich als sehr vorteilhaft erwiesen. Gegenüber den von verschiedenen Bauunternehmungen gestellten Forderungen ist eine Ersparnis von rund K 100.000 erzielt worden.

An der Hand einer Reihe von Zeichnungen wurde der Bau und die Gesamtkosten desselben erörtert sowie darauf hingewiesen, daß bei dieser Anlage die ersten Francis-Spiralturbinen in der Welt für ein Gefälle von 110 *m* und eine Wasseraufnahme von 900 *l* durch die Firma J. M. Voith geliefert wurde.

Ein zweites Unternehmen, das an Stelle des früheren Stanislaus v. Jaborneggschen Stahlhammers in Slap bei Neumarktl errichtet wurde, ist die Ch. Molinesche Holzdeckelfabrik, die ihre Erzeugung zum größten Teile über Triest ausführt. Anfänglich ist ungefähr dasselbe Gefälle herangezogen worden, als das Stahlwerk ausnutzte. Später erfolgte die Errichtung eines Beiwerkes durch Ausnutzung einer hohen Gefällsstufe eines Seitenbaches. Für die dritte Erweiterung wurde eine Gefällserhöhung durch Einschaltung eines 0·5 *km* langen Stollens vorgenommen, die der Vortragende entwarf und auch den Stollenbau gleichfalls mit Bergleuten ausführte. Das Unternehmen nutzt derzeit bei Normalwasser 500 *PS* aus.

Als drittes an Stelle von Eisenwerken entstandenes Unternehmen ist die Zementfabrik in Lengenfeld anzusprechen, die es gleichfalls zu befriedigenden wirtschaftlichen Ergebnissen brachte.

Der Vortragende ist der Meinung, daß der Förderung vermehrter Wasserkraftnutzung für das Montanwesen wie die Industrie überhaupt nicht allein durch die Vorführung von Projekten neuer Wasserkraftanlagen gedient werden könne, sondern auch durch die Schilderung von Unternehmungen, die auf neuzeitlicher Wasserkraftnutzung stützend gegründet wurden und es zu befriedigenden Erfolgen brachten.

Rechtspflege*). Räumlicher Herrschaftsbereich des Grundeigentums: Abwehr der Spannung von Elektrizitätsleitungsdrähten im Luftraum über einem Privatgewässer durch dessen Eigentümer. (O. G. Entsch. v. 2. Juli 1912, Rv. II.

*) Wir beabsichtigen, unsere Leser in regelmäßigen Zeitabständen über die neue Judikatur usw. zu informieren und beginnen wir — der Vollständigkeit halber — mit der Publikation eines zwar schon im Jahre 1912 erflossenen, jedoch grundlegenden Erkenntnisses des k. k. Obersten Gerichtshofes. D. R.

Digitized by Google

622, Zentr.-Bl. f. d. Jur. Prax. Nr. 320 von 1912) . . . . Nach § 354 BGB. ist das Eigentum die Befugnis, mit der Substanz und den Nutzungen einer Sache nach Willkür zu schalten und jeden anderen davon auszuschließen. Diese Verfügungsgewalt erstreckt sich bei Grund und Boden auf den in senkrechter Linie darüber befindlichen Luftraum, da nur bei Annahme der ausschließlichen Berechtigung des Grundbesitzers, in seinem Luftraum Handlungen vorzunehmen und alles Fremde von demselben auszuschließen, die im § 354 BGB. normierte grundsätzlich uneingeschränkte Herrschaftsgewalt von praktischer Bedeutung sein kann. Die in diesem Sinne aufzufassende Zubehöreigenschaft des über dem Boden befindlichen Luftraums ergibt sich aus dem gesetzlichen Begriffe des Eigentums an Grund und Boden und brauchte vom Gesetzgeber nicht besonders hervorgehoben zu werden. Das dem Eigentümer nach § 354 BGB. zustehende Recht, mit der Substanz und den Nutzungen der Sache und, dem Gesagten zufolge, mit dem über seinem Grund und Boden in senkrechter Linie befindlichen Luftraume nach Willkür zu schalten und jeden anderen davon auszuschließen, erleidet an und für sich keine Einschränkung dadurch, daß er den Luftraum nicht ausnutzt, oder daß ihm eine Ausnutzung dauernd oder vorübergehend tatsächlich nicht möglich ist, da er nach § 326 BGB. seine Sache nach Willür entweder benutzen oder unbenutzt lassen kann; ebensowenig bedarf es zu dem weiteren Rechte des Eigentümers, jeden anderen davon auszuschließen, eines besonders zu erweisenden Interesses an der ungeschmälerten Aufrechthaltung der objektiven Ausnutzungsmöglichkeit. Zudem läßt sich insbesondere bei dem Fortschreiten der Ausnutzung der Naturkräfte nicht im vorhinein der Mangel eines wirtschaftlichen Interesses auf Seite des Klägers absprechen. Wird aber erwogen, daß ein langjähriger Bestand der Leitung unter Umständen zur Ersitzung des Rechtes, dieselbe in dem klägerischen Luftraume zu haben, führen könnte, so liegt es auf der Hand, daß das Spannen der Elektrizitätsleitungsdrähte über den klägerischen Grund und Boden schon derzeit einen Eingriff in sein Eigentumsrecht beinhaltet und der Kläger schon derzeit befugt ist, auf die Entfernung der Vorrichtung zu dringen. Hieran vermag der Umstand nichts zu ändern, daß es sich vorliegend um eine über dem klägerischen Kanal bezw. Mühlbach befindliche Luftsäule handelt. Als Eigentümer des Kanals bezw. Mühlbachs ist der Kläger Eigentümer des Kanal- bezw. Bachbettes, folglich eines Grundstückes und seine Machtbefugnis zu diesem Grund und Boden erleidet nur derzeit und nur im Hinblick auf das fließende Wasser eine Einschränkung, bleibt jedoch sonst und grundsätzlich dieselbe, wie wenn es sich um ein gewöhnliches Grundstück handeln würde. Die vorstehenden Ausführungen lassen das Klagebegehren, soweit die unmittelbar über dem Wasserspiegel gespannten Leitungsdrähte in Frage kommen, gerechtfertigt erscheinen und war demselben in diesem Umfang stattzugeben. Anders verhält sich die Sache bezüglich der übrigen, festgestelltermaßen über den Brücken bezw. im Bereiche derselben gespannten Leitungsdrähte. Durch den Bestand der Überbrückung wurde die oben grundsätzlich anerkannte Verfügungsgewalt des Klägers über den darüber befindlichen Luftraum gelähmt; derselbe befindet sich eben nicht mehr über den klägerischen Gewässern, sondern über der Überbrückung und ein Eingriff in diesen Luftraum könnte allenfalls der Brückenverwaltung, nicht aber dem Kläger Anlaß zur Beschwerde geben. Wohl kann es geschehen, daß die Überbrückung in der Folge beseitigt und hiedurch der Kläger wieder in die Möglichkeit der uneingeschränkten Verfügungsgewalt hinsichtlich der in Rede stehenden Stelle versetzt wird. Allein es ist weder gesetzlich zulässig, noch auch im Interesse des Klägers gelegen, schon dermalen dieser Möglichkeit durch Stattgebung der Klage Rechnung zu tragen. Das klägerische Interesse könnte dermalen nur dahin gehen, der allfälligen Ersitzung vorzubeugen. Ein derartiges Interesse ist jedoch nicht gegeben. Der Ersitzung des Rechtes, die Leitung über den Brücken, bezw. im Bereiche derselben zu haben, kann der Kläger nicht entgegentreten, weil hiedurch in seine Eigentumssphäre nicht eingegriffen wird. Sollte aber die Überbrückung mit der Zeit entfernt werden, so würde auch die tatsächliche Voraussetzung des der Brückenverwaltung gegenüber allenfalls ersessenen Rechtes entfallen; dieses Recht könnte dem Kläger nicht entgegengehalten werden, weil dann nicht in Frage stünde, ob die Leitungsdrähte über den Brückenkörper, sondern ob sie über den Wasserspiegel unmittelbar gespannt werden dürfen, die letztere Frage aber durch die bis dahin bestandene Leitung in gar keiner Weise berührt würde. Demzufolge hat es in Ansehung der über den Brückenkörper gespannten Leitungsdrähte bei der abweislichen Erledigung des Klagebegehrens durch die Vorinstanzen zu verbleiben.

Ein Elektrizitätslieferungsvertrag unterliegt nach Tarifpost 40, lit. *b* und bezw. Tarifpost 69 der Gebühr nach Skala III. — (Verw. Ger. H. Erk. v. 20. Febr. 1913, Zahl 1682, Budw. Slg. Nr. 9409 [F]). — Mit der angefochtenen Entscheidung wurde dem Verlangen der bf. Gesellschaft, einen Elektrizitätslieferungsvertrag nicht der Gebühr nach Skala III, sondern der Gebühr nach Skala II zu unterwerfen, nicht willfahrt, und zwar auf Grund der Tarifpost 69, Geb. G., dann nach der Tarifpost 65, lit. *A a* und 40, lit. *b*, Ges. vom 13. Dezember 1862, RGB. Nr. 89, weil auch der elektrische Strom, bezw. richtig die elektrische Energie als ein Objekt des freien Verkehres, als eine Ware, ein Handelsartikel, eine Sache anzusehen ist, welche, wenn auch nur im beschränkten Maße, Gegenstand des Besitzes und des Eigentumsrechtes und daher auch Gegenstand von Bestellung und Lieferung sein kann. Der Gerichtshof konnte die Ausführung der Beschwerde nicht als begründet erkennen, wonach der Gegenstand eines solchen Elektrizitätslieferungsvertrages nur die Verpflichtung zur Leistung von Arbeit, nicht aber die Verpflichtung zur entgeltlichen Überlassung von Sachen bilden soll. — Wohl ist es richtig, daß aus dem Zusammenhange der Tarifpost 69 mit Tarifpost 101 *I A*, lit. *m* (Absatz 2) Ges. v. 13. Dezember 1862, RGB. Nr. 89, Lieferungsverträge nur dann der Gebühr nach Skala III unterliegen, wenn sie als Käufe beweglicher Sachen sich darstellen. — Allein nach dem weiten Sachbegriffe, den das allgemeine bürgerliche Gesetzbuch in § 285 aufstellt und der auch für das Gebührengesetz (nach seinem § 1) gilt, muß der elektrische Strom allerdings unter die Sachen — und zwar unter die beweglichen Sachen (§ 293 *a* BGB.) gereiht werden. Dabei braucht nicht von der nicht unbestritten gebliebenen Lehre ausgegangen zu werden, wonach die Elektrizität aus körperlichen Teilen — Elektronen — besteht, denn der gesetzliche Begriff der beweglichen Sachen zwingt, auch wenn dieser Lehre nicht gefolgt werden wollte, für das Gebiet des österreichischen Rechtes zur Einrechnung des elektrischen Stromes unter den Begriff der beweglichen Sachen. Es ist auch nicht richtig, wenn in der Beschwerde betont wird, daß die sogenannte Lieferung des elektrischen Stromes sich lediglich als Form der Arbeit darstelle, denn die Arbeit, die aufgewendet wird, um den Strom zu erzeugen, ist verschieden von ihrem Erzeugnis. Nicht die Arbeit, sondern eine vertragsmäßig festgesetzte Menge des Erzeugnisses der Arbeit, die im Elektrizitätswerke geleistet wird, ist Gegenstand des Stromlieferungsvertrages. — Der Gerichtshof mußte daher an seiner schon wiederholt, so im Erkenntnis vom 21. Jänner 1910, Zahl 632 (Budw. F. Nr. 7364), dargelegten Anschauung festhalten, wonach auf solche Stromlieferungsverträge die Tarifpost 69 Geb. G. Anwendung findet.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektromaschinenbau.

(Fortsetzung von Heft 13, Seite 279.)

Kompensationswicklungen.

Die British Thomson-Houston Company, Limited in London baut eine Gleichstrommaschine mit Kompensationswicklung in nachstehender Weise. In Fig. 16 bedeutet 1 den Feldmagneten mit den Polen 2 und den Zähnen $3, 3^1$; 4 sind Nuten zwischen den Polen. Die Erregerwicklung 5 zerfällt in mehrere Teile, die die Pole 2 umspannen und alle Nuten 4 in Anspruch nehmen. Die Kompensationswicklung 6 ist ebenso in Gruppen geteilt. Jede Nute 4 enthält daher einen Teil jeder der beiden Wicklungen. Da die Erregerwicklungen jedes Feldpoles in mehreren Nuten 4 untergebracht sind, kann die Tiefe jeder Nut und damit auch der Außendurchmesser des Feldmagneten 1 kleiner gemacht werden als in dem Falle, wenn die Erregerwicklung jedes Poles in eine Spule konzentriert ist. Infolge der Verteilung der Kompensationswicklung in allen Nuten 4, ist

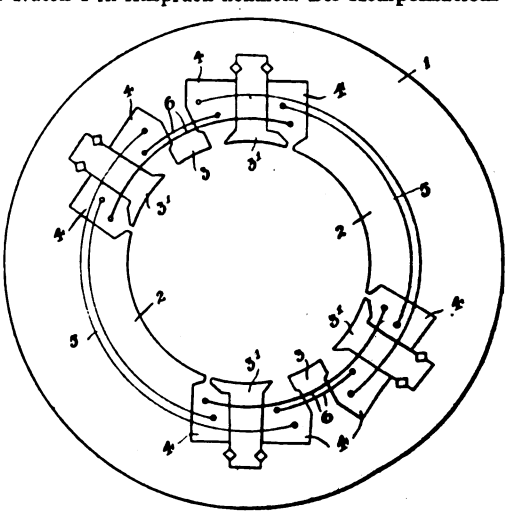


Fig. 16.

Digitized by Google

die Armaturrückwirkung innerhalb eines großen Bogens aufgehoben. (Br. P. Nr. 21.761, A. D. 1912.)

Von R. Richter in Karlsruhe und der Maffei-Schwartzkopff-Werke G. m. b. H. in Berlin rührt eine Statorwicklungsanordnung für durch Bürstenverschiebung zu regelnde Wechselstrommaschinen her, deren induktiv mit dem Anker gekuppelte Kompensationswicklung aus einzelnen in Reihe geschalteten Wicklungsabteilungen besteht und Spannung zugeführt erhält. Bei dem Erfindungsgegenstand stellt sich eine möglichst günstige Kompensation stets selbsttätig ein. r (Fig. 17) ist ein über Bürsten kurzgeschlossener Anker. Die Wicklungsabteilungen a, b, c der Kompensationswicklung sind in Reihe und die Verbindungspunkte je zweier Wicklungsabteilungen zu Anschlüssen an einen Hilfstransformator t geführt. Der Transformator t ist so gewickelt, daß die einzelnen Abteilungen möglichst wenig Streuung aufweisen. Den Strömen in a, b, c wird auf diese Weise Gelegenheit gegeben, sich unabhängig voneinander so auszubilden, daß der Anker so vollkommen wie möglich kompensiert wird.

(D. R. P. Nr. 267.263.)

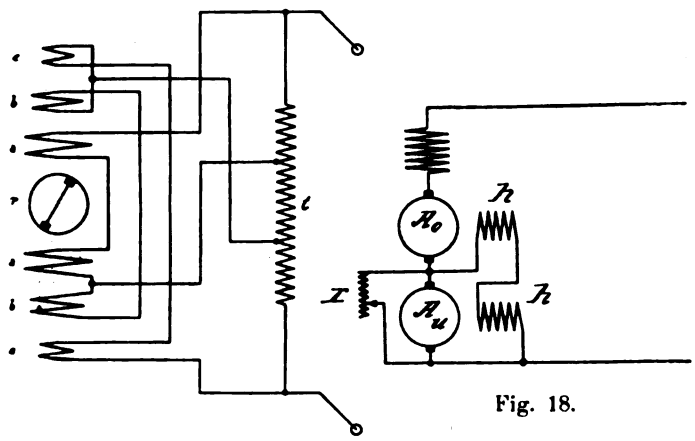


Fig. 17.

Fig. 18.

Funkenverhütungseinrichtungen.

Eine Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin bezweckt, die Schwierigkeiten der Kommutierung bei Einankermaschinen mit getrennten, je an besondere Stromwender angeschlossenen Wicklungen zu beheben, und zwar unabhängig davon, ob es sich um übereinander oder nebeneinander angeordnete Wicklungen handelt. Gemäß der Erfindung wird der Verschiedenheit der Reaktanzspannungen bezw. der Verschiedenheit des Einflusses verschiedener Wendefelder dadurch Rechnung getragen, daß der Strom in derjenigen Ankerwicklung, in welcher eine größere Reaktanzspannung auftreten oder eine geringere Wende-EMK induziert würde, geringer gehalten wird als in der anderen Wicklung. In Fig. 18 bezeichnet h die Feldwicklung, r einen gegebenenfalls regelbaren Widerstand, A_o die obere Ankerwicklung, A_u die untere Ankerwicklung in der Nut. Zur Verminderung des Stromes in der unteren Ankerwicklung, in der eine größere Reaktanzspannung auftreten würde als in der oberen, wird die Feldwicklung parallel zur unteren Ankerwicklung A_u gelegt. Außerdem kann, falls erforderlich, ein unter Umständen regelbarer Widerstand r parallel zu dieser Wicklung gelegt werden.

(D. R. P. Nr. 260.179.)

Gleichstrommaschinen.

Die Firma Brolt Limited in Birmingham baut die durch Fig. 19 dargestellte multipolare Gleichstrommaschine, die innerhalb eines großen Tourenintervalls eine konstante Spannung liefert. $a\,a^1$ sind positive und $b\,b^1$ negative Hauptbürsten. a^s, b^s sind die Verbindungsleitungen gleichnamiger Bürsten. Zwischen den Hauptpolen befinden sich unbewickelte Hilfspole e, die vom Ankerquerfeld erregt werden. Die Bürsten a, b sind vorwärts geschoben, gegenüber dem Neutralpunkt, während die Bürsten a^1, b^1 entsprechend nach rückwärts verschoben sind. Der Anker trägt eine Wellenwicklung; von einem Kollektorsegment ausgehend, muß der Strom um den ganzen Ankerumfang herumgehen, bevor er die Nachbarlamelle erreicht. Dadurch schließt jedes Bürstenpaar $a\,a^1$ und $b\,b^1$ je einen Gürtel der mit d bezeichneten Ankerleiter unter den Hilfspolen kurz, gerade so, als ob die Bürsten a^1, b^1 in den strichliert gezeichneten Stellungen wären. In den kurzgeschlossenen Spulen wird ein Strom erzeugt, dessen mit der Tourenzahl sich änderndes Feld das Hauptfeld schwächt. Der Ladestrom der Batterie f wird von den Hauptbürsten a, b abgenommen.

(B. P. Nr. 18.913 A. D. 1912).

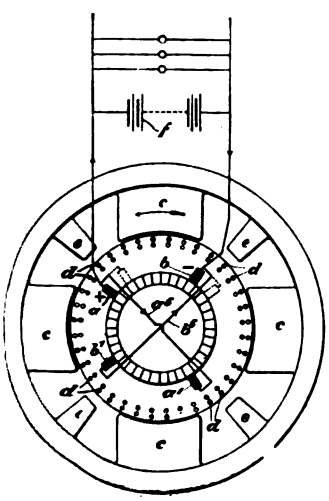


Fig. 19.

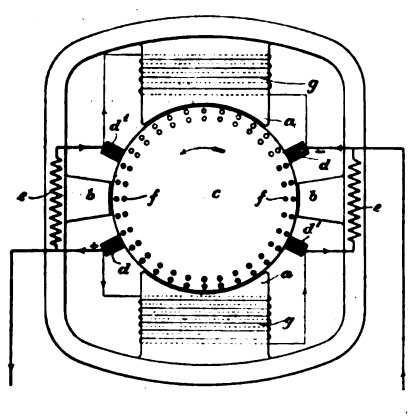


Fig. 20.

Dieselbe Firma baut eine mit veränderlicher Umdrehungszahl und konstanter Spannung laufende Dynamomaschine. a in Fig. 20 sind die Hauptpole und b die unbewickelten Hilfspole, die die Quermagnetisierung des Ankers c aufnehmen. d sind die Haupt- und d^1 die Hilfsbürsten. Die Bürsten d und d^1 sind durch einen Widerstand e miteinander verbunden, so daß die Ankerdrähte f über e kurzgeschlossen sind. Die sich im Querfeld bewegenden Spulen f erzeugen ein Feld, das dem Hauptfeld entgegengerichtetist. Die Nebenschlußspulen g auf den Hauptpolen a sind mit einem Ende an eine Haupt- und mit dem anderen Ende an eine Hilfsbürste angeschlossen. Die Spannung der Maschine bleibt bei verschiedenen Umdrehungszahlen aus zwei Gründen konstant: erstens wegen des von den Spulen f erzeugten Feldes und zweitens wegen des Umstandes, daß bei steigender Umdrehungszahl die Spulen g von einer abnehmenden Spannung erregt werden, und zwar wegen des erhöhten Spannungsabfalles in den Widerständen e.

(Br. P. Nr. 15.585, A. D. 1913.)

Bei Gleichstromnebenschlußmaschinen mit Selbsterregung kann man die Spannung nur in sehr engen Grenzen regeln, weil bei schwacher Sättigung die Spannung unstabil wird. Man hat bis jetzt die Spannung dadurch geregelt, daß man den Flux der Maschine auf ihrer ganzen Peripherie gleichmäßig änderte. Gemäß einer Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin läßt man die Größe des Fluxes innerhalb eines bestimmten Teiles der Maschine unterhalb der Stabilitätsgrenze herabgehen. Dadurch sichert man der Maschine bei einem schwachen Totalflux eine vollkommene Stabilität. Die Regelung erfolgt, indem nach und nach eines oder mehrere Polpaare kurzgeschlossen und demnach aus dem Stromkreis ausgeschaltet werden. Indem man nach und nach zum Beispiel in einer sechspoligen Maschine vier Pole (Fig. 21) mittels des Widerstandes w kurzschließt und mittels des Schalters a schließlich ausschaltet, erhält man jede gewünschte Spannung, zum Beispiel zwischen 300 V bis 100 V. Bei 100 V arbeitet die Maschine ganz gesättigt, weil die einzigen eingeschalteten Pole voll erregt sind. Man kann die Spannung noch mittels des Widerstandes w herabsetzen. Je mehr Polpaare die Maschine besitzt, desto mehr kann die Spannung vermindert werden. (Fr. P. Nr. 455.991.)

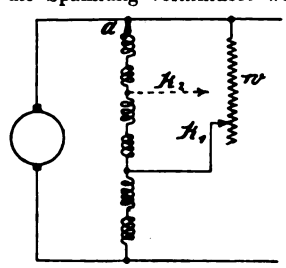


Fig. 21.

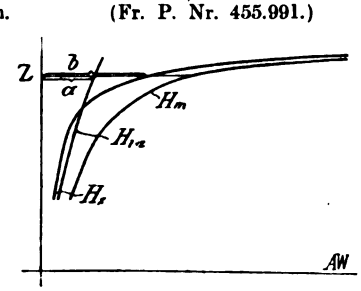


Fig. 22.

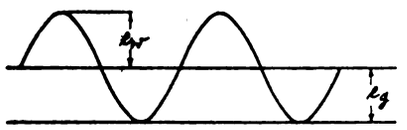
Gegenstand einer Erfindung der Firma Friedrich Weichmanns Witwe in Wien ist eine Einrichtung zur Konstanthaltung der Spannung bei Generatoren mit stark variabler Tourenzahl. Die magnetische Charakteristik H_m (Fig. 22) einer Maschine ergibt sich als Summe zweier Charakteristiken, nämlich der für Luft und Zähne H_{l+z} und der für den übrigen Teil der magnetischen Strömung H_s. Die Werte der Amperewindungen der ersteren übertreffen dabei gewöhnlich die Werte der zweiten um ein bedeutendes. Die vorliegende Erfindung legt der Konstruktion das umgekehrte Verhältnis zugrunde, indem der Betrag a der Amperewindungen für Luft und Zähne, also für H_{l+z}, bedeutend geringer als der Betrag b für den übrigen Teil H_s gemacht wird. Bei einem solchen Verhältnis ist es nun möglich, jeweils eine bestimmte Kraftlinienzahl zu erhalten, bei welcher eine Zunahme der Gesamtamperewindungen nur eine äußerst geringe praktisch vernachlässigbare Verstärkung des Feldes hervorruft, während umgekehrt eine Abnahme derselben eine merkbare Schwächung des Feldes mit sich bringt. Bei einer derartig konstruierten Maschine wird die entstehende Felderregung infolge des Ankerquerfeldes die einseitige Feldverstärkung kaum wahrnehmbar, die anderseitige Feldschwächung aber sehr wohl fühlbar machen. Auch die Feldschwächung durch die Ankergegenwindungen wird wahrnehmbar sein. Die Maschine erhält einen sehr kleinen Luftspalt, die Polschuhe umfassen (bei zweipoliger Ausführung) je fast den halben Ankerumfang, die Induktion in den Schenkeln, im Joch und insbesondere im Ankereisen wird sehr hoch gehalten, die Selbstinduktion der Ankerwicklung wird möglichst hoch gemacht und schließlich kann auch durch geeignete Bürstenstellung auf die Konstanthaltung der Spannung gewirkt werden. (Ö. P. Nr. 63.027.)

Die pulsierende Spannung einer Gleichrichteranlage kann man in zwei Spannungen zerlegen, nämlich in eine Gleichstromspannung von konstanter Größe e_g (Fig. 23) und in eine Wechselspannung von der Amplitude e_w, also von der effektiven Größe $e_w = 0{\cdot}707\,e_z$. Speist man nun von einer solchen Anlage Reihenschlußmotoren, so arbeiten diese Motoren nicht als reine Gleichstrommaschinen, sondern zugleich

Digitized by Google

auch als Wechselstrommotoren, die an eine Wechselspannung angelegt sind. Mithin entstehen in den von den Bürsten kurzgeschlossenen Wicklungen transformatorische EMKe, die von dem pulsierenden Felde herrühren und die Funkenbildung am Kollektor verursachen. Bei Nebenschlußmotoren sind die erwähnten EMKe infolge der großen Selbstinduktion der Feldwicklung bedeutend kleiner, aber die Arbeitswicklungen bilden bei diesen Motoren einen Kurzschluß für die Spannung e_r, da die Wechselstrom-Nebenschlußmotoren keine Rotations-Gegen-EMK entwickeln können. Gemäß einer Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin ist es für den

Fig. 23.



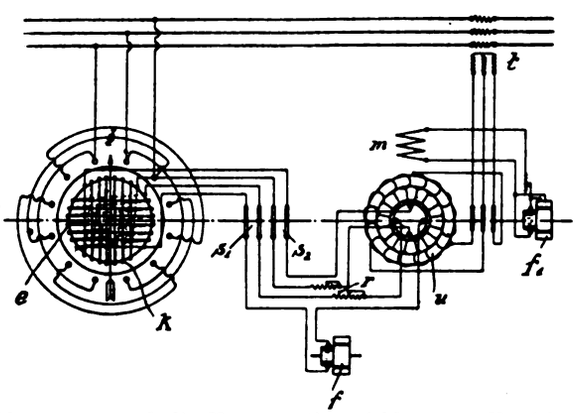
funkenfreien Gang der Motoren nur wesentlich, daß in der Erregerachse keine Wechselfelder entstehen, während in der Arbeitsachse sehr beträchtliche Felder vorhanden sein können, ohne im geringsten Funkenbildung zu verursachen; denn für die Wendespannung kommt es lediglich auf die Felddichte in der Wendezone an. Die für die Gleichrichteranlage bestimmten Motoren werden mit möglichst viel Selbstinduktion in der Arbeitsachse gebaut, wobei man die Verhältnisse so wählt, daß in der Erregerachse das Feld im normalen Betrieb möglichst stark gesättigt ist. Es kann dies zum Beispiel dadurch erreicht werden, daß der Luftspalt in der Arbeitsachse größer gemacht wird als in der Erregerachse und infolgedessen in der Erregerachse eine genügende Sättigung eintritt, während das in der Arbeitsachse noch lange nicht der Fall ist. Man kann auch die Selbstinduktion in der Arbeitsachse bei gegebenem Verhältnis von $\frac{\text{AW-Kompensation}}{\text{AW-Läufer}}$ erhöhen, indem man die Spulenfaktoren der Kompensation und des Läufers stark voneinander verschieden macht. Man kann auch in der Erregerachse, um die transformatorische EMK zu vermeiden, eine Kurzschlußwicklung anbringen.

(D. R. P. Nr. 264.033.)

Wechselstromgeneratoren.

Gemäß einer Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Berlin soll die schädliche Ankerrückwirkung nicht dadurch vermieden werden, daß man ihre Folgen durch Verstärken des Erregerfeldes beseitigt, sondern die Ankerfelder sollen durch geeignete Wicklungen auf dem Feldmagneten direkt kompensiert werden, so daß sie gar nicht auftreten können und infolgedessen auch keine nachteiligen Wirkungen ausüben können. In Fig. 24 ist *e* die Erregerwicklung, die das

Fig. 24.



Hauptfeld Φ erzeugt, *k* die Kompensationswicklung zur Vernichtung des Ankerquerfeldes. Beide mögen sich auf dem Rotor der zweipolig gezeichneten Maschine befinden. Sie erhalten ihre Ströme durch Schleifringe s_1 und s_2 zugeführt. Die Erregerwicklung *e* bekommt von einer Erregermaschine *f* einen bestimmten Grundwert von Erregerstrom zugeführt, der die Feldstärke und damit die EMK des Generators bestimmt. Außerdem erhält sie durch Zusatzeinrichtungen, zum Beispiel durch einen in Serie eingeschalteten Synchronumformer *u*, der von einem Transformator *t* mit der richtigen Wechselstromphase gespeist wird, einen Zusatzstrom, der dem abgegebenen wattlosen Strom des Generators proportional ist. Durch richtige Einstellung dieses Stromes, zum Beispiel durch Widerstände *r*, kann man erreichen, daß die gesamte Rückwirkung des wattlosen Stromes einschließlich der Streuung der Ankerwicklung aufgehoben wird, und daß das Feld, das die Erregerwicklung durchsetzt, konstant bleibt oder nach Maßgabe der Streuung ein wenig ansteigt. Die Kompensationswicklung *k* erhält dagegen Ströme zugeführt, die dem abgegebenen Wattstrome des Generators proportional sind, und die so eingestellt werden, daß sie gerade das Ankerquerfeld der Maschine aufheben. Senkrecht zum Erregerfeld bildet sich dann bei beliebigen Belastungszuständen niemals ein schädliches Feld. Die Kompensationsströme können auch durch einen synchronen Umformer mit Serientransformator gewonnen werden. (D. R. P. Nr. 262.772.)

Die Oszillationen, die in Wechselstromsynchronmaschinen entstehen, die in Parallelschaltung laufen, können nie ganz vermieden werden. Eine Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Berlin verringert die Oszillationen in hohem Maße. Die Einrichtung besteht aus zwei Rezipienten *a* (Fig. 25), die am Rotor *r* des Generators befestigt sind. Diese Rezipienten sind fast völlig mit Flüssigkeit gefüllt, die bei unregelmäßigem Gange der Maschine eine hin und her gehende Bewegung ausführt. Die Kraft, welche die Flüssigkeit pendelartig zu oszillieren zwingt, ist die Zentrifugalkraft, welche die Flüssigkeitsoberfläche in den beiden Zweigen s_1 und s_2 in gleichem Radialabstand zu erhalten sucht. Die Pendelschwingungen der Flüssigkeit und damit auch der Maschine können durch Erhöhung der Flüssigkeitsreibung gedämpft werden. Diese Erhöhung geschieht mittels eines einstellbaren Ventiles *h*. Die Pendelschwingungen der Maschine werden also geschwächt durch Umwandlung der Schwingungsenergie in innere Reibung. (F. P. Nr. 452.287.)

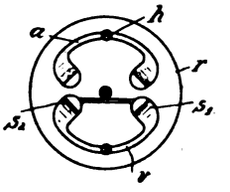


Fig. 25.

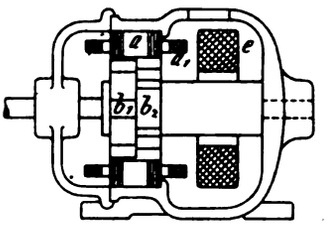


Fig. 26.

Von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin rührt eine Wechselstrom-Gleichpolmaschine her (Fig. 26), die einen Stator *a* mit einer Wicklung a_1 besitzt. Der Rotor besteht aus zwei Polkranzhälften b_1 und b_2. Die Polbreite ist im Maximum so groß wie der Wickelschritt der Statorwicklung. Die Polteilung jeder Polkranzhälfte ist 4 *t*. Stehen die beiden Polkranzhälften so, daß sich ihre Konturen genau decken, dann liefert die Maschine die einfache Periodenzahl. Verschiebt man jedoch eine Hälfte gegen die andere um 2 *t*. so erhält man Wechselstrom von doppelter Frequenz bei gleichem Kraftfluß also auch nahezu gleicher Spannung.

(D. R. P. Nr. 267.087.)

Eine Erfindung von B. Brooks und W. Holt, beide in Birmingham, betrifft eine Dynamomaschine, die den Strom für die Beleuchtung und die Motorzündung eines Automobils liefert. Die Neben-

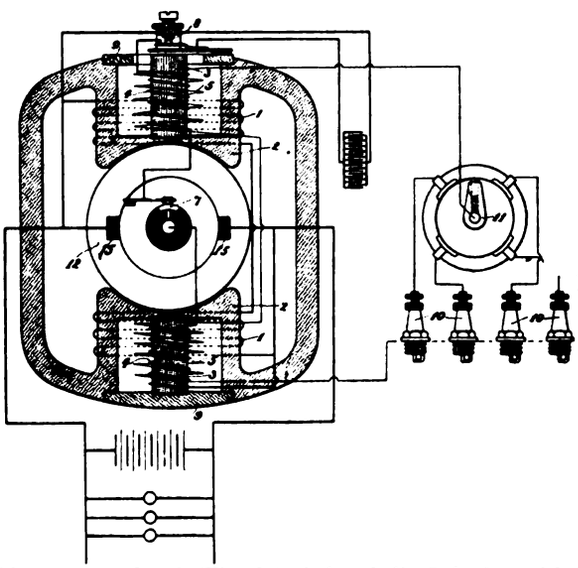


Fig. 27.

schlußerregerspulen 1 (Fig. 27) sind auf die Pole 2 gewickelt. Diese Pole sind hohl und enthalten eine Trembleurspule 3, die mit einer Primärwicklung 4 und einer Sekundärspule 5 versehen ist. Die Primärwicklung 4 liegt an den Bürsten 15 in Parallelschaltung mit der Wicklung 1 und über einem Kontaktgeber 7 und einem Trembleur 8. Die Sekundärwicklung 5 ist mit den Kerzen 10 verbunden, und zwar über einen Verteiler 11. Die Trembleurspule zerfällt, wie die Figur zeigt, in zwei Teile und besitzt nur einen Trembleur. Um auch dann Zündfunken erhalten zu können, wenn die Dynamo steht oder mit zu geringer Geschwindigkeit, das heißt mit zu geringer Spannung läuft, kann die Primärwicklung zeitweilig von der Lichtbatterie erregt werden.

(B. P. Nr. 18.764, A. D. 1912.)

(Schluß folgt.)

Vereins-Nachrichten.

Vereinsversammlungen.

Die Vereinsversammlungen werden, wenn nicht anders angegeben, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 11, I. Stock, abgehalten und wurden hiefür für die Vortragsaison 1913/14 folgende Tage festgesetzt: 8. und 21. April 1914.

Vortrag.

Mittwoch den 8. April und Dienstag den 21. April, 7 Uhr abends: Vortrag des Herrn Direktor Hubert Sauer über: „Die städtischen Elektrizitätswerke der Gemeinde Wien und deren Betriebsmittel". (Mit Lichtbildern.)

Mittwoch den 8. April: 2. Teil: Kraftwerk Engerthstraße und Unterstationen.

Dienstag den 21. April: 3. Teil: Kabelnetze, Transformatoren, Stromzählapparate, geschäftliche Organisation und finanzielle Ergebnisse. Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 31. März 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co. Wien.

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechszehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Amerikas gegenwärtige Stellungnahme in der Frage Gleich- und Wechselstrom für die Zugförderung.
Von Dr.-Ing. Karl Czeija 301
Zusätzliche Kommutierungsverluste bei Gleichstrommaschinen.
Von Dr.-Ing. Ludwig Dreyfus, Berlin-Niederschönhausen (Schluß) 307
Rundschau:
Elektrizitätswerke, Anlagen 311
Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger . . 311
Dynamomaschinen, Transformatoren 312
Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 312
Stromverteilung 312
Leitungen 312
Elektrische Beleuchtung 313
Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen 313
Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 314
Elektrische Apparate 314
Funkentelegraphie und -Telephonie 315
Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie 315
Stoffe für die Elektrotechnik 315
Wirtschaftliches 316
Chronik 316
Literatur-Bericht 317
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Elektromaschinenbau 317
Vereinsnachrichten 320
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *193—208*

Amerikas gegenwärtige Stellungnahme in der Frage Gleich- und Wechselstrom für die Zugförderung*).

Von Dr.-Ing. **Karl Czeija.**

Es soll hier versucht werden, ganz objektiv die Umstände zu schildern, die für die Bahnelektrisierungen jenseits des Ozeans bedeutungsvoll erscheinen und wie diese in ihrem Zusammenwirken die Auswahl zwischen Gleich- und Wechselstrom bei der Zugförderung beeinflussen.

Nach der vergangenen 10 bis 15jährigen Sturm- und Drangperiode, in der dem Einphasen-Kommutatormotor Eingang in die Zugförderung verschafft wurde, könnte die augenblickliche Lage einem Stillstande gleich erscheinen. Doch das ist nicht der Fall und wir dürfen die jetzt für Amerika hereinbrechende Zeit als eine Klärungsperiode bezeichnen, in der der elektrische Betrieb, der bei den bisher ausgeführten Anlagen in erster Linie seiner physikalischen Vorteile wegen herangezogen wurde, das ist Abwehr von Rauchplage, Geräusch und Feuersgefahr und Erreichung höchster Ausnutzung einer baulich begrenzten Geleiseanlage, nun erst im vollen Umfange auch seine wirtschaftlichen Vorteile dem Dampfbetriebe gegenüber zu behaupten haben wird.

Die Strecken durch dichtbebautes und dichtbevölkertes Gelände, umfassend Stadt-, Vorort- und Nachbarbahnen und weiter die zwingendsten Tunnelstrecken und die innerhalb großer Städte zu den Bahnhöfen führenden Ferngleise sind drüben bereits durchwegs elektrisiert. In der Elektrisierung bezw. für diese bereit stehen jetzt zwei Gruppen: die „Überlandbahnen" und die vorwiegend an Frachtförderung beteiligten Gebirgssektionen der Fernbahnen. Die ersteren sind als Entlastung der Hauptstrecken, als Abzweiglinien und Verlängerungen mit regem Personen- und Frachtverkehr anzusehen. Die letzteren sollen dazu dienen, den im amerikanischen Frachtverkehre geltenden Grundsatz: „Gefahrene Zugskilometer sind Ausgaben, geförderte Tonnenkilometer Einnahmen" auch auf den Streckenteilen zu verwirklichen, die bisher der Förderung sehr schwerer Züge mit größtmöglichster Geschwindigkeit im Durchgangsverkehr eine Drosselung entgegensetzten.

Sieht sich nun drüben die eine bestimmte Strecke eignende oder neubauende Bahngesellschaft an den Grenzen der mit Dampfbetrieb zu bewältigenden Fördermenge angelangt, so läßt sie durch konsultierende Ingenieure das für ihre Strecke günstigste Ersatzsystem untersuchen. Im ausgearbeiteten Projekte interessiert sie dann nichts, außer den Anlagekosten und den durch Garantien in Geldwert auszudrückenden und möglichst noch in ihre Wirkungsjahre fallenden Jahreserträgen.

Dieser Vorgang kennzeichnet schon die allgemeine Lage. Die Bahnelektrisierung zerfällt in lauter Einzelprobleme, die allein durch verzweigte Sonderinteressen zur Lösung gedrängt werden. Daß dabei eine auf Generationen vorausblickende Berücksichtigung des Zusammen- und Anschlusses an Nachbarstrecken und Seitenlinien und einer günstigeren Verteilung von Personen- und Frachtverkehr auf Parallellinien, ganz abgesehen von strategischen Forderungen oder ähnlichen für

*) Vortrag, gehalten vor der Fachgruppe für Elektrotechnik des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, Wien, am 24. November 1913.

Digitized by Google

europäische Bahnen mächtigen Faktoren nicht erfolgt, liegt auf der Hand.

Wohl fehlte es nicht an weitblickenden Bestrebungen, bestimmte Frequenzen oder Spannungen festzulegen, um von der Basis aus verschiedene Traktionsarten gründlich zu untersuchen. In Ermanglung einer das gesamte Bahnwesen umfassenden Behörde, etwa einer Reichseisenbahnverwaltung oder eines Eisenbahnministeriums, kam es aber bisher noch nie zu einer Entscheidung. Die Erfahrungen, die mit den verschiedenen Traktionsarten gewonnen wurden, mußten daher in Anlagen gesammelt werden, die unter dem Drucke voller kommerzieller Verantwortung für die einzelnen Baufirmen entstanden.

So schied für eine Reihe von Jahren ein schrankenloser und die Bahneigner verwirrender Wettbewerb die leitenden Firmen und konsultierenden Ingenieure in zwei scharf getrennte Lager. Das eine hing dem Gleichstrommotor an und rückte die Begrenzung des Gleichstrombetriebes infolge der Höhe des zum und durch das Fahrzeug zu treibenden Stromes durch Steigerung der Fahrspannung soweit als möglich hinaus, während das andere das Einphasensystem in Verbindung mit dem Kommutatormotor entwickelte.

Die beiden vorher genannten Bahnarten: Überlandbahnen und schwere Frachtförderung auf Gebirgsstrecken führten nun in jüngster Zeit zu einer gewissen Annäherung. Gegenwärtig finden wir die beiden Gruppen an der Ausgestaltung des Gleichstromhochspannungssystems arbeitend und zu gleicher Zeit auch mit der Durchbildung der bisher zurückgestellten Umformerlokomotive beschäftigt. Die letztere stellt auf dem Fahrzeug mitgeführte Einrichtungen dar, die den vom Fahrleiter abgenommenen Einphasenwechselstrom in Mehrphasenstrom für Induktionsmotoren spalten oder in Gleichstrom für Gleichstrommotoren gleichrichten. Der Gleichstrombetrieb wird dadurch immer elastischer gestaltet und der Wechselstrom auf eine viel breitere Basis gestellt. Unter Festhaltung der einfachsten Streckenausrüstung, das ist der einfache Fahrleiter und die Schienenrückleitung, bleibt dabei für den letzteren die Auswahl zwischen dem Induktions- und Gleichstrommotor offen.

Die mehrphasige Streckenausrüstung ist für Amerika ausgeschlossen. Bei der dort verlangten Aufhänghöhe des Fahrdrahtes, die um 0·75 bis 1·25 *m* höher als in Europa ist, der wenig sorgfältigen Geleiseverlegung und Geleise-Instandhaltung und den ungünstigsten Witterungsverhältnissen, lassen sich bei dieser kaum höhere Spannungen verwenden, als heute schon mit Gleichstrom erreicht wurden.

Bei den jetzt unmittelbar vorliegenden Elektrisierungen erscheint der Kommutatormotor gewissermaßen zur Disposition gestellt. Nach praktischer Erprobung desselben wurde bald erkannt, daß er für eine den Bahnbetrieb befriedigende Gewichts- und Raumökonomie und vernünftige Wartekosten einer besonderen, wesentlich niedrigeren Frequenz bedarf, als die in Amerika so hartnäckig festgehaltenen 60 und 25 Per./Sek.

Die Frequenzfrage war in Amerika stets eine vielumstrittene. Von 133 und 125 Per./Sek. bei den ersten Lichtanlagen ging man anfangs der Neunzig auf 60 Per./Sek. und mit dem Ausbau der großen Wasserkraftanlagen, etwa Mitte Neunzig, auf 25 Per./Sek. Heute wird die hohe Frequenz beim Umformerentwurf nicht mehr gefürchtet, die größere Reaktanz der Hochspannungsfernleitung wird als willkommener Schutz gegen Kurzschlußbeanspruchungen erkannt, die verlustarmen Bleche liefern zusammen mit der höheren Frequenz leichtere Transformatoren, und bei der in der Geschwindigkeit und Leistung rapid gesteigerten Synchronmaschine, gibt die mehrpolige Ausführung die günstigere Massenverteilung. So drängt bei neueren Kraftanlagen alles wieder nach 60 Per./Sek., doch hat man wegen der älteren Anlagen auch 25 Per./Sek. noch aufrechtzuerhalten. Die amerikanischen Firmen haben ihre Fabrikate bis in alle Einzelheiten für 60 und 25 Per./Sek. normalisiert und bei der in Amerika vorherrschenden Massenfabrikation stößt daher die Einführung einer neuen, also dritten Frequenz, schon im eigenen Lager auf empfindliche Schwierigkeiten.

Von den höchst interessanten Diskussionen der amerikanischen Ingenieurvereine in den Jahren 1904 bis 1908, die über die Einführung einer Bahnfrequenz von $16^2/_3$ bis 15 Per./Sek. berieten, möchte ich nur ein die Zahlenphantasie des Amerikaners kennzeichnendes Beispiel herausgreifen. Zur Elektrisierung der in den Vereinigten Staaten liegenden 562.000 Geleise-*km* mit einem einheitlichen System und der Beschaffung von zirka 30.000 elektrischen Lokomotiven, die die jetzt in Betrieb stehenden 60.000 Dampflokomotiven ersetzen sollen, würde eine Summe von 1500 Millionen Dollars (7500 Millionen Kronen) aufzuwenden sein. Wird eine Lokomotive mittlerer Leistung bei 25 Per./Sek. mit 25.000 Dollars angenommen, so dürfte die für 15 Per./Sek. gleicher Leistungsfähigkeit, etwa 24.000 bis 23.500 Dollar kosten. Es stehen sich also bei 30.000 Lokomotiven die Beträge von 750 Millionen und 710 Millionen Dollars gegenüber. Das rollende Material nimmt hier etwa die Hälfte der Gesamtbeschaffung ein und Ersparnisse hieran sind bei Erweiterungen und Auswechslungen natürlich viel gewichtiger als an den länger lebensfähigen Kraft- und Unterwerksausrüstungen, deren Beschaffung nur etwa 20 bis 22% der Gesamtsumme beträgt. Doch das möge nur so nebenbei eingeflochten sein, um zu zeigen, wie sehr man drüben unter anderem auch vom Standpunkte der Massenfabrikation die Neueinführung einer bestimmten Bahnfrequenz rechtzufertigen versuchte.

Der Festlegung auf eine Bahnfrequenz stehen aber noch weitere Interessen entgegen. Und vielleicht das wichtigste Moment darunter spielt die seit mehreren Jahren zielbewußt vorgenommene Konzentration der Primäranlagen. Diese basiert auf dem Streben, durch Anschluß der verschiedenartigsten Stromverbraucher eine möglichst konstante Zentralenbelastung und damit niedrige Betriebsunkosten und geringe Reservehaltung zu erzielen. Gefördert durch eine ebenfalls zielbewußt vor sich gehende Kapitalskonzentration, werden günstig gelegene Einzelanlagen weiter ausgebaut und unter Auflassung der für einen rationellen Betrieb weniger günstig arbeitenden Werke zu großen einheitlich geleiteten Primärnetzen zusammengeschlossen.

Für eine amerikanische Stadt, die nach der Bevölkerungsziffer Wien am nächsten kommt, es ist dies Chicago*) mit 2,186.000 Einwohnern, soll dies etwas näher ausgeführt werden. Fig. 1 zeigt den Verbrauch für Personenverkehr, der hier für Vorortelinien und für die Durchgangsfern- und Bahngeleise, soweit sie in eine für die Elektrisierung vorgesehene Zone fallen (diese umgibt die Stadt mit etwa 17·5 *km*

*) S. Insull, Proc. of the Am. Inst. of El. Eng. 1912, Seite 1473. Ref. E. u. M. 1912, Seite 772.

Digitized by Google

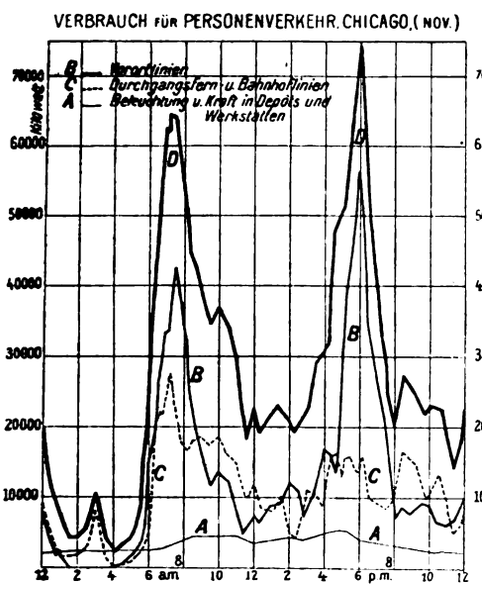


Fig. 1. Verbrauch für Personenverkehr.

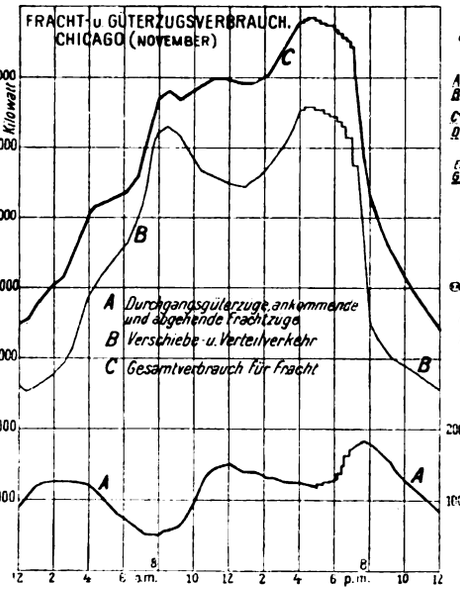


Fig. 2. Fracht- und Güterzugsverbrauch.

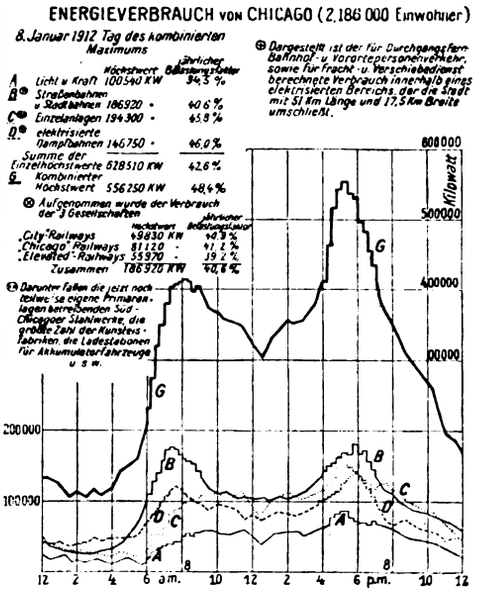


Fig. 3. Gesamtverbrauch (Chicago).

Breite und einer Länge von etwa 51 *km*) zusammengestellt ist. Für die amerikanische Arbeitszeit charakteristisch sind die beiden Spitzen gegen 8 Uhr morgens und 7 Uhr abends. Der geringe Verkehr um die Mittagszeit drückt die in der Nähe der Arbeitsplätze verbrachte „Lunch"-rast aus.

Den Verbrauch für Fracht- und Verschiebedienst innerhalb der gleichen Zone zeigt die Fig. 2. Die in den frühen Morgen- und späten Nachmittagsstunden ankommenden bezw. abgehenden Ferngüterzüge werden tagsüber zerteilt, die Wagen den Werkgeleisen zugeführt und für die Weiterverfrachtung neu zusammengestellt. Die Verbrauchskurve *B* zeigt daher das Maximum gerade im Tale des Personenverkehres. Für die durchgehenden Frachtzüge und die auf den Ferngeleisen abgehenden und ankommenden Züge ist der Verbrauch ein recht konstanter.

Den aus Personen- und Frachtverkehr sich ergebenden Verbrauch stellt die Kurve *D* (Fig. 3) dar. Er besitzt einen jährlichen Belastungsfaktor von 46%. Diese Figur zeigt weiter die Verbrauchskurve für Licht und Kraft *A*, für Straßenbahnen *B* und endlich der zurzeit noch nicht ans gemeinsame Netz angeschlossenen Einzelanlagen *C*, zu denen namentlich einige Stahlwerke, die Eisfabriken und Ladestationen für Akkumulatorenfahrzeuge gehören. Es würde sich beim Zusammenschluß aller dieser Verbraucher (*A*, *B*, *C* und *D*) in eine gemeinsame Primäranlage ein resultierender Belastungsfaktor von 48·4% ergeben. Eine Zentralenleistung von 37.000 *kW*, die sich als Differenz zwischen der Summe der zeitlich nicht zusammenfallenden Maxima und dem kombinierten Maximum ergibt, wäre entbehrlich.

Für das industriereiche Chicago konnte die elektrisierte Stadtzone sehr weit ausgedehnt werden und daher beträgt auch der Vollbahnverbrauch darin etwa 25% des Verbrauchs für Licht, Kraft und Straßenbahnen. Im dichtbevölkerten New York beträgt er nur 11%, als ungefährer Mittelwert könnte 15 bis 18% angegeben werden.

Es ist nun nicht leicht, ziffermäßig nachzuweisen, in welchem Maße ein derartiger Zusammenschluß auf die Stromkosten einwirkt. In New York zum Beispiel, wo die großen Bahngesellschaften, als sie vor etwa sieben Jahren alle innerhalb des Stadtbereichs verlaufenden Fernstrecken elektrisieren mußten, auch eigene Kraftwerke errichteten und seither betreiben, lassen sich in den Strompreisen nur recht geringe Differenzen gegen die große Edison Light & Power Co. nachweisen.

Unter der heutigen Propaganda erscheint es aber ziemlich sicher, daß auch solche Gesellschaften mit Kraftwerken von 20.000 und 40.000 *kW* sich die Errichtung eigener Primärwerke sehr überlegen werden und wäre es auch nur, um die Anschaffungs- und Betriebskosten aus den Projekten bezw. Jahresbilanzen zu scheiden und sich deren Verantwortung und Verwaltung zu entledigen.

Eine amerikanische Bahngesellschaft findet ihre volle Aufgabe in der wirtschaftlichen Zugförderung und überläßt die Energieerzeugung sehr gerne besonderen Elektrizitätsgesellschaften, wenn sie mit diesen über Strompreis und die nötigen Reserven vernünftige Vereinbarungen erzielen kann. Und dazu dürfte heute der Boden genügend vorbereitet sein.

Wenn es sich also nur um etwa 15 bis 18% für den Vollbahnverbrauch handelt, so erscheint es erklärlich, daß man diesen auch in der Spannung und Stromart den ohnehin der Umformung bedürfenden Straßenbahnanlagen anzupassen sucht, um gewisse Unterstationen zur streckenweisen Speisung mehrerer Bahngesellschaften und zur eventuellen Aushilfe heranzuziehen. Zudem war oder ist noch in manchen Städten die Höhe der Fahrleiterspannung gesetzlich begrenzt, in anderen Fällen begegnet die hochgespannte Streckenausrüstung großen oder schweren baulichen Hindernissen oder hohen Kostenaufwänden zur Abwehr von Induktions- und Isolationsstörungen in Telephon-, Telegraphen- und Signalleitungen. Eine durch diese Umstände schon begrenzte Spannung erfordert nun für schwereren Betrieb die „dritte Schienenzuleitung" von der zurück wieder höhere Werte als zirka 800 bis 1000 *V* ausgeschlossen sind.

Beinahe ausschließlich wird in den Stadtanlagen der von den Primärwerken gelieferte Dreiphasenstrom in den Umformerstationen auf zirka 650 *V* Gleichstrom umgeformt. Die Licht- und Kraftverteilung erfolgt durch Teiltransformierung als Wechselstrom, vielfach aber auch noch mit Umformung auf Gleich-

Digitized by Google

strom. Der rotierende Umformer ist in Amerika traditionell und wegen seiner Ausgleichsfähigkeit der wattlosen Ströme ein Dogma. Die Durchbildung dieser Maschinengattung ist daher auch eine mustergültige und Einheiten von 5000 *kW* für 25 Per./Sek. und 2000 *kW* für 60 Per./Sek. sind drüben in großer Zahl in Betrieb.

Wie verhält es sich nun mit Bahnanlagen durch unbebautes Gelände? Die um natürliche Energiequellen konzentrierten Primäranlagen speisen heute ganze Provinzen umfassende Primärnetze und von diesen ist kaum ein Streckenbereich verschont, in dem sich die Errichtung einer Überlandbahn oder Seitenlinie wirtschaftlich erweist. Und dabei schließt nun der Amerikaner folgendermaßen. Für Wechsel- wie Gleichstrombetrieb werden Transformatoren und Frequenzwandler bezw. Gleichrichter benötigt. Der rotierende Umformer für zirka 600 *V* Gleichspannung ist die wirtschaftlichste Anordnung und im weiten Leistungsbereiche ein Normalfabrikat, daher sehr billig. Zwei auf der Gleichstromseite in Reihe geschaltete Umformer geben 1200 *V* und damit läßt sich schon ein ziemlich dichter Bahnbetrieb erzielen. Sind höhere Fahrspannungen wirtschaftlich, dann wird der Konverter ungünstig und an seine Stelle treten zwei in Reihe geschaltete Dynamos von z. B. je 1200 *V*, also in Reihe 2400 *V*, die von einem Synchronmotor betrieben werden. Ein solches Aggregat läßt sich noch zum größten Teile aus Normalteilen aufbauen. Nimmt man dagegen eine Frequenz- und Dreiphasen-Einphasen-Umformung vor, zum Beispiel 60 zu 15 bezw. 25 zu $16^2/_3$, dann schnellt schon das Anlagekapital beträchtlich in die Höhe, da es sich dann um Sonderfabrikate und um eine recht unwirtschaftliche Umformung handelt. Um dies auszugleichen, müssen schon sehr erhebliche Vorteile aus der Motorausrüstung zweifelsfrei nachgewiesen werden können. Nun Kommutatormotoren lassen sich auch mit 25 Per./Sek. betreiben. Für die 25 Per./Sek.-Primäranlage wird dann die Energieverteilung naturgemäß die einfachste und billigste, das rollende Material dagegen schwer und teuer und ein solcher Betrieb wird also nur dort rechtzufertigen sein, wo eine sehr geringe Zugdichte oder zeitlich in sehr weiten Grenzen schwankende Fördermengen vorliegen. Die starkfluktuierende und unstete Streckenbelastung führte hier zu einer höchst unwirtschaftlichen Ausnutzung der Umformerstationen. Soche Fälle dürften daher in Amerika für die nächste Zeit die einzigen sein, für die Kommutatormotoren herangezogen werden.

Spielt sich nun ein derartiger Betrieb zwischen großen Städten ab, so werden die in die Stadt eintretenden Züge zumeist auf schon früher elektrisierte Straßen-, Vorort- oder Stadtbahngeleise treffen. Der Übergang von der Wechselstrom- auf die Gleichstromstrecke kommt dann recht unangenehm zum Ausdruck und führt entweder zu der auf amerikanischen Fahrzeugen mit Kommutatormotorausrüstung stets vorhandenen sehr schweren Doppelausrüstung für Wechselstrom und Gleichstrom, oder es wird eine Auswechslung der Lokomotive vor dem Stadteintritt erforderlich.

Die Gleichstromvertreter sind hier wesentlich im Vorteil, denn sie haben es recht einfach in der Hand, durch Gruppierung der Motoren, von 1500 oder 1200 *V* auf 600 *V* oder gar von 2400 *V* auf 1200 oder 600 *V* umzuschalten.

Bei den amerikanischen Bahnelektrisierungen mußte ich in erster Linie den wirtschaftlichen Standpunkt der Beschaffung der Primärenergie und der Umformung und die Interessen der Fabrikation hervorheben. Bei Schilderung europäischer Elektrisierungen würde man wahrscheinlich vom Motor ausgehen. Besonders den Kommutatormotor betreffend, würde hier die Energiebeschaffung in der Form zu betrachten sein, die ihn am besten befriedigt, und die Fabrikation würde dann automatisch folgen. Das liegt wohl daran, daß die meisten europäischen Bahnen in Staatsbesitz und unter Staatsverwaltung stehen und deshalb eine einheitliche Betriebsführung und eine allein ihren Zwecken dienende Energieerzeugung beanspruchen. Auch ist die europäische Fabrikation viel elastischer und weitverzweigte Überlandanlagen sind vorderhand noch nicht in dem Maße vorhanden als in Amerika. Die vorherrschende Normalfrequenz von 50 Per./Sek. ist ferner der Umformung in sehr großen Konvertereinheiten weniger günstig und es liegt diese auch viel weiter abseits von einer besonders geeigneten Bahnfrequenz als 25 Per./Sek.

Wenn wir nun auf die amerikanischen Bahnmotoren eingehen, so können wir uns hier nur auf Allgemeines beschränken. Für einen gegebenen Betrieb wird der beste Motor offenbar der sein, aus dem sich bei der bestehenden Raum- und Gewichtsbegrenzung, das heißt einer beschränkten Ankerlänge und einem Rotordurchmesser, der als Kompromiß zwischen günstigster elektrischer Geschwindigkeit und mechanisch zulässiger Umfangs- und Übertragungsgeschwindigkeit erhalten wird, die größte Leistung bei kleinsten Verlusten und geringster Wartung herausholen läßt.

Betriebe innerhalb dichtbebauten und dichtbevölkerten Geländes, und mit solchen wollen wir uns zunächst befassen, erfordern hohe Beschleunigungsleistungen bei feinstufiger Geschwindigkeitsregelung in erster, und eine ausreichende Dauerleistung in zweiter Linie. Für Gleichstrom und niederfrequenten Wechselstrom lassen sich nun Motoren mit der hier einzig möglichen Reihencharakteristik bauen, das heißt, einem bei konstanter Energiezufuhr mit der Geschwindigkeit umgekehrt proportionalen Drehmomente.

Die meisten amerikanischen Ingenieure fanden nun auf Grund ihrer Erfahrung, daß die Gleichstrommotoren den im Bahnbetrieb vorliegenden Begrenzungen, wie Spurweite, Profil, starre Länge des Fahrzeugrahmens, die Ableitfähigkeit der Verlustwärme usw. viel weniger Hindernisse entgegensetzen, als der mit 25 Per./Sek. gespeiste Kommutatormotor. Verfolgen wir kurz die Entwicklung des Kommutatormotors in den Vereinigten Staaten, so begegnen wir zuerst mit nur geringen zeitlichen Unterschieden ungefähr den gleichen Phasen, wie in Europa. Die ersten Versuche, den Einphasenstrom für die Straßenbahnelektrisierung nutzbar zu machen, reichen bis 1892 zurück. B. G. Lamme, dem Chef-Ingenieur der Westinghouse El. & Mfg. Co., gebührt das Verdienst, den ersten Motorwagen mit zwei für niederfrequenten Wechselstrom geeignet gemachten Seriemotoren betrieben zu haben. Aber erst 1902, gelegentlich der Diskussion der 73 *km* langen Bahnstrecke Washington—Baltimore—Annapolis, kommt der Einphasenstrom in die breitere Öffentlichkeit. Im Jahre 1904 hebt die Diskussion über Anlauf- und Laufverhältnisse sowie über verschiedene Kompensationsmöglichkeiten an. Im Jahre 1908 wurde dieses Gebiet

Digitized by Google

nach Vorlage des Reihen-Repulsionsmotors von Alexanderson nochmals und entschiedener aufgegriffen und führte zu einer für den Motorentwurf sehr wertvollen Aussprache über Widerstandsverbindungen im Kurzschlußkreis und die Kompensationsmöglichkeit der transformatorischen Kurzschlußspannungen bei beliebigen, oberhalb der Synchrongeschwindigkeit liegenden Drehzahlen. Durch alle diese Besprechungen zog sich der Wunsch nach Normalisierung einer Bahnfrequenz, aber wie wir schon sahen, zu einer solchen kam es nicht; es fühlte sich eben dazu niemand so recht berufen, noch durch vorliegende Wirtschaftlichkeitsnachweise berechtigt. Und während nun in den letzten Jahren ganz Zentraleuropa zum fruchtbarsten Versuchsfeld für den Kommutatormotor wurde, blieb er in seinem Vaterlande im wesentlichen auf eine Firma beschränkt und wurde innerhalb dieser auch nur von einem Manne, der allerdings sein Urheber ist, auf das entschiedenste gefördert.

Für betriebsmäßige Ausführungen wurde der Kommutatormotor in Amerika nur als kompensierter Reihenmotor und Reihen-Repulsionsmotor nach Alexanderson angewandt. Gegen Kurzschlußbürsten und verschiebbare Bürstensätze, also Motoren, die einerseits nur beschränkte Geschwindigkeitsbereiche wirtschaftlich decken, andererseits die Vielfach-Einheitssteuerung ausschließen, hatte man drüben die größte Abneigung.

Von Widerstandsverbindungen, die allerdings bei 25 Per./Sek. eine gewisse Berechtigung finden, wollte man sich lange nicht trennen, obgleich die konstruktive Unterbringung derselben von allem Anfange an die meisten Schwierigkeiten und Störungen hervorrief. Damit zusammenhängen mag auch die heute noch bestehende Befürchtung gegen höhere Rotorgeschwindigkeiten als maximal 38 bis 40 *m*/Sek. Eine ausschlaggebende Rolle spielen dabei auch die in Amerika nun einmal vorliegenden viel höheren Wagen- und Zuggewichte und die dafür nötigen Anzugsmomente, die ungünstigen Geleise- und Trassenverhältnisse und ganz besonders die dabei noch recht sorglose Fahrzeugsteuerung. Im Betrieb auftretende Defekte verursachen bei den hohen Arbeitslöhnen und der gewöhnlich recht spärlich vorgesehenen Reserve ein ganz beträchtliches Ansteigen der Betriebskosten.

Allerdings muß auch ganz unparteiisch ausgesagt werden, daß die amerikanischen Ausführungen, die unter den schweren Betriebsanforderungen in mechanischer Hinsicht außerordentlich sorgfältig behandelt wurden, in anderen Dingen nicht die wissenschaftliche Durchbildung erfuhren, die einige der europäischen Konstruktionen auszeichnen. Zur Rechtfertigung der amerikanischen Ingenieure muß aber angeführt werden, daß alle die heute durch geduldige und tiefgreifende Forschung geschaffenen Mittel bei der Frequenz 15 bis $16^2/_3$ wesentlich mehr verheißen als bei 25 Per./Sek.

Der amerikanische Gleichstrommotor hat, gedrängt durch die schwere Stadtelektrisierung und der ihm dadurch zugewiesenen Verbreitung, eine außerordentliche Vervollkommnung erfahren. Als Normalspannung gilt 600 *V* und mit entsprechender Isolierung gegen Erde und niedriger gewählten Segmentspannungen wird er für Gruppenschaltungen an Fahrspannungen von 1200 und 1500 *V* heute als Normalfabrikat geführt. Der für 1200 *V* isolierte Motor wird drüben heute am meisten verlangt, da er bei eventueller Streckenerweiterung den Übergang auf 1200 *V* sehr einfach zuläßt. Ein weiter Drehmomentsbereich bei begrenzten Strömen wird durch ab- und zuschaltbare Reihenfeldwindungen erreicht, die mitunter, je nach der Einschaltdauer, auch mit verschiedenen Querschnitten untergebracht sind. Alle Motoren werden mit Wendepolen ausgeführt und für größere Leistungen werden verteilte Feldwicklung und Kompensationswicklungen herangezogen. Höhere Ausnutzung mit zugleich ständiger Reinigung bewirkt künstliche Belüftung bei axialer Führung des von einem Kompressor gelieferten Luftstromes. Die Motoren mit 1200 *V* Kollektorspannung und 2400 *V* Fahrspannung sind nur in der Isolation und Kommutatorgröße von den Normalausführungen verschieden.

Versuche mit 4800 bis 5000 *V* Fahrspannung werden eifrig betrieben. Dafür sind neben den üblichen Ausführungsformen auch Motoren vorgesehen, bei denen zwei ständig in Reihe geschaltete Armaturen in einem gemeinsamen, doppelt zweipoligen Gehäuse laufen. Jede Armaturwelle trägt ein Ritzel und die beiden Ritzel greifen in ein gemeinsames, auf der Triebwelle sitzendes Zahnrad ein. Diese Anordnung sichert geringe Lamellenspannungen, gibt reichliche Abkühlflächen und läßt sich mechanisch sehr leicht mit dem Drehgestellrahmen vereinigen. Vorderhand wird, soweit es sich um zuverlässige praktische Betriebserfahrungen handelt, an 2400 *V* als höchste Fahrspannung festzuhalten sein.

Wie sehr man am Gleichstromtriebmotor festhält, selbst wenn die wirtschaftliche Grenze der Gleichstromstreckenspeisung überschritten wird und hochgespannter Wechselstrom herangezogen werden muß, zeigen die äußerst hartnäckig von beiden Lagern betriebenen Bestrebungen, auf dem Fahrzeug mitrollende Umformungen auf Gleichstrom zu schaffen. Synchrone Umformungen sind für die hier zu betrachtenden Betriebe zu schwer und umständlich. So sucht man den Cooper-Hewittschen Quecksilberdampfgleichrichter dafür nutzbar zu machen. Seine drüben sehr verbreitete Anwendung legt es nahe, ihn durch besondere Gußstahlgefäße, Dichtungs- und Kühlanordnungen, und durch Parallelschaltung mehrerer Elemente für die hier vorkommenden großen Leistungen durchzubilden. Mit ausgeführten Versuchslokomotiven wurden kürzlich Leistungen bis zu 1000 *kW* befriedigend beherrscht. Gelingt es, die noch bestehenden rein mechanischen Schwierigkeiten, wie Aufrechterhaltung des Vakuums, Kühlung der Behälter usw. zu überwinden, so wäre diese Umformung sicherlich eine ganz ideale. Sie ist leicht, einfach, von Spannung und Frequenz in weitem Bereiche unabhängig und läßt normale Motoren und Steuerungen zu. Die Umformung mittels Quecksilbergleichrichters ist übrigens nicht nur als eine mitrollende, sondern auch als eine stationäre in Verbindung mit Hochspannungsgleichstrom beabsichtigt. Durch entsprechende Schaltung läßt sich nämlich damit sehr einfach Dreiphasenstrom in Gleichstrom umwandeln und damit würde eine viel gleichartigere und die Primärgeneratoren und Transformatorenanlage besser ausnutzende Belastung erreicht, als bei der sektionsweisen Speisung der Strecke mit den Zweigströmen des Dreiphasensystems. Auch der Übergang vom Fern- zum niedervoltigen Stadtgeleise fände damit eine günstige Lösung. Alle diese Vorteile lassen die energischen Bemühungen keinesfalls unfruchtbar erscheinen, die man gegenwärtig dafür aufwendet. Vorderhand ist

Digitized by Google

diese Gleichrichtung jedoch noch im Versuchsstadium, ich mußte sie aber hier anführen, da sie zur Kennzeichnung der gegenwärtigen Lage beiträgt.

Für Frachtdienst durch gebirgiges Gelände sind Motoren mit hoher Dauerleistung in erster und einer gewissen Geschwindigkeitsregulierung in zweiter Linie erforderlich. Sehr wichtig ist hier in Anbetracht der Gefällsunterschiede eine möglichst energische Unterstützung der Luftdruckbremsung. Selbst wenn auf eine durch die Nutzbremsung etwa zu erreichende Energierückgewinnung ganz verzichtet wird, so bietet schon eine vom Motor aus bewirkte Verzögerung der Triebachsengeschwindigkeit wesentlich erhöhte Sicherheit und wirtschaftliche Vorteile durch Einschränkung des Radreifen-, Schienen- und Bremsschuhverschleißes.

Hohes Triebachsengewicht wird hier verlangt und die mit Hochspannung gespeiste Fahrleitung ist Gebot. Wäre nun der Einphasenkommutatormotor für eine die Steuerung nicht komplizierende und zuverlässige Nutzbremsung geeignet, so könnte er hier selbst bei 25 Per./Sek. ein ausgedehntes Anwendungsgebiet finden. Aber trotz vieler Bemühungen hat man in der Richtung noch keine befriedigende Lösung gefunden. Auch beim Gleichstromreihenmotor ist die Nutzbremsung ohne besondere Zufügungen zur Kontrolle nicht möglich.

Da drängt sich der Mehrphaseninduktionsmotor auf, der zum Bremsen vorzüglich geeignet ist, beim einfachsten und billigsten Aufbau sehr überlastungsfähig und dabei auch noch frei vom Kommutator ist. Der Induktionsmotor besitzt aber Nebenschlußcharakteristik, das heißt er läuft unabhängig vom Drehmomente mit annähernd konstanter Geschwindigkeit und seine Energieaufnahme ist dem Drehmomente proportional. Nun, die konstante Geschwindigkeit braucht auf der freien Gebirgsstrecke kein Nachteil zu sein. Vergessen wir für einen Augenblick die uns von der Dampflokomotive her vertraute Reihencharakteristik, durch die der Zug bergauf langsam, bergab schnell gezogen wird, und statten wir das Fahrzeug mit Induktionsmotoren aus, die bergauf und bergab bei jeder Witterung stets mit beinahe konstanter Geschwindigkeit laufen, so müssen wir einem solchen Betriebe sogar die Vorteile einer genaueren Anpassung an den Fahrplan und höheren Sicherheit bei der Talfahrt zuerkennen. Und diese sind nicht zu unterschätzen bei der Durchquerung von Gebirgszügen und langen Tunnelanlagen, wo die Erhöhung der Geleisezahl außerordentlich kostspielig ist. Übrigens ist durch italienische und Schweizer Bahnen nachgewiesen, daß Induktionsmotoren in der Polumschaltung und Kaskadenschaltung recht einfache Mittel besitzen, um bei einer Drei- oder Vier-Motorausrüstung vier bis fünf Geschwindigkeitsstufen zu erhalten.

Die mehrphasige Streckenausrüstung muß aber umgangen werden und dazu hat man den vom einfachen Fahrleiter abgenommenen Einphasenstrom mittels einer Umformeranordnung in Zwei- oder Dreiphasenstrom zu spalten. Die Schaltung des Spaltumformers zeigt Fig. 4, aus der unschwer die von Ferraris-Arno zuerst, später von Danielson und Alexanderson angegebene, bisher aber praktisch noch nicht ausgenutzte Einphasen-Mehrphasenumformung wiedererkannt werden kann. Er besteht aus dem Ständer, in dem zwei um 90° versetzte Wicklungen liegen und dem hier als Käfigrotor ausgebildeten Anker. Durch die am Transformator liegende Wicklung I wird ein Wechselfeld geschaffen, das in der umlaufenden Käfigwicklung Ströme induziert, deren Feld in Wicklung II eine gegen die EMK in I unter 90° versetzte Spannung induziert. Durch entsprechende Bemessung der Windungszahlen in I und II werden zwischen den drei zu den Motoren führenden Leitungen

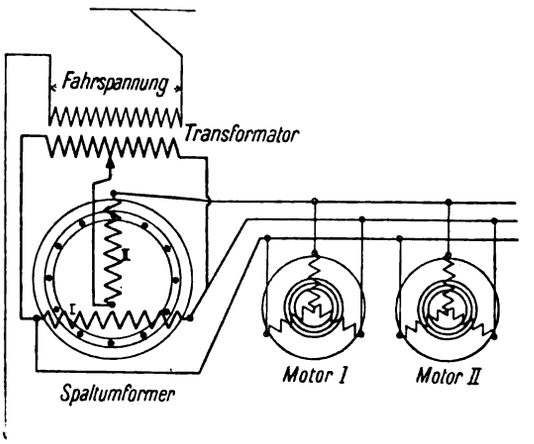


Fig. 4. Schaltung für die Phasenspaltung.

nach Art der Scottschen Transformierung ungefähr gleiche und unter 120° versetzte Spannungen erhalten. Einmal von einem kleinen Kommutatormotor angeworfen, läuft der Umformer mit konstanter Drehzahl weiter. Im mechanischen Aufbau kann der Spaltumformer sehr leicht gehalten werden, da er, abgesehen von den Eigenverlusten keine Drehmomente aufnimmt oder überträgt. Trotz Transformator und Spaltumformer stellen sich diese Lokomotiven dank der Materialökonomie der Induktionsmotoren, in den Gewichtsverhältnissen und Anschaffungskosten sehr günstig.

Dem Betrieb mit Induktionsmotoren wird oft eine unwirtschaftliche Kraftwerkausnutzung vorgeworfen. Doch dem hilft eine dem Gelände und der Betriebsart angepaßte Zugsverteilung und Regelung der Geschwindigkeit ab. Drei Stufen genügen zumeist, und bekanntlich erhält man bei Kaskaden- oder Polumschaltung für die einzelnen Stufen eine Drehmoments-Geschwindigkeitsabhängigkeit, die, wenngleich sprungweise, doch einer Reihencharakteristik äquivalent ist. Durch die eventuelle Rückgewinnung läßt sich allerdings eine Kompensation der wattlosen Ströme nicht erzielen, doch ist es verhältnismäßig einfach, den Spaltumformer mit einer synchronen Erregung zu versehen und damit den Magnetisierungsstrom des Umformers, des Transformators und der Motoren so auszugleichen, daß 100% Leistungsfaktor für die Energiezufuhr erreicht wird.

In diesem Zusammenhange scheint die Spaltumformerlokomotive die Lücken auszufüllen, die der Kommutatormotor gerade im schweren Frachtbetrieb durch Gebirgsstrecken läßt. Gegenüber höheren Frequenzen verhält er sich viel weniger empfindlich als der Kommutatormotor.

(Schluß folgt.)

Digitized by Google

Zusätzliche Kommutierungsverluste bei Gleichstrommaschinen.

Von Dr.-Ing. **Ludwig Dreyfus**, Berlin-Niederschönhausen.

(Schluß von Heft 14, Seite 286.)

3. Kommutierung bei beliebig vielen Stablagen pro Nut.

Der Fall eines einzigen massiven Leiters im Nutengrunde kommt in der Praxis der Gleichstrommaschine nicht vor. Hier liegt vielmehr stets eine gerade Anzahl von Stäben übereinander. Wir wollen daher jetzt unsere Betrachtungen auf die gleichzeitige Kommutierung des gesamten Stromvolumens einer Nut mit m Stablagen ausdehnen.

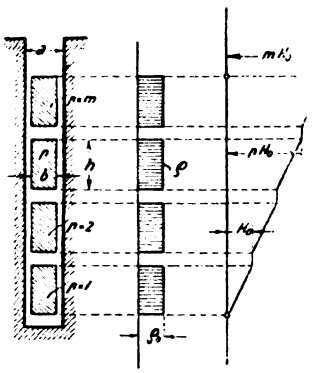


Fig. 8*a*. Feld- und Stromverteilung im stationären Zustand.

Fig. 8*a* zeigt die Verteilung des Nutenfeldes und der Stromdichte im stationären Zustand, Fig. 8*b* dieselben Größen im ersten Augenblick nach vollzogener Kommutierung. Da jetzt das Stromvolumen jedes einzelnen Stabes zwangsweise von $+J$ auf $-J$ gebracht worden ist, so haben auch alle Kraftlinien, soweit sie nicht die Stäbe durchsetzen, ihre Richtung geändert, wobei sie die bekannte Reaktanzspannung der Kommutation erzeugten. Im übrigen führen die schon im vorigen Abschnitt angestellten Erwägungen dazu, die Feld- und Stromverteilung über die einzelnen Stabhöhen h völlig

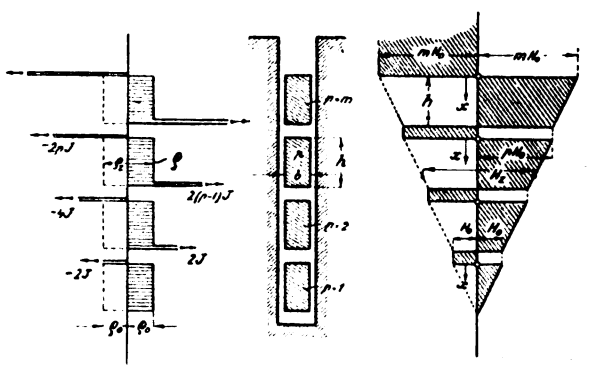


Fig. 8*b*. Feld- und Stromverteilung im ersten Augenblick nach vollzogener Kommutierung.

ungeändert anzunehmen. Nur die äußersten Stabfasern, in denen das Feld momentan seine Richtung wechselte, weisen unendlich hohe, aber trotzdem wohldefinierte Stromdichten auf. Denn um die beschriebene Feldverteilung überhaupt zu ermöglichen, muß in der unteren Faser jedes Stabes ein Strom gleich dem doppelten Werte des ursprünglichen Stromvolumens aller unter ihm liegenden Stäbe fließen, in der obersten Faser wiederum ein um $2J$ größerer Gegenstrom. Somit gilt zur Zeit $t = 0$ für den p-ten Stab und $x = 0$:

$$\rho\, b\, d\, x = -\,2\, p\, J$$

und dem entspricht für $x = h$

$$\rho\, b\, d\, x = +\,2\,(p-1)\, J.$$

Da von $t = 0$ an jeder Stab, als Ganzes betrachtet sein Stromvolumen nicht ändert, so vermag er auch den anderen Leitern keine Wirbelströme zu induzieren. Daraus folgt, daß man das Ausschwingen der aufgespeicherten Energie in jedem einzelnen Stabe gesondert verfolgen darf, unbekümmert um die Ausgleichsvorgänge, die sich gleichzeitig in den benachbarten Leitern abspielen. Da außerdem die Grenzbedingungen:

$$H_z = 0 \text{ für } x = 0 \text{ und } x = h$$

mit denen des vorigen Abschnittes übereinstimmen, so besitzt auch die Lösung der Differentialgleichung formell dieselbe Gestalt wie früher. Nur für die Amplituden der einzelnen Harmonischen erhält man etwas andere Werte. Bezeichnet man nämlich die ungeraden Harmonischen mit der Ordnungszahl $\bar{n}$, die geraden Harmonischen mit $\bar{n}$, so erhält man jetzt:

$$H = -\,H_0\left(p - \frac{x}{h}\right) + \left.\begin{aligned} &+ \frac{4}{\pi} H_0 \left[(2p-1) \sum_{1}^{\infty} \frac{e^{-\bar{n}^2 \frac{t}{T}}}{\bar{n}} \sin \bar{n} \frac{\pi}{h} x + \right. \\ &\left. + \sum_{2}^{\infty} \frac{e^{-\bar{n}^2 \frac{t}{T}}}{\bar{n}} \sin \bar{n} \frac{\pi}{h} x \right] \end{aligned}\right\} \quad . \quad 18)$$

bezw.

$$\rho = -\,\rho_0 - 4\,\rho_0 \left.\begin{aligned} &\left[(2p-1) \sum_{1}^{\infty} e^{-\bar{n}^2 \frac{t}{T}} \cos \bar{n} \frac{\pi}{h} x + \right. \\ &\left. + \sum_{2}^{\infty} e^{-\bar{n}^2 \frac{t}{T}} \cos \bar{n} \frac{\pi}{h} x \right] \end{aligned}\right\} \quad . \quad 19)$$

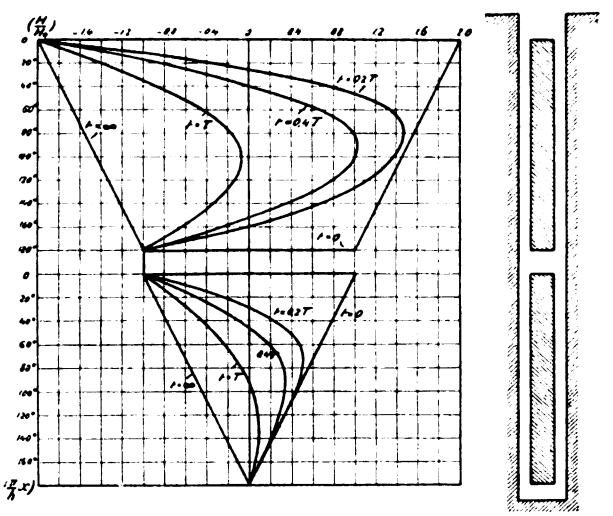


Fig. 9. Feldverteilung während des Ausgleichsvorganges bei zwei Stäben pro Nut.

Es ist bemerkenswert, daß unabhängig von der Anzahl der Stablagen die Zeitkonstante T für die Grundschwingung jedes Stabes genau denselben Wert besitzt, wie wir ihn früher unter der Annahme nur eines Stabes pro Nut ermittelt haben (vergl. 5). Daher bleiben auch sämtliche Betrachtungen, die wir seinerzeit an den numerischen Wert dieser Zeitkonstante knüpften, zu Recht bestehen. Insbesondere gilt dies für die Bedingungsgleichung:

$$\nu\, h^2 \leq 330 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9),$$

welche den Gültigkeitsbereich unserer Theorie begrenzt.

Die beste Anschauung über den zeitlichen Verlauf des Ausgleichsvorganges vermitteln wohl die Fig. 9 und 10, in welchen für zwei Stablagen die Feld- und Stromverteilung für verschiedene Zeitpunkte wiedergegeben ist. Man erkennt namentlich das rapide Erlöschen der Oberschwingungen und die eigentümliche Art und Weise, wie sich der Ausgleich der Stromdichten, von den äußersten Stabfasern ausgehend, nach den inneren Stabschichten fortpflanzt.

Digitized by Google

Daß die Stäbe in der Nähe der Nutöffnung entsprechend ihrem stärkeren Feld auch höhere Wirbelströme führen als die Leiter im Nutengrund, ist uns aus der Theorie der Wechselstrommaschine bereits geläufig und wir wollen uns nun anschicken, die hiedurch bedingten Verluste für einen Stab beliebiger Lage (mit der Ordnungszahl p) zu ermitteln. Dabei können wir von den beiden Gesetzen Gebrauch machen, die uns die Rechnungen des vorigen Abschnittes an die Hand gaben:

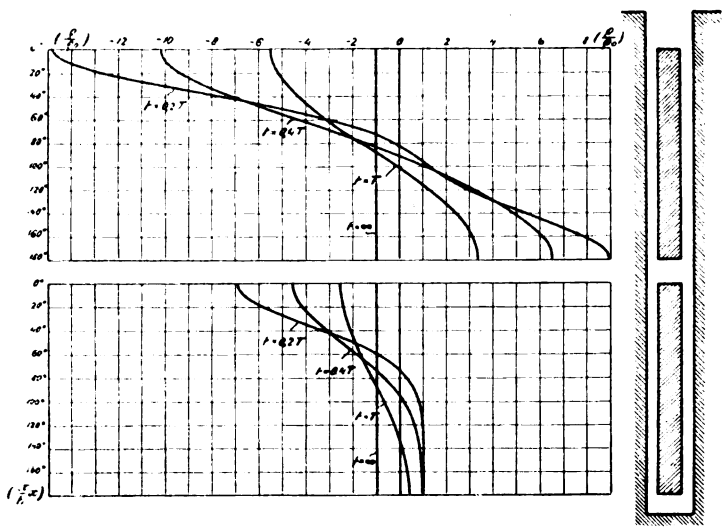


Fig. 10. Stromverteilung während des Ausgleichsvorganges bei zwei Stäben pro Nut.

Erstens: Die gesamten Kupferluste sind gleich der Summe aus den stationären Verlusten $(V_{cu})_0 = J^2 r$ und den zusätzlichen Verlusten $(V_{cu})_z$.

Zweitens: Die zusätzliche Verlustenergie pro eine Kommutierung ist gleich der magnetischen Energie, welche aus der Verkettung des betrachteten Stabes mit dem ihn durchflutenden Zusatzfelde H_z der Wirbelströme hervorgeht.

Für diese magnetische Energie hatten wir den allgemeinen Ausdruck gefunden:

$$A_m = \frac{a\,l}{0{\cdot}8\,\pi}\,10^{-8}\int_0^h (H_z^2)_{t=0}\,dx \quad . \; . \; . \; 14)$$

für den p-ten Stab ist aber

$$H_z = 2\,H_0\left(p - \frac{x}{h}\right);$$

daher wird:

$$A_m = H_0^2\,a\,h\,l\,.\,\frac{10^{-8}}{0{\cdot}6\,\pi}\,[p^3 - (p-1)^3]$$

$$= J^2 r\,.\,T\,.\,\frac{2\,\pi^2}{3}\,[p^3 - (p-1)^3]$$

$$= J^2\,\frac{l\,h}{a}\,.\,\frac{4\,\pi}{15}\,10^{-8}\,[p^3 - (p-1)^3] \;..\; \text{Watt. Sek.} \;.\; 20)$$

und dementsprechend die sekundlichen Kupferverluste:

$$V_{cu} = J^2 r + J^2\,\frac{l\,h}{a}\,\nu\,.\,\frac{8\,\pi}{15}\,10^{-8}\,[p^3 - (p-1)^3]$$

$$= J^2 r\left(1 + T\,\nu\,\frac{4\,\pi^2}{3}\,[p^3 - (p-1)^3]\right) \;..\; \text{Watt} \;...\; 21).$$

Die zusätzlichen Verluste sind also für einen Oberstab ganz wesentlich, nämlich im Verhältnis

$$3\,p\,(p-1) + 1$$

höher als für den untersten Stab, vorausgesetzt, daß alle Stäbe die gleiche Höhe h besitzen.

Addiert man noch die zusätzlichen Verluste sämtlicher m-Stabschichten und beachtet, daß

$$1^3 + 2^3 + 3^3 + \ldots + p^3 + \ldots + m^3 = \left[\frac{m\,(m+1)}{2}\right]^2,$$

so ergibt sich für die ganze Nut der interessante Ausdruck:

$$\sum_1^m (V_{cu})_z = J^2\,\frac{l\,h}{a}\,\nu\,.\,\frac{1{\cdot}6\,\pi}{3}\,10^{-8}\,.\,m^3 = J^2 r\,.\,T\,\nu\,\frac{4\,\pi^2}{3}\,m^3 \;.\; 22)$$

und für das Widerstandsverhältnis k der Nut:

$$K = 1 + \frac{4\,\pi^2}{3}\,m^2\,T\,\nu = 1 + \frac{4}{3\,\pi}\,m^2\,\xi^2 \quad . \; . \; 23).$$

In Fig. 11 ist dieses Verhältnis bei zwei und vier Stablagen pro Nut sowohl für kommutierten Gleichstrom als auch für sinusförmigen Wechselstrom als Funktion des Parameters ξ aufgetragen. Die Kurven lassen deutlich erkennen, wie weit die Kommutierungsverluste die zusätzlichen Kupferverluste der Wechselstrommaschine bei gleichen Stabhöhen übertreffen. Der Gültigkeitsbereich unserer Theorie erstreckt sich bekanntlich nur bis $\xi = 2$; jenseits dieses Wertes wurde daher das Widerstandsverhältnis für zwei Stabschichten nach dem in der Einleitung besprochenen Verfahren berechnet.

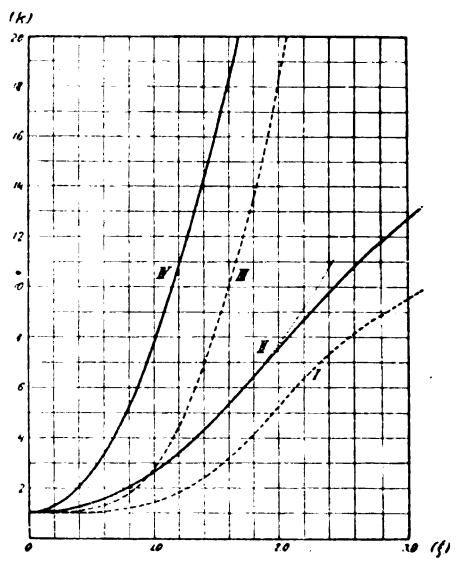


Fig. 11. Widerstandsverhältnis der Nut bei
1. Sinusförmigem Wechselstrom
und $m = 2$: Kurve I
„ $m = 4$: Kurve III
2. Kommutiertem Gleichstrom
und $m = 2$: Kurve II
„ $m = 4$: Kurve IV.

4. Diskussion der abgeleiteten Gesetze.

Bei der Auslegung einer Gleichstromankerwicklung muß man sich darüber klar sein, von welchen Faktoren die zusätzlichen Kommutierungsverluste abhängen, welche Größenordnung sie besitzen und welche Mittel die Theorie an die Hand gibt, um diese Verluste in mäßigen Grenzen zu halten. Namentlich wird man sich überlegen müssen, ob eine grobe oder fein unterteilte Ankernutung bessere Resultate verspricht und ob eventuell die Unterteilung der Wicklung in mehrere übereinander angeordnete Stablagen geeignet ist, die zusätzlichen Verluste wirksam zu unterdrücken.

Um zunächst diese beiden letzten Punkte zu klären, ziehen wir Gleichung 22) zu Rate, welche die zusätzlichen Verluste für die ganze Ankernut zu den Abmessungen der Nut und der Leiter in Beziehung setzt. Indem wir die einzelnen Glieder etwas anders ordnen, erhalten wir:

$$\sum_1^m (V_{cu})_z = [(m\,J^2)\,.\,m\,h\,.\,\nu]\,.\,\frac{l}{a}\,.\,\frac{1{\cdot}6\,\pi}{3}\,10^{-8}$$

oder wenn wir mit

$$J_t = m\,J$$

Digitized by Google

das totale Stromvolumen und mit

$$h_t = m\,h$$

die gesamte Kupferhöhe der Nut bezeichnen:

$$\sum_1^m (V_{cu})_z = (J_t^2\, h_t\, \nu) \cdot \frac{l}{a} \cdot \frac{1{\cdot}6\,\pi}{3}\, 10^{-8} \quad . \quad . \quad 22a).$$

In diesem Ausdruck kommt die Zahl der Stablagen überhaupt nicht mehr vor. Die zusätzlichen Verluste hängen vielmehr bei momentaner Kommutierung eines gegebenen Stromvolumens mit vorgeschriebener Periodenzahl einzig und allein von der aktiven Nuthöhe ab. Die Zahl der Stabschichten hingegen, die bei der Wechselstrommaschine eine so wichtige Rolle spielte, ist für die Gleichstrommaschine innerhalb des Intervalles

$$\nu\, h^2 \leqq 330$$

und, soweit nur die zusätzlichen Kommutierungsverluste in Frage kommen, vollkommen belanglos*).

So sehr dieses Resultat vielleicht auf den ersten Blick frappiert, so einfach läßt es sich ezklären. Man braucht sich nur zu erinnern, daß ja die zusätzliche Verlustenergie jedes Stabes pro eine Kommutierung der magnetischen Energie des zugeordneten Nutenfeldes gleichgesetzt werden durfte. Summiert man aber diese Beträge über die ganze Nuthöhe, so erhält man eben die magnetische Energie des gesamten, die aktive Nuthöhe durchflutenden Zusatzfeldes vor der Kommutierung und daß diese von der Unterteilung der Leiterquerschnitte unabhängig ist, leuchtet ohne weiteres ein.

Aber vielleicht kann man durch günstige Wahl der Nutung unter sonst gleichen Verhältnissen die zusätzlichen Verluste reduzieren? Gewiß, aber nur auf Kosten der Nuttiefe, der ja die zusätzlichen Verluste direkt proportional sind. Behält man dabei jedoch den Kupferquerschnitt und die Ankerbreite bei, so führt die Verringerung der aktiven Kupferhöhe notwendig zu einer Vergrößerung des Ankerdurchmessers, also zu einer schlechteren Ausnutzung der Maschine.

Immerhin sollte man bei der Wahl der Nuttiefe von vornherein einige Gesichtspunkte nicht vernachlässigen, die, wenn sie auch durchaus keine entscheidende Rolle spielen, doch ein gutes Orientierungsmittel darstellen. Ich meine die Berücksichtigung des kritischen Widerstandes und der kritischen Kupferhöhe der Ankernut, auf die zuerst Rogowski in seiner Arbeit über die Wechselstrommaschine nachdrücklich hingewiesen hat.

Nehmen wir einmal an, die aktive Nutbreite sei bereits mit Rücksicht auf die Zahninduktion gewählt, das Stromvolumen pro Nut liege fest und man wollte die Nuttiefe so bestimmen, daß die gesamten Kupferverluste V_g in den Stäben (Länge l) und Wickelkopf (Länge l_ε) ein Minimum würden. Unzweifehaft existiert ja ein solches Minimum auch für die Gleichstrommaschine, da ja die reinen Gleichstromkupferverluste bei unveränderter Kupferbreite b proportional der Nuttiefe abnehmen, während die Stromwendungsverluste im selben Verhältnisse wachsen. Die zugehörige kritische Kupferhöhe h_{tK} läßt sich leicht ermitteln, indem man die Gleichung der gesamten Kupferverluste

$$V_g = J^2\, m^2\, \frac{l\,(1+\varepsilon)}{b\, h_t\, \lambda} \left[1 + \frac{4}{3\,\pi} \cdot \frac{\alpha^2 h^2}{1+\varepsilon} \right] \quad . \quad 23)a$$

nach h_t differentiert und den Differentialquotienten gleich Null setzt. Man erhält dann

$$h_{tK} = \frac{\sqrt{3\,\pi}}{2} \cdot \frac{\sqrt{1+\varepsilon}}{\alpha} = 1{\cdot}54\, \frac{\sqrt{1+\varepsilon}}{\alpha} \quad . \quad 24^*),$$

wobei

$$\alpha = \sqrt{\frac{\nu}{50} \cdot \frac{b}{a} \cdot \frac{\lambda\, 10^{-4}}{50}}$$

einzuführen ist. Bei voller Ausnutzung ($b = a$) und 50 Perioden wäre α ziemlich genau gleich 1. Wählt man jedoch als Mittelwert für die Gleichstrommaschine die prozentuale Kupferbreite $\frac{b}{a} = 0{\cdot}6$ und die Leitfähigkeit des Kupfers $\lambda \cdot 10^{-4} = 50$, so wird die kritische Kupferhöhe in Abhängigkeit von der Periodenzahl durch die Kurven der Fig. 12 dargestellt.

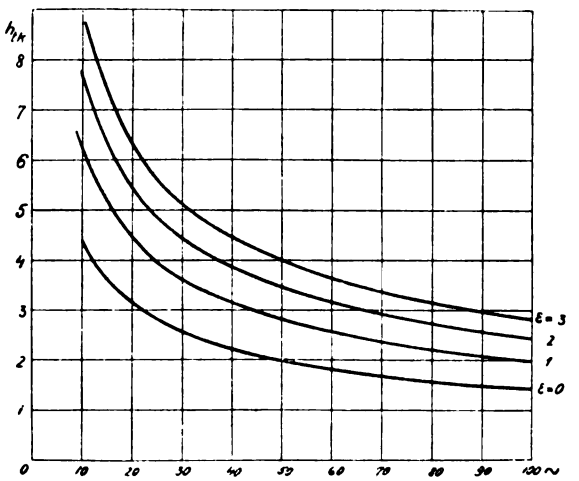


Fig. 12. Kritische Kupferhöhe bei verschiedenen Werten von ε als Funktion der synchronen Periodenzahl.

Da man in der Praxis bei zwei Stablagen Stabhöhen über 16 *mm* mit gutem Grunde tunlichst vermeidet und gewöhnlich ε größer als eins ausführt, so arbeitet man bis zirka 50 Perioden wohl stets unterhalb der kritischen Stabhöhe. Bei normalen Gleichstrommaschinen liegt die Periodenzahl gewöhnlich in der Nähe von 30. Hiefür wird

$$\alpha = 0{\cdot}6$$

und bei einem Verhältnis der inaktiven zur induzierten Wickellänge von $\varepsilon = 2 \backsim 3$:

$$h_{tK} = 2{\cdot}57\, \sqrt{1+\varepsilon} = 4{\cdot}4 - 5{\cdot}1\ cm.$$

Die Bedingungsgleichung minimaler Kupferverluste führt also in der Regel auf recht hohe Nuttiefen und, was das entscheidende ist, ganz unabhängig von der Größe der Maschine. Aus diesem Grunde muß man der im übrigen sehr interessanten Bedingungsgleichung 24) als Dimensionierungsformel fast alle praktische Bedeutung absprechen. Denn es wäre mit schwerwiegenden anderen Nachteilen verbunden, wollte man mittlere und große Maschinen mit gleichen Nuttiefen ausführen, ganz abgesehen von den kleineren Maschinen, für die sich jene Forderung überhaupt nicht erfüllen läßt. Bringt es aber die Typengröße mit sich, daß man ohnehin in der Nähe dieses günstigsten Wertes arbeiten kann, was namentlich bei hochtourigen Maschinen häufig der Fall sein wird, so verdient die kritische Kupferhöhe volle Berücksichtigung. Es ist daher

*) Vergl. jedoch Schlußbemerkungen.

*) Die Werte von h_{tK} liegen stets innerhalb des Gültigkeitsbereiches unserer Theorie.

Digitized by Google

immerhin interessant zu erfahren, wie hoch für eine derartige günstigst dimensionierte Maschine das Widerstandsverhältnis K_g der ganzen Spule ausfällt, das heißt das Verhältnis der totalen Kupferverluste V_g in Nut und Wickelkopf zu den reinen Gleichstromverlusten V_0 der Spule. Wir erhalten hiefür gemäß Gleichung 23*a* den allgemeinen Ausdruck:

$$K_g = 1 + \frac{4}{3\pi}\frac{\alpha^2 h_t^3}{1+\varepsilon} = 1 + \left(\frac{h_t}{h_{tK}}\right)^2 \quad \ldots\ldots 25).$$

Unter Einhaltung des oben für h_{tK} ermittelten Wertes wird somit:

$$K_g = 2{\cdot}0,$$

das heißt die Kupferverluste einer derart dimensionierten Maschine würden nicht weniger als das Doppelte der reinen Gleichstromverluste betragen, und zwar unabhängig von der Länge der Nut und der Mantelverbindungen. Man sieht also, welche Wichtigkeit der Berücksichtigung der Kommutierungsverluste bei hochtourigen Maschinen, insbesondere bei Turbodynamos, beizumessen ist.

Im übrigen ist das Minimum der Verluste bei der Gleichstrommaschine längst nicht so stark ausgeprägt, wie bei der Wechselstrommaschine mit zwei oder mehr Stablagen. Das Verhältnis der wirklichen Kupferverluste (V_g entsprechend h_t) zu den kritischen Kupferverlusten (V_{gK} entsprechend h_{tK}), das heißt die Funktion

$$\frac{V_g}{V_{gK}} = \frac{1}{2}\left(\frac{h_t}{h_{tK}} + \frac{h_{tK}}{h_t}\right) \quad \ldots\ldots 26)$$

besitzt nämlich den in Fig. 13 wiedergegebenen charakteristischen Verlauf. Wie man sieht, schwanken also die Gesamtverluste zwischen $\frac{h_t}{h_{tK}} = 0{\cdot}7$ und $1{\cdot}4$ nur um etwa $\pm$ 3%.

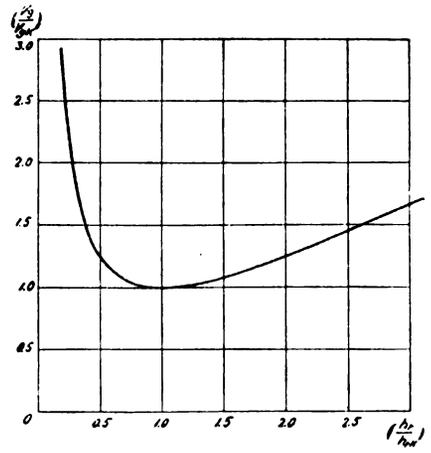


Fig. 13. Verhältnis der Gesamtverluste zu den kritischen Gesamtverlusten.

Wenn aber, wie soeben des näheren erörtert, die Rücksicht auf ein Minimum der Kupferverluste die Dimensionierung der Wicklung im allgemeinen wenig beeinflussen kann, worauf soll der Berechnungs-Ingenieur dann von Anfang an sein Augenmerk richten? Am einfachsten wohl auf die effektive Stromdichte, das heißt diejenige Stromdichte ρ_e, die bei gleichmäßiger Verteilung über den ganzen Querschnitt und die ganze Länge der Spule, die tatsächlich auftretenden Kupferverluste erzeugen würde. Es ist nämlich:

$$\rho_e^2 = \lambda \cdot \frac{V_g}{b\, h_t\, l\,(1+\varepsilon)} = \lambda \frac{V_g}{0} \quad \ldots\ldots 27),$$

wenn 0 die Oberfläche der ausgebauten Ankerspule bezeichnet. Das Quadrat der effektiven Stromdichte ist also einfach proportional den Verlusten pro cm^2 Spulenoberfläche und wenn auch bei der eingelegten Wicklung die einzelnen Teile dieser Fläche hinsichtlich ihrer Wärmeabgabefähigkeit recht verschiedenwertig sein können, so gestattet diese Rechnungsgröße doch bei entsprechender empirischer Reduktion der Oberfläche und bei Berücksichtigung aller übrigen Rotorverluste die Erwärmung der Ankerarmatur von vornherein richtig einzuschätzen. Auf jeden Fall stellen die zusätzlichen spezifischen Verluste eine wertvolle Erfahrungszahl dar, deren Kenntnis sich der Berechner für die verschiedenen Typen und Ventilationsausführungen mit Leichtigkeit aneignen kann, und da es in der Praxis ohne einen Schatz von Erfahrungszahlen doch nicht abgeht, so ist es wohl am einfachsten, die Dimensionierung der Ankerwicklung auf diesen spezifischen Verlusten, oder was dasselbe ist, auf der effektiven Stromdichte zu basieren.

Wir entwickeln daher Gleichung 27) weiter und erhalten:

$$\rho_e^2 = (J\,m)^2 \frac{1}{b}\sqrt{\frac{1}{h_t^2} + \frac{1}{h_{tK}^2}}$$

oder wenn wir die für $h_t = h_{tK}$ resultierende kritische Stromdichte

$$\rho_K = \frac{J\,m}{b\,h_{tK}}\sqrt{2}$$

einführen:

$$\rho_e = \rho_K \sqrt{\frac{1 + \left(\frac{h_{tK}}{h_t}\right)^2}{2}} \quad \ldots\ldots 28).$$

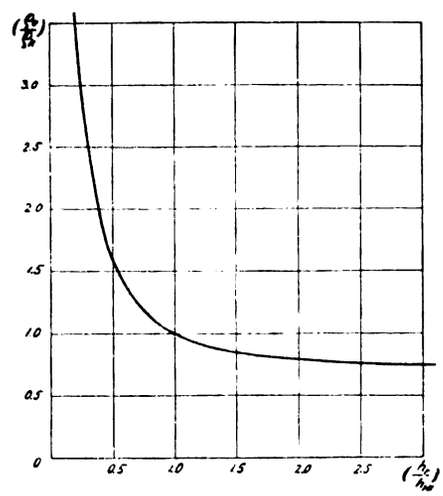


Fig. 14. Verhältnis der effektiven zur kritischen Stromdichte.

Fig. 14 illustriert den Inhalt dieser Gleichung; sie zeigt uns, daß entsprechend dem flachausgeprägten Minimum der Verlustkurve in Fig. 13 die Stromdichte zwischen $\frac{h_t}{h_{tK}} = 0{\cdot}7$ und $1{\cdot}4$ durch Änderung der Stabhöhe sehr wirksam beeinflußt werden kann. Die Werte $\frac{h_t}{h_{tK}} > 1$ kommen nur für Turbokonstruktionen mit 50 bis 75 Perioden in Betracht und man kann hier wohl noch Werte bis zu $\frac{h_t}{h_{tK}} = 1{\cdot}8$ zulassen, ohne sich einer Materialverschwendung schuldig zu machen.

Digitized by Google

Besondere Vorsicht ist jedoch bei der allerdings seltener vorkommenden Verwendung von vier Stabschichten geboten, bei der der oberste Stab 37mal größere Kommutierungsverluste führt als die unterste Schicht, ohne daß sich diese Verluste infolge der Leiterisolation und des damit verbundenen großen stationären Temperaturgefälles wirksam ausgleichen können. Zwar wird die Praxis die theoretische Lösung zweier ungleicher Stabhöhen energisch ablehnen. Sie wird aber nicht umhin können, in diesem Falle der effektiven Stromdichte des obersten Stabes besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden.

5. Schlußbemerkungen.

Wenn auch die Theorie der Kommutierungsverluste in der abgeleiteten Form einen wichtigen Einblick in die Verlustverteilung der Gleichstrommaschine gewährt, so möchte ich doch den Leser eindringlich davor warnen, die Bedeutung dieser Theorie für die Berechnung und Bewertung der Gleichstrommaschine zu überschätzen. Denn sie beleuchtet nur eine Seite der gesamten Kupferverluste und diese nur unvollständig.

Zunächst spielen in sehr vielen Fällen die Wirbelstromverluste infolge des die Nuten durchsetzenden Hauptfeldes eine ungleich wichtigere Rolle als die zusätzlichen Stromwendungsverluste. Die Rücksicht auf diese würde nur die gesamte Nuttiefe beschränken. Die Theorie der durch das Hauptfeld hervorgerufenen Verluste beschränkt aber auch die zulässige Stabhöhe und ist daher von entscheidendem Einfluß auf die Wahl der Stabschichten, die uns anderenfalls scheinbar freigestellt wäre.

Abgesehen hievon weist aber auch die Theorie der Kommutierungsverluste selbst noch in einigen Punkten empfindliche Lücken auf: Wir haben nämlich stets angenommen, daß das gesamte Stromvolumen der Nut momentan kommutiere. Das ist nicht der Fall. Schon jeder einzelne Stab besitzt eine nicht zu vernachlässigende Kommutierungszeit, um so mehr die ganze Nut, in der häufig zahlreiche Stäbe neben- und übereinander eingelegt sind, die in gewissen Zeitabständen nacheinander der Stromwendung unterworfen werden. Vergegenwärtigt man sich noch, daß die zusätzlichen Verluste mit der Kommutierungsdauer abnehmen müssen, so wird man auch der Stabzahl einen gewissen Einfluß einräumen. Aus demselben Grunde wachsen die Kommutierungsverluste mit der Maschinentourenzahl etwas rascher als proportional und werden stets kleiner gemessen als unsere Gleichungen angeben. Streng genommen liefern diese überhaupt nur eine oberste Grenze, welche niemals überschritten werden kann und der man sich bei einer Maschine mit nur zwei Stablagen und reiner Durchmesserwicklung am meisten annähert. In dieser Hinsicht bedarf also die vorliegende Arbeit unbedingt noch einer Berichtigung bezw. Erweiterung, die wir in einem zweiten Aufsatz folgen lassen werden.

Zusammenfassung.

Es wird eine Theorie der zusätzlichen Kommutierungsverluste bei Gleichstrommaschinen entwickelt, die auf der Annahme der momentanen Kommutierung des ganzen Stromvolumens einer Nut beruht.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Das 120.000 *KW*-Kraftwerk der United Electric Light & Power Co. in New York. Der stetig zunehmende Bedarf an Wechselstrom machte die Errichtung eines neuen Kraftwerkes in der 201. Street erforderlich, welches zur Zeit der Belastungsspitzen mit der Watersidezentrale parallel arbeitet. Maßgebende Gesichtspunkte bei der Anlage dieses neuen Werkes waren: Verwendung von Hilfsmaschinen mit Turbinenantrieb, von horizontalen, raschlaufenden Hauptturbinen mit künstlicher Kühlung, eines doppelten, unabhängigen Hochspannungs-Sammelschienensystemes, motorbetriebener Erregermaschinen, welche auch zur Batterieladung dienen, Verwendung großer Kesseleinheiten für minderwertige Braunkohle mit automatischer Heizvorrichtung und Kohlenzufuhr.

Das siebenstöckige Kraftwerk bedeckt einen Flächenraum von 5600 m^2 und ist in drei getrennte Räume (Kesselhaus, Maschinenhaus, Schaltanlage) unterteilt. Zur Beleuchtung dienen 30 Wolframlampen zu 500 *W*. Die Kohle (300 *t* pro Stunde) wird vom Harlemkanal über einen 54 *m* hohen Paternosteraufzug mit Dampfmaschinenbetrieb zu einer Brechmaschine, von dort mittels 3 *t*-Kohlenwagen mit endlosem Kabelantrieb (Induktionsmotor) zu der 15.000 *t*-Bunkeranlage oberhalb der Kessel geführt. Es ist Raum für 72 Kessel in zwei Stockwerken vorgesehen, von denen 32 Einheiten zu 650 *PS* (B. W.-Wasserrohrkessel) derzeit in vier Reihen aufgestellt sind, und zum Betriebe von acht Turbogeneratoreinheiten zu 19.000 *kVA* dienen. Der Dampfdruck beträgt 14·5 Atm., die Überhitzung 70° C. Es kommt die mechanische Heizvorrichtung, System Taylor (je vier Stoker mit einem 30 *PS*-Induktionsmotor) in Verwendung, für je maximal 2800 *kg* Kohle pro Kesselstunde; der Luftzug wird durch vier 90 *m* hohe Schornsteine und vier Sturtevantgebläse mit Dampfturbinenbetrieb (je 3000 m^3 Luft pro Min.) aufrechterhalten. Die Aschenabfuhr erfolgt automatisch mittels zweier 10 *PS* elektrischer Lokomotiven und eines Förderwerkes nach einem Aschenbunker.

Die 19.000 *kVA*-Turbogeneratoren, von welchen derzeit drei aufgestellt sind, bestehen aus horizontalen Doppelstromturbinen der Westinghouse Company mit Oberflächenkondensation, deren Kühlwasser aus dem Kondenswasserschacht mittels turbinenbetriebener Zentrifugalpumpen (für je 5500 m^3 pro Min.) mit Antrieb durch Schneckengetriebe 3 : 1, beschafft wird. Die Generatoren laufen mit 1875 T. p. M. und erzeugen Drehstrom von 7500 *V* und 60 ∼; die Kühlung erfolgt durch Ventilatoren mit Antrieb von 110 *PS*-Induktionsmotoren. Die halbkreisförmige Generator- und Hochspannungsschalttafeln sind an einer Galerie angeordnet, auf welcher auch eine Signalanlage für den Kesselbetrieb eingerichtet ist. Die Haupt- und Hilfssammelschienen sind in je zwei durch Schalter und Drosselspulen verbundene Teile unterteilt und bilden vier voneinander unabhängige Generatorgruppen; von diesen zweigen auch die 7500 und 15.000 *V*-Speiseleitungen ab. Die Verbindung mit den Haupt- und Hilfssammelschienen erfolgt durch Wähl- und Trennschalter, welche mit Überlastrelais (an der Kabelseite) versehen sind. Für die Haupterregung dienen drei 200 *kW*-Motorgeneratoren mit Antrieb von den Sammelschienen mittels 7500 *V*-Induktionsmotoren; sie dienen auch zum Laden der 142-zelligen Hilfsbatterie für 3500 *A*-Std. Der Zellenschalter wird mit Hilfe eines Fernschalters automatisch betrieben, an welchem die Zahl der in Reihe geschalteten Zellen und die Stromrichtung automatisch angezeigt wird. Für den Eigenbedarf der Zentrale sind Transformatoren für 110 bis 440 *V* Spannung vorgesehen. Für das 15.000 *V*-Netz dienen sechs Transformatoren von je 2000 *kW*, welche den Parallelbetrieb mit der Watersidezentrale ermöglichen. (El. World, 7. bis 14. 2. 1914.)

Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger.

Versuche an Benzin- und Benzolmaschinen. Ph. Stauf. Es handelt sich um Maschinen, die im Kleingewerbe, in der Landwirtschaft usw. verwendet und mit 180 bis 350 T. p. M. betrieben werden. Die Vergasung des Brennstoffes erfolgt in neuerer Zeit fast nur mittels Einspritzvergaser, die die Verdunstungskarburatoren allmählich verdrängen. Die Leistungsregelung wird teils durch Ladungsaussetzer, teils durch Gemischdrosselung durchgeführt. Die Maschinen sind meist einzylindrig, arbeiten im Viertakt und sind mit Wasserkühlung und Bosch-Zündung versehen.

Der Verfasser beschreibt die Einrichtungen zur Durchführung der Versuche und führt schließlich die Ergebnisse an, und zwar an Hand einer Zahlentafel, die nach Maschinengrößen geordnet ist. Für die Leistungseinheit (1 PS_e) ergibt sich im Mittel ein sekundlicher Kolbenwegraum von 9 *l* bei 4 *PS*-

Digitized by Google

Maschinen und 8·6 *l* bei 6 *PS*-Maschinen. Weiters beeinflussen die Leistung Zustand und Arbeitsweise der Maschine; mangelhafte Vergasung, unrichtige Einstellung des Gas-Luftgemisches, undichte Ventile und besonders zu geringe Kompression vermindern die Leistung. Die Höchstleistung überstieg bei den 4 *PS*-Maschinen die Nennleistung um 30%, bei den 6 *PS*-Maschinen um 25%. Bei diesen beiden mit Benzin von 0·72 bis 0·74 spezifischen Gewichtes betriebenen Maschinengruppen schwankte der Brennstoffverbrauch zwischen 283 und 480 *g* pro PS_e/Std.

Eine 4 *PS*-Maschine (Zylinderdurchmesser = 155 *mm*, Hub = 222 *mm*, Tourenzahl = 280) ergab einen günstigsten Verbrauch bei zirka 5·8 *PS* zu 312 *g* Benzin für 1 PS_e-Std., bei 5 *PS* rund 320 *g*, bei 2·5 *PS* rund 460 *g*, das heißt der Verbrauch steigt bei Abnahme um 50% der Normalleistung um rund 44%. Bei Leerlauf betrug der Verbrauch 710 *g*. Bei einem Heizwert des Benzins zu 10.500 WE pro *kg* beträgt bei 5 *PS* der thermische Wirkungsgrad 0·19, der Wärmeverbrauch pro PS_e/Std. 3360 WE. Der Kompressionsenddruck stieg auf 7 Atm. und der Explosionsenddruck auf 20 Atm.

Eine 6 *PS*-Maschine (Zylinderdurchmesser = 170 *mm*, Hub = 280 *mm*, Tourenzahl = 235) verbrauchte bei 6 *PS* rund 320 *g*, bei 7 *PS* rund 300 *g* Benzin pro PS_e/Std., im Leerlauf 766 *g*. Bei 8·15 PS_e stieg der Kompressionsenddruck auf 5·5 Atm. und der Explosionsenddruck auf 18 Atm. Die indizierte Leistung berechnet sich zu 10·6 *PS* und der mechanische Wirkungsgrad zu rund 0·77.

Bei den 4 und 6 *PS*-Maschinen ergab sich ein mittlerer Kühlwasserverbrauch (bei 10° C Ein- und 50° C Austrittstemperatur) von 35 *kg* pro PS_e/Std.

Eine 10 *PS*-Benzolmaschine (Zylinderdurchmesser = 175 *mm*, Hub = 350 *mm*, Tourenzahl = 260) verbrauchte bei 10·5 *PS* 315 *g* pro PS_e/Std., bei 10 *PS* 317 *g*, bei 5 *PS* 471 *g*, bei Leerlauf 1340 *g*. Der thermische Wirkungsgrad betrug bei einem Wärmeverbrauch von 3040 WE pro PS_e/Std. für Normalleistung rund 0·21.

Eine 25 *PS*-Benzolmaschine (Zylinderdurchmesser = 240 *mm*, Hub = 380 *mm*, Tourenzahl = 260) verbrauchte bei den größten Leistungen 220 *g*, bei Normalleistung 236 *g*. Der Wärmeverbrauch (Heizwert des Benzols = 9600 WE pro *kg*) betrug bei Normalleistung 2260 WE pro PS_e/Std., der thermische Wirkungsgrad rund 0·28. Der Kompressionsenddruck stieg bei der größten Leistung auf 12 Atm., der Explosionsenddruck auf 28·5 Atm., der mechanische Wirkungsgrad bis rund 0·85 (bei normaler Leistung bis 0·8). Das Benzol hatte ein spezifisches Gewicht von 0·87.

Im allgemeinen sind die Versuchsresultate bei den Benzolmaschinen günstiger als bei den Benzinmaschinen, wobei aber zu beachten ist, daß die ersteren größer waren. Da aber die Verdichtungsdrücke bei Benzol höher sein können, so wird der Brennstoffverbrauch bei Benzolbetrieb immer günstiger ausfallen. Wird der Preis für Benzin mit Mk. 38 und für Benzol mit Mk. 30 pro 100 *kg* angenommen und vorausgesetzt, daß sich der Verbrauch bei 0·5, 0·75 und Normalbelastung bei Benzinmaschinen auf 470, 370 und 320, bei Benzolmaschinen auf 400, 300 und 270 *g* pro PS_e/Std. stellt, so ergeben sich die Brennstoffkosten im ersten Fall zu rund 18, 14 und 12 Pfg. und im zweiten zu 12, 9 und 8 Pfg.

(Z. d. Bay. Rev.-Ver., 15. u. 31. 1. und 15. 2. 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Parallelbetrieb von Transformatoren. W. V. Lyon. Der Parallelbetrieb von Transformatoren bei gleicher Verteilung der Belastung hängt hauptsächlich von der Gleichheit der drei Faktoren ab: 1. dem Übersetzungsverhältnis, 2. dem Verhältnis des Widerstandes zur Impedanz und 3. dem Spannungsabfall bei maximaler (Kurzschluß)Stromstärke. Es werden die Gleichungen der Stromstärke und die Vektordiagramme der Einzeltransformatoren bei Ungleichheit dieser Faktoren entwickelt; die resultierende Stromstärke setzt sich aus der idealen Stromverteilung bei Gleichheit der drei Faktoren und den diesen Faktoren entsprechenden drei zusätzlichen Stromkomponenten zusammen. Bezeichnet J_0 den gesamten Primärstrom $= \Sigma J_n$ der Einzeltransformatoren $(J_1, J_2 \ldots J_n)$ und $J'_1, J'_2 \ldots J'_n$ die maximale Stromstärke der Einzeltransformatoren, ist ferner

$$J_1 = y_1 (V_1 - a V_2) \text{ und } J_0 = Y_0 (V_1 - a V_2),$$

worin V_1 die Primäre, V_2 die Sekundärspannung und a das Übersetzungverhältnis und Y_0 die resultierende Admittanz bezeichnen, so ergibt sich bei unsymmetrischer Verteilung der Belastung die Gleichung für den Transformator 1:

$$J_1 = \left(\frac{J'_1}{\Sigma J'}\right) J_0 + y \left\{ V_1 - \frac{J_0}{Y_0} \right\} \left(1 - a_1 \frac{Y_0}{\Sigma a y}\right) + \\ + \left\{ \frac{y_1}{Y_0} - \left[\frac{y_1}{\Sigma y}\right] \right\} J_0.$$

Bei gleichem Übersetzungsverhältnis ist die Stromstärke im Transformator n: $J_n = \frac{y_n}{Y_0} \cdot J_0$.

Um eine symmetrische Verteilung der Belastung zu erhalten, ist bei Ungleichheit der angegebenen Bedingungen die Einschaltung einer zusätzlichen Reaktanz erforderlich, oder es muß in allen Transformatoren das Verhältnis vom Widerstand zur Impedanz gleich sein, was praktisch nicht durchführbar ist.

Ein Vergleich der primären und sekundären Windungszahlen und des gemessenen Übersetzungsverhältnisses des Kurzschlußstromes und der Kurzschlußspannung an der primären und sekundären Seite gestattet sonach, die für die Belastungsverteilung erforderlichen Faktoren rechnerisch zu ermitteln.

(El. World, 7. und 14. 2. 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Reflexion und Brechung von Wanderwellen mit steiler Front an Schaltungen mit Kondensatoren und Drosselspulen. K. W. Wagner weist nach, daß man die Wirksamkeit von Schutzschaltungen gegen Überspannungen in der Hauptsache ohne schwierige Rechnungen beurteilen kann, wenn man sich auf folgende Erkenntnis stützt.

1. In einer Drosselspule kann sich der Strom nicht sprunghaft ändern; gegenüber einer Wanderwelle mit senkrechter Stirn wirkt daher die Spule im ersten Augenblick wie ein unendlich großer Widerstand.

2. Am Kondensator kann sich die Spannung nicht sprunghaft ändern; in dem Momente des Auftreffens der Welle wirkt also der Kondensator wie ein Kurzschluß.

An der Hand von Beispielen über durchgeführte Schutzschaltungen wird nachgewiesen, daß sich die Fragen elementar behandeln lassen. Die vollständige Berechnung der Ausgleichsvorgänge wird dort erforderlich sein, wo die Art des zeitlichen Verlaufes der Erscheinungen von Wichtigkeit ist.

(Archiv f. El., II. Bd., 7. Heft.)

Stromverteilung.

Stromverteilung für Drehstromkabelnetze in Städten. Ohliger. Da Transformatorenschalthäuser das Straßenbild verunzieren und auch zu viel Straßenraum einnehmen, wurde in Hannover folgende Anordnung getroffen: Ein Schrank aus Eisenblech, der die Hochspannungsanschlüsse enthält, wird in die Mauer eines Hauses oder eines Vorgartens eingesetzt und paßt sich der Architektur desselben an. In den Bürgersteig ist ein Betonbehälter für den Transformator eingesetzt und daneben ein Kabelkasten für die Stromverteilung mit Niederspannung eingesetzt. Von dem Schaltschrank aus können natürlich zwei oder mehrere Transformatoren bis auf mehrere hundert Meter Entfernung bedient werden; der Spannungsverlust in den Zwischenleitungen ist unbeträchtlich. Bei 1·45 *m* Breite, 1·7 *m* Höhe und 45 *cm* Tiefe ist der 15 *cm* in die Wand eingelassene Schrank für vier Kabeleinführungen ausreichend. Die Zweiflügeltür wird durch ein Basquillschloß verschlossen, das durch ein doppelgängiges Chubbschloß gesichert ist. Ein versehentliches Offenlassen erscheint so ausgeschlossen. Zwei U-Eisenständer, zwischen welchen wagrecht Winkeleisen angeschraubt sind, tragen die Sockel für die Sicherungen und die Kabelendverschlüsse. Zwischen den übereinanderliegenden Verteilungsschienen für die drei Phasen sind Zementasbestplatten zwischengelegt und festgeklemmt. Es muß Sorge für die Entlüftung getragen werden.

Zur Aufnahme des 50 *kV.A*-Transformators ist ein zylindrischer Betonbehälter, 7·5 *cm* stark, von 1·52 *m* Höhe und 1·05 *m* lichter Weite in den Boden eingesetzt, mit bei der Verfertigung schon eingegossenen Einführungsdüsen für die beiden Zuleitungsgruppen. Durch zwei gußeiserne Ansatzrohre kann die Entlüftung vorgenommen werden. Zwischen Deckel und Rand des Behälters ist ein Gummiring zum wasserdichten Abschluß eingelegt. Darüber wird ein Brunnenrahmen aufgemauert, auf den ein eiserner, mit Asphalt oder Pflaster ausgefüllter, eiserner Deckelrahmen eingepaßt wird. (Mitt. Verein. Elektr.-Werke, Band XIII, Heft 49.)

Leitungen.

Das neue Krarupkabel durch den Golf von Georgia. E. P. La Belle und L. P. Prim. Das im Vorjahre zwischen Point Grey bei Vancouver und Nanaimo auf der Insel Vancouver durch den Golf von Georgia in Britishcolumbien gelegte, 52·5 *km* (28·3 Seemeilen) lange Telephon-Unterseekabel stellt das erste in Amerika zur Anwendung gekommene Krarupkabel vor. Es wurde von den Henley Telegraph Works in England hergestellt und weist folgende Bauart auf:

Digitized by Google

Die vier Kupferleiter bestehen aus einem in der Mitte gelegenen Draht, der von zwölf Kupferbändern umgeben ist. Der Gesamtdurchmesser der Kupferleiter beträgt 3·518 *mm*, das Kupfergewicht pro *km* 73·4 *kg* (300 Pfund pro Seemeile). Die Belastung des Kabels mit Induktanz erfolgt durch eine Umspinnung mit weichem Eisendraht von 0·305 *mm* Durchmesser, wobei pro *cm* 27·6 Umwicklungen kommen. Als Dielektrikum werden drei Lagen Guttapercha und drei Lagen von Chatterton Compound verwendet; das Gesamtgewicht des Dielektrikums beträgt pro *km* 73·4 *kg* (300 Pfund pro Seemeile), der Durchmesser der Kabelader über der Guttapercha 1·04 *cm*. Die Verteilung der vier Adern erfolgt gleichmäßig um eine Futtereinlage. Als Bewehrung dienen 15 Eisendrähte von 0·487 *cm* Durchmesser. Der Gesamtdurchmesser des Kabels beträgt 4·97 *cm*, das Gesamtgewicht 4·38 *t* pro *km* (8 *t* pro Seemeile).

Das Kabel weist pro Kilometer folgende elektrische Eigenschaften auf:

a) bei Messung mit Gleichstrom bei einer Temperatur von 24° C:

	Widerstand in Ohm	Kapazität in Mikrofarad	Isolationswiderstand in Megohm
		Doppelleitung	Einfachleitung
Stammleitung *A* . . . . (Ader 1 und 3)	4·35	0·093	477 497
Stammleitung *B* . . . . (Ader 2 und 4)	4·36	0·0935	475 508
Viererleitung	2·18	0·1862	—

b) bei Messung mit Wechselstrom von 800 Perioden bei einer Temperatur von 24° C:

	Stammleitung *A*	Stammleitung *B*	Viererleitung
Wirksamer Widerstand in Ohm	4·94	4·93	2·53
Wirksame Induktanz in Millihenry	6·24	6·23	2·94
Wirksame Kapazität *C* in Mikrofarad	0·0889	0·0897	0·180
Wirksame Ableitung *A* in Mikroohm	6·62	6·63	10·70
Verhältnis *A*/*C*	74·3	67·8	59·4
Dämpfungskonstante β .	0·0102	0·0101	0·0106
Charakteristik *Z*	$254{\cdot}5\, e^{-4° 19'}$	$251\, e^{-4° 56'}$	—

Bei einer Messung an einem 58·5 *km* langen Kabelstück ergaben sich für die Dämpfungskonstante β etwas höhere Werte, und zwar für die Doppelleitung *A* 0·0105 pro *km*, für die Doppelleitung *B* 0·01045 pro *km*.

Die Wahl der Krarupkabeltype an Stelle eines etwas billigeren Pupinkabels erfolgte infolge der einfachen Bauart der ersterwähnten Telephonkabeltype, weil die Durchführung von Reparaturen bei Krarupkabeln keinen Schwierigkeiten begegnet und ebenso durchzuführen ist, wie bei gewöhnlichen Telegraphen-Unterseekabeln, weil ferner das Krarupkabel weniger gefährdet ist und bei dieser Kabeltype nicht die Gefahr besteht, daß Fehler in den Pupinspulen auftreten, weil durch den Einbau kurzer Kabelstrecken bei der Reparatur des Kabels die Leistungsfähigkeit desselben nicht beeinflußt wird, weil Fehlerstellen leichter, sicherer und rascher durch Messungen ermittelt werden können und weil es in tieferen Gewässern verwendet werden kann. Das mit dem Kabel erzielte praktische Ergebnis hat die Wahl des Krarupkabels gerechtfertigt.

(Proc. American Inst. Electr. Eng., September 1913.)

Elektrische Beleuchtung.

Marmorlicht. W. Voege. Darunter hat man sich irgendeinen Beleuchtungskörper mit durchsichtigen Marmortafeln als lichtzerstreuenden Einsatz zu denken. Nach einer Erfindung von Ing. H. W. Engel, Hamburg, werden Marmortafeln von 3 bis 20 *mm* Dicke nach einem besonderen Verfahren auf beiden Seiten geschliffen und bei hohen Drücken und Temperaturen mit Ölen verschiedenster Art getränkt. Auf diese Weise werden die Marmorplatten lichtdurchlässig. Der von W. Voege angestellte Vergleich einer 3·5 *mm* starken einseitig geschliffenen und getränkten Marmorplatte mit einer auf beiden Seiten matten und einer auf beiden Seiten blanken Milchglasscheibe von 1·8 bezw. 3 *mm* Stärke ergab für die beiden letzteren 81 bezw. 56% der Lichtdurchlässigkeit des Marmors. Der Marmor läßt wenig gelbgrüne, aber mehr rote und viel mehr blaue Strahlen als Milchglas durch. Bei einem Versuche ergab sich, daß eine Marmorscheibe 80% des aus einem Trichter mit reflektierenden Wänden von einer Tantallampe auffallenden Lichtes durchließ. Trotz der größeren Lichtdurchlässigkeit steht das Lichtzerstreuungsvermögen hinter dem des Milchglases nicht zurück.

Praktische Untersuchungen der Beleuchtung eines Raumes von 5·4×7 *m* bei 4 *m* Höhe mit nach oben offenen Beleuchtungskörpern bei verschiedenen Lichtquellen ergab durch Messungen in 1·2 *m* Höhe über dem Erdboden: Bei Beleuchtung mit drei 25 *HK*-Tantallampen in einer Pendel- und sechs Wandlampen gleicher Stärke war die mittlere Beleuchtung 25·6 Lux, die maximale bezw. minimale 70 und 6 Lux, der spezifische Verbrauch 0·43 *W* pro Lux. Eine Osramlampe von 400 Kerzen ergab bei 0·43 *W* pro Lux Verbrauch, 20 Lux im Mittel bei 36 Lux maximaler und 10 Lux minimaler Beleuchtung. War derselbe Beleuchtungskörper mit Marmorscheiben versehen, so sank der spezifische Verbrauch auf 0·34 *W* pro Lux, die mittlere Beleuchtung war 27·7 Lux, die maximale 70, die minimale 11 Lux. Für ultraviolettes Licht ist der Marmor ebenso durchlässig. Für die Gesamtstrahlungsenergie ist aber Marmor nur für den dreieinhalbten bis sechseinhalbten Teil durchlässig gegenüber Milchglas; Marmor ist also gegen die dunklen Strahlen besonders undurchlässig. Dies ist von besonderer Bedeutung, wenn man erwägt, daß nach neueren Forschungen die dunklen Wärmestrahlen neben den roten und gelben schädlich für das Auge sind*). Man kann mit der Lichtquelle, die durch Marmor abgedeckt ist, auf den dritten Teil bis auf die Hälfte des Abstandes näher kommen, als wenn sie zwischen Milchglasscheiben angeordnet ist.

(E. T. Z. Heft 8, 1914.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Elektrisch betriebener, in Güterzüge einstellbarer Drehkran für Greiferbetrieb. Borghaus. Dieser Kran dient hauptsächlich zum Füllen und Entleeren großer Kohlenlager. Die Tragfähigkeit beträgt 2·5 *t*, die Ausladung 9 *m*, die Rollenhöhe 7, das Fassungsgewicht 750 bis 1520 *kg*, das totale Gewicht 20·75 *t*, der Preis K 19.800. Der drehbare Oberteil ist so ausgebildet, daß der Kran zwischen besetzten Geleisen und zwischen Kohlenbunsen von 2 *m* Wandhöhe arbeiten kann. Der Betriebsstrom wird von Anschlußdosen aus durch ein Kabel zugeführt. Der Rollkranz für den drehbaren Oberteil ist auf den Unterwagen aufgenietet, der Zahnkranz aufgeschraubt. Der Königszapfen ist durch eine Hülse aus Stahlguß abgestützt, um ihn gegen die Wirkung der beim Laufe in Zügen eintretenden Stöße und Zerrungen zu sichern. Das Fuhrwerk ist mit dem einen Ende federnd aufgehängt, mit dem anderen stützt es sich auf die angetriebene Achse. Beim Einstellen des Kranes in Züge wird es durch einen Handgriff ausgeschaltet.

Das Gegengewicht des drehbaren Oberteiles besteht aus einem Teile der Grundplatte und einer in der Rückwand des Führerhauses gelegten Betonfüllung. Zum Festhalten des drehbaren Oberteiles beim Einstellen des Kranes in Züge dienen zwei kräftige Spannstangen.

Der Kran arbeitet mit zwei Hub- und zwei Entleerungsseilen. Die beiden Seiltrommeln haben dementsprechend von der Mitte auslaufende, rechts- und linksgängige Seilnuten. Die Hubmaschine arbeitet mit zwei Vorgelegen auf die Hubtrommel. Das erste aus Stahlritzel und Stahlgußrad läuft des ruhigen Ganges wegen in einem gußeisernen Ölkasten, von dem zweiten wird die Entleerungstrommel mitgetrieben. Beim Öffnen und Schließen des Greifers wird die Entleerungstrommel festgehalten, während sich die Hubtrommel bewegt. Der Antrieb der Entleerungstrommel muß daher vorübergehend ein- und ausgeschaltet werden, was in einfacher und zuverlässiger Weise erreicht wird.

Durch die Welle der Entleerungstrommel wird ein Endausschalter angetrieben, der die Hubmaschine nach der der zulässigen Hubhöhe entsprechenden Zahl von Umläufen ausschaltet. Die Hub- und die Fahrbremse arbeiten mit Magneten; erstere kann beim Senken auch von Hand bedient werden. Die Entleerungsbremse wird von Hand, die Drehbremse durch einen Fußtritt bedient.

Der Ausleger ist in der gebräuchlichen Weise niederlegbar.

Die Triebmaschinen für Heben und Drehen werden mit nur einem Handhebel, die für Fahren mit einem Handrad gesteuert. Die Triebmaschine für Heben hat 20 *PS* bei 720 U. p. M., für Drehen 3·5 *PS* bei 925 U. p. M. und für Fahren 5·5 *PS* bei 940 U. p. M. Die Hubgeschwindigkeit beträgt 0·5 *m*/Sek., die Drehgeschwindigkeit 2 *m*/Sek. und die Fahrgeschwindigkeit 0·4 *m*/Sek.

*) Siehe E. u. M. 1913, Seite 1083.

Digitized by Google

Die Leistung beträgt in einer ununterbrochenen Tagesschicht durchschnittlich 250 *t*. Die Betriebskosten für Lagern und Aufnehmen von 1 *t* stellen sich gegenüber der Schaufelarbeit um rund K 1 billiger, so daß man bei 300 Arbeitstagen mit je 250 *t* Leistung an Lagern und Aufnehmen K 36.000 erspart. (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw., Heft 4, 1914.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Betriebserfahrungen bei der New York, Westchester & Boston Railway*). Der seit zwei Jahren durchgeführte Betrieb mit 11 000 *V* Wechselstrom auf der 30 *km* langen Vorortestrecke gestattet die Instandhaltungskosten auf etwa 5 h pro Wagenkilometer zu reduzieren.

1. Stromabnehmer. Der eiserne Kontaktschuh des Pantographstromabnehmers (Gewicht 3·5 *kg*) wird durch Aluminiumhörner gegen das Hängenbleiben geschützt; gegenwärtig werden die Schuhe aus einem weichen Stahlrohr von 1·5 *mm* Wandstärke hergestellt und haben eine Lebensdauer von rund 4000 *km*; der Kontaktdruck beträgt 5 *kg*, welcher im Frühjahr und Herbst auf 7 *kg* erhöht wird. Zur Sicherung gegen Berührung der Kontakte bei Reparaturen ist ein „Erdungshaken" vorgesehen, welcher den Bügel in der tiefsten Stellung festhält.

2. Luftdruckbremse und Anfahrschalter. Zur Sicherung des Motors gegen das Anfahren bei nicht vollkommen gelöster Bremse ist ein Druckluftschalter vorgesehen, welcher solange offen bleibt, als noch Druck im Bremszylinder vorhanden ist; es wird dadurch auch eine zu rasche Aufeinanderfolge von Bremsen und Anfahren vermieden.

3. Transformatoren. Die mit der Kühlluft eintretende Luftfeuchtigkeit hatte mehrere Durchschläge zur Folge und konnte durch Einbau einer Prellplatte in die Zuführungsrohrleitung und Herabsetzung der Tourenzahl (schwächere Kühlung) des Gebläses vermieden werden.

4. Kabel. Die losen Zuführungskabel zwischen Transformator und Gruppenschalter zeigten infolge der mechanischen Wirkung der parallelen Ströme eine rasche Beschädigung der Isolation, was durch starre Befestigung derselben vermieden wurde. Infolge der häufigen induktiven Stromstöße mußte die Stromstärke der Hauptsicherungen auf die dreifache normale erhöht werden.

5. Motoren. Der Kollektor mußte nur nach je 80.000 *km* nachgedreht werden; sonstige elektrische Störungen wurden nicht beobachtet. Ein Durchbrennen infolge zu hoher Überlastung wurde nur in drei Fällen beobachtet. Die mechanischen Erschütterungen infolge der Pulsationen des Drehmoments erfordern eine sehr sorgfältige Durcharbeitung der Vorgelege (Stahl), Keile und Zapfen. (El. Railw. Journ. 31. 1. und 21. 2. 1914.)

1500 *V*-Gleichstrombetrieb auf der Portland, Engene, Eastern Railway. Gegenwärtig sind 175 *km* im Betriebe und soll derselbe auf 560 *km* Länge ausgedehnt werden. Die Energie wird mit 60.000 *V*, 60 ∼ in Milwaukee bezogen und auf 13.200 *V* transformiert; in drei Unterstationen erfolgt die Umformung mittels je zweier synchroner Motorgeneratoren zu 500 *kW* mit separaten Erregermaschinen; im ganzen sollen neun Unterstationen errichtet werden, in je 40 bis 45 *km* Abstand. Der Fahrdraht besitzt die übliche Kettenaufhängung mit Spannweiten von 18 bis 45 *m*, wobei die parallellaufende Speiseleitung aus Aluminiumdraht einen Querschnitt von 180 bis 320 mm^2 hat; außerdem laufen noch zwei Telephon- und eine Telegraphenleitung am gleichen Gestänge. Die vierachsigen Motorwagen von 17 *m* Länge, für je 60 Personen, sind für Vielfachschaltung eingerichtet und mit vier Motoren ausgerüstet, von denen je zwei stets in Reihe geschaltet sind; auf Stadtstrecken kann auch in Einzelschaltung mit 600 *V* gefahren werden. Für den Güterverkehr dienen Lokomotiven von 60 *t* Gewicht. (El. Railw. Journ. 14. 2. 1914.)

Die Elektrifizierung der Gotthardbahn).** G. Brecht. Der Verwaltungsrat der schweizerischen Bundesbahnen hat die Vorlage der Generaldirektion betreffend die elektrische Zugförderung auf der Teilstrecke Erstfeld–Bellinzona angenommen und einen Kredit von 38·5 Millionen Francs hiezu bewilligt. Die Generaldirektion hat sich aus technischen und finanziellen Gründen für die Errichtung eigener Kraftwerke entschieden, ohne die Abgabe für andere Zwecke in Betracht zu ziehen. Von der zunächst für elektrischen Betrieb einzurichtenden Strecke Erstfeld–Bellinzona, entfallen bei 110 *km* Bahnlänge 28% auf Tunnelstrecken und kommen Steigungen bis zu 27 ‰ vor. Für die genannte Strecke sind die Werke Amsteg und Ritom geplant, deren Bau in 3½ bis 4½ Jahren fertiggestellt sein soll. Die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit soll bei Personen- und Schnellzügen 25 bis 37%, bei Güterzügen bis zu 45% betragen; Schnellzüge sollen in der Regel durch eine, Güterzüge durch zwei Lokomotiven befördert werden, von je 12 500 *kg* (3000 *PS*) maximaler Zugkraft. Es wird mit einer Steigerung des durchschnittlichen Verkehres von 35% bis 1918 und 70% bis 1928 gerechnet (1911, Tagesmaximum: 2·28 Millionen *tkm*). Die mittlere Kraftleistung beträgt dann 12 400 *PS* im Jahre 1918 und 15 600 *PS* im Jahre 1928, die Höchstleistungen 32 000 bezw. 35 000 *PS* und für die ganze Bahnstrecke 60 000 *PS*. Als Betriebsstrom ist bekanntlich Einphasenstrom von 15 000 *V* und 15 ∼ vorgesehen, für die Strecke Erstfeld—Bellinzona zunächst jedoch nur von 7500 *V*, da der Tunnelbetrieb eine betriebssicherere Isolierung erfordert. In dem Kostenvoranschlag sind die Lokomotiven nicht inbegriffen; die Jahreskosten des elektrischen Betriebes sollen etwas geringer sein als beim Dampfbetrieb, bei einem Strompreis von 4·7 h pro *kWh* an der Lokomotive. Die Energie soll mit 8000 *V* erzeugt und mit 60 000 *V* durch Kabel übertragen werden. (E. K. B. Heft 6, 1914.)

Elektrische Bahnen und Kraftwerke in Rußland. Wie F. Thieß mitteilt, umfaßt das Netz der elektrisch betriebenen Schmalspurbahnen (Meterspur) einer Gesellschaft zu Lodz eine Länge von 45 *km*; es wurde dieser Unternehmung im Jahre 1913 die Bewilligung zum Bau und Betrieb von vier weiteren elektrischen Schmalspurbahnen in Russisch-Polen von 120 *km* Betriebslänge erteilt. Nach Ablauf von 60 Jahren übergehen diese Bahnen in den Besitz des russischen Staates und können von diesem innerhalb dieser Zeit angekauft werden. Von einer Warschauer Gesellschaft ist der Bau dreier elektrischer Normalspurbahnen von 112 *km* Länge geplant. In Kaukasien wird die Elektrifizierung der 63 *km* langen Strecke Kwirill–Michailow geplant; auch ist die Überquerung des Kaukasus zwischen Wladikawkas und Tiflis mit 1215 *km* (jetzt 2250 *km*) geplant. Eine Privatgesellschaft in Moskau plant den Bau einer Vorortebahn bis Bogorodsk (50 *km*) im Anschluß an die Straßenbahn und zur Stadt Woskressenk (56 *km*) und Sergiew Possad (74 *km*). In der Krim soll eine elektrische Bahn von Sewastopol nach Aluschla und Balaklawa (134 *km*, Baukosten 60 Millionen Mark) gebaut werden. Ferner ist die Elektrifizierung der Bahn von Petersburg zur finnländischen Grenze und zum Lembolowosee geplant und sollen hiezu die Wasserkräfte Finnlands herangezogen werden. (E. K. B. Heft 6, 1914.)

Elektrische Apparate.

Einrichtung zur Messung und Feststellung von Methan oder anderen brennbaren Gasen in der Luft. Bekanntlich wird ein glühender Platindraht unter dem Einfluß von Methan zum Aufleuchten gebracht. Die Akkumulatorenfabrik A.-G., Berlin, schlägt nun, wie wir in Helios lesen, vor, mehrere erhitzte Leiter, zum Beispiel Drahtstücke, die alle in Reihe geschaltet und in den verengten Teil eines Glasrohrs eingeschmolzen sind, anzuordnen. Ist die Luft reich an brennbaren Gasen, so werden alle Leiter aufleuchten, ist sie arm, nur wenige; man kann so aus der Zahl der aufleuchtenden Leiter auf den Gehalt an Gas schließen.

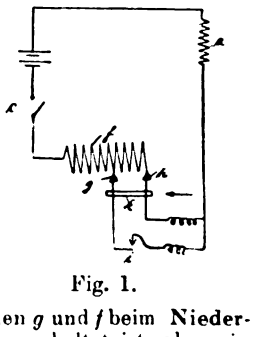


Fig. 1.

Der glühende Draht muß dauernd auf einer sehr hohen Temperatur gehalten werden, die um so höher ist, je ärmer die Luft an Gasen ist. Dies soll durch die Schaltung nach Fig. 1 verhindert werden, bei welcher der Glühgrad allmählich eingestellt wird. Der Glühkörper *a* ist über einen Widerstand *f* und Schalter *c* an die Batterie angelegt. Am Widerstand *f* können zwei Stromabnehmer *g*, *h* gleiten, durch eine Holzleiste *k* verbunden; *i* ist ein Druckknopf. Schiebt man die Leiste so weit nach rechts, daß zufolge Kontaktes zwischen *g* und *f* beim Niederdrücken von *i* der ganze Widerstand *f* vorgeschaltet ist, also ein niedriger Glühgrad herrscht, und leuchtet *a* auf, so ist die Luft reich an Grubengasen. Sie ist um so ärmer, je weiter man die Kontakte *g*, *h* nach links verschieben muß, um noch das Aufleuchten zu veranlassen.

Steht *h* mit *f* in Berührung, so wird der Leiter *a* auf Rotglut gebracht und ein Aufleuchten findet in armen Gasen nicht statt; schaltet man nun durch Niederdrücken von *i* einen Teil von *f* ab, so gerät *a* in Weißglut und zeigt durch sein Aufleuchten dann eventuell das Vorhandensein von Gas an. Die Stellung des Kontaktes gibt also den Grad der Vorwärmung an und bei empirischer Eichung des Widerstandes kann man daraus den Gasgehalt bestimmen.

*) Vergl. E. u. M. 1912, Seite 989.

**) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 395.

Digitized by Google

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Stoßerregung elektrischer Schwingungen mit Löschkondensatoren. M. Vos. Es hat bereits in einer früheren Arbeit M. Wien zur Erzielung einer besseren Löschwirkung außer der Funkenstrecke Geißler-Röhren in den Stoßkreis eingeschaltet*). Der Verfasser verwendet hingegen elekrodenlose Geißler-Röhren, die gleichzeitig als Kondensatoren dienen. Ein solcher Löschkondensator ist in Fig. 2 dargestellt. Ein Derwarsches Gefäß erhält zwei Metallbelage F_1 und F_2, der Hohlraum H wird auf einige Millimeter Hg ausgepumpt und die Belege werden mit einer Selbstinduktion an eine Funkenstrecke angelegt, die in irgendeiner Weise, etwa durch ein Induktorium, erregt wird. Der so gebildete Stoßkreis ist galvanisch gekuppelt mit einem Sekundärkreis und als dritter Kreis wurde ein Meßkreis niedriger Dämpfung angeordnet, der aus einem Drehplattenkondensator und einer Selbstinduktion nebst Thermoelement mit Deprez-Galvanometer besteht.

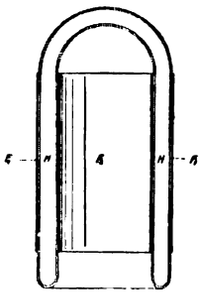


Fig. 2.

Wirkt der Löschkondensator als ein gewöhnlicher Kondensator mit Luft und Glas zwischen den Belegen F_1 und F_2 als Dielektrikum, so ist die Kapazität $C_0 = \frac{F}{4\pi\left(D + \frac{d}{\varepsilon_0}\right)}$, wo F die Belagfläche, D die Dicke der Luftschicht, d die des Glases und ε_0 die Dielektrizitätskonstante des letzteren ist. Wird aber die Luft in H ionisiert, also leitend, so hat man es mit zwei hintereinandergeschalteten Glaskondensatoren zu tun, die durch die Geißler-Röhre verbunden sind. Dann ist die Kapazität

$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 F}{4\pi d}.$$

Es ist dann $\frac{C_1}{C_0} = 1 + \varepsilon_0 \frac{D}{d}$, also um so mehr von 1 verschieden, je größer $\frac{D}{d}$ ist. Die Löschwirkung ist zufolge der geänderten Kapazität eine bessere und zwar um so besser, je größer $\frac{C_1}{C_0}$ ist.

Infolge der großen Oberfläche und der geringen Stromdichte hat man nur eine geringe Erwärmung; die Löschkondensatoren sind sehr haltbar, weil keine eingeschmolzenen Elektroden vorhanden sind. Löschwirkung und Nutzeffekt hängen, wie die eingehend beschriebenen Versuche gezeigt haben, stark von Kupplung, Gasdruck und Funkenpotential ab; die Kapazität im Stoßkreis und das Elektrodenmaterial haben weniger Einfluß. Kupfer und Silber sind am günstigsten, Zink und Blei sind schlechter; bei Luftfüllung ist 10 *mm* Hg Druck am günstigsten. Der günstigste Nutzeffekt ist 30%.

(Jahrbuch drahtl. Telegr., Bd. 7, Heft 3.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Der Elektroofen von Rennerfelt. A. Sahlin. Die Versuche mit diesem neuen Ofen fielen so günstig aus, daß innerhalb eines Jahres in Hallstahammar (Schweden) eine Stahlgießerei mit vier elektrischen Öfen errichtet wurde. Der Ofen eignet sich zur Herstellung von Tiegelstahl und Stahlguß aller Art, zum Einschmelzen von Ferrosilizium, zu Kupfer- und Glasschmelzungen sowie für andere thermische Prozesse. Der Ofen kann sowohl für kleine Einsätze von 100 *kg* als auch für größere Einsätze benutzt werden. Der Rennerfelt-Ofen (Fig. 3) ist ein drehbarer

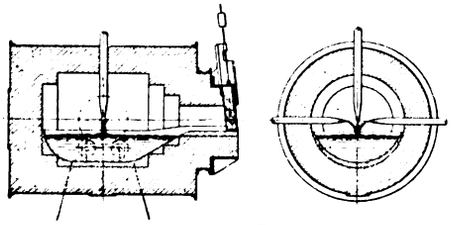


Fig. 3.

zylindrischer Ofen mit wagrechter Längsachse. Der elektrische Strom wird durch drei Elektroden geleitet, und zwar durch eine senkrechte und zwei wagrechte Elektroden in den beiden Längs- oder den Kopfwänden des Ofens. Beim normalen Betrieb kommen die Elektroden weder mit der Schlacke noch mit dem Metall in Berührung. Der von der Zentrale zugeführte Wechselstrom wird zu einem Zweiphasenstrom transformiert und je eine Phase an eine wagrechte Elektrode angeschlossen, während der Sternpunkt der beiden Phasen mit der Mittelelektrode verbunden ist. Durch den Strom in der Mittelelektrode wird ein Kraftfeld gebildet, das die Lichtbögen abwärts gegen das Bad lenkt. Diese Form der Lichtbögen war bisher bei elektrischen Öfen unbekannt und bildet den Hauptgrund für den Erfolg des Rennerfelt-Ofens. Die Höhe des Lichtbogens von den Elektroden bis zur Schlacke ist einstellbar und wird gewöhnlich zwischen 150 bis 300 *mm* gehalten. Der Rennerfelt-Ofen ist im Betriebe wie ein großer Tiegel zu behandeln und kann entweder mit kaltem oder flüssigem Einsatz beschickt werden. Der kreisförmige Querschnitt des Ofens bietet den Vorteil, daß die von den Lichtbögen ausströmende Hitze von dem Gewölbe auf das Bad zurückgeworfen wird. Der Ofen ist sehr dauerhaft und die Kosten der Futtererneuerung stellen sich sehr niedrig. Der Strom wird den Elektroden durch Abstreifer zugeführt. Die Elektroden haben für 2000 *kg* Einsatz einen Durchmesser von 75 bis 100 *mm* und sind als Acheson-Graphitelektroden bekannt. Die kleine Elektrode von 38 *mm* Durchmesser kann einen Strom von 70 *A* pro cm^2 aufnehmen; größere Elektroden von 100 *mm* Durchmesser sollten mit nicht mehr als 30 bis 35 *A* pro cm^2 belastet werden. Die Spannung in den Elektroden schwankt von 60 bis 120 *V*, je nach der Größe des Ofens.

Die Betriebsergebnisse des Ofens sind verschieden je nach dem Zweck, dem der Ofen dient. Eine schwedische Firma verwendet einen sauren 600 *kg*-Ofen zur Herstellung von hochwertigem Werkzeugstahl. Der Ofen braucht für die Tonne Stahl 800 bis 1000 *kW/h*; hiefür steht ein Strom von 100 *kW* Leistung zur Verfügung. Ein basischer Ofen von 600 *kg* Fassung erzeugt in einer schwedischen Stahlgießerei hochwertigen Stahlguß. Der Einsatz besteht aus Gußeisen, Schrott, Erz und Kalk. Es sind nur 90 bis 100 *kW* Strom vorhanden. Die Schmelzdauer nimmt $1^1/_2$ Stunden in Anspruch und die Charge ist in $3^3/_4$ bis 4 Stunden fertig. Man ist der Ansicht, daß durch Verlängerung des Ofens und Anfügen von weiteren Elektrodengruppen es möglich wäre, einen Ofen mit gleichem Durchmesser und mit einem 9 *m* langen Bad zu bauen, der einen Einsatz von 40 *t* aufnehmen würde. Nach den in Schweden gemachten Erfahrungen wird ein *kW*-Jahr folgende Mengen erzeugen:

In kleinen Öfen:	Werkzeugstahl	8 *t*
„ „ „	Weicher Stahl	9 *t*
„ „ „	Gußeißen geschmolzen und raffiniert	22 *t*
„ großen Öfen:	Raffinierter flüssiger Stahl vom Konverter oder Herdofen	40 *t*

Wenn das *kW*-Jahr Mk. 72 kostet, so würde der flüssige Stahl in der Pfanne Mk. 106 kosten.

(Stahl u. Eisen 1914, 8. Heft.)

Regulierbarer elektrischer Wärmespeicher. Ch. Hässler. In die Speichermasse 1 (Fig. 4) sind die Widerstände 7 eingebaut; das ganze ist vom Wärmeisoliermaterial 2 umgeben und von einem Außenmantel 5 abgedeckt. In der Zeit billiger Stromabgabe sammelt sich die im Widerstand vernichtete Energie in der Speichermasse auf. Öffnet man nun den Schieber 3 mit Handgriff 4, so tritt erwärmte Luft aus dem Inneren (6) derselben, strömt außen durch die Kanäle 9 und zu 6 zurück, so daß der Außenmantel, je nach der Größe der Schieberöffnung verschieden schnell erwärmt wird und die Wärme an das Zimmer abgeben kann. Man kann so die Temperatur eines Raumes durch 24 Stunden konstant halten. Man kann natürlich den Schieber auch automatisch durch ein Relais mit Kontaktthermometer betätigen.

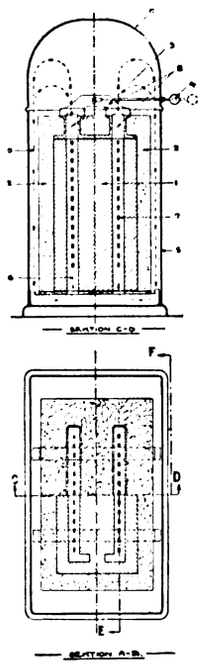


Fig. 4.

Im Speicherkörper können Temperaturen bis 800° C auftreten. Der Apparat (Fig. 4) hat bei 85 *cm* Höhe, 36 *cm* Breite und 65 *cm* Länge ein Speicherungsvermögen für 20 000 bis 25 000 *kg*/Kal.

(Schweizer. E. T. Z. Heft 11, 1914.)

Stoffe für die Elektrotechnik.

Über die Verwendung künstlicher Isolierstoffe beim Bau elektrischer Apparate. H. Passavant bespricht die Verwendung von Isolierstoffen bei Spannungen bis 500 V, die durch

*) Siehe E. u. M. 1911, S. 357.

Digitized by Google

Pressen in Formen hergestellt werden, und erörtert zuerst die Bedeutung von Erdung gegenüber der Isolation als Schutzmittel. Nach den Errichtungsvorschriften muß von einer guten Erdung verlangt werden, daß in der Umgebung des geerdeten Apparates ein tunlichst ungefährliches, allmählich verlaufendes Potentialgefälle erzielt wird. Man kann also eine gute Erdung durch Anschluß an Eisenkonstruktionen oder große Metallmassen erzielen, Gas- und Wasserleitungen sollen aber nicht hiezu verwendet werden; bei neutralem, an Erde liegendem Mittelleiter kann man diesen an die metallene Hülle des Apparates anschließen. Fehlt ein solcher Mittelleiter, so sind metallene Hüllen zu vermeiden und der Apparat ist durch einen Isolierkörper nach außen abzuschließen.

Ein Erfordernis, das an künstliche Isolierstoffe gestellt wird, ist die Zähigkeit und Festigkeit. Zu dieser Erprobung dient ein Schlagapparat, aus einem Hammer mit 2 bis 3 *m* langem Stiel, der aus der senkrechten in die wagrechte Stellung fällt und dabei auf die auf Sand gelagerte quadratische Platte aus dem zu untersuchenden Material aufschlägt. Man untersucht auf diese Weise Gußeisen-, Marmor und Tenazitplatten. So wurde eine 3 *mm*-Gußeisenplatte zerschlagen, während eine 10 *mm*-Tenazitplatte ganz blieb. Die Widerstandsfähigkeit dieses Materials ist praktisch ausreichend, um Metallkonstruktionen zu ersetzen; dies ist das Kriterium für seine Verwendbarkeit als Baustoff. Natürlich verlangen diese Stoffe eine selbständige Behandlung, ganz abweichend von der der Metalle. Man hat ferner, was die Anforderung der Wärmebeständigkeit anlangt, ausgezeichnete Erfahrungen mit den Isolierstoffen gemacht. Verfasser zeigt Tafeln aus „Tenazit", Schutzgehäuse aus „Gummon", die Brände überstanden haben, ohne dabei Schaden zu leiden. Gewöhnlich sind aber die besonders wärmefesten Isolierstoffe nicht auch die mechanisch widerstandsfähigsten, man muß also je nach der Verwendung das Material auswählen. Es gibt Isolierstoffe, die von den Einflüssen der Feuchtigkeit unberührt bleiben, wieder solche, die dem Maschinenöl oder chemischen Reagenzien widerstehen. Es gibt Isolierstoffe, die einen längeren Lichtbogen als 20 *mm* nicht stehen lassen oder der Lichtbogen kann bestehen, ohne daß das Material unter dem Bogen eine leitende Brücke bildet; erlischt der Bogen, so stellt sich bei einer dritten Stufe von Materialien wieder der ursprüngliche Widerstand her. Unbrauchbar für Teile, die Lichtbogenentladungen ausgesetzt sind, erscheinen jene Stoffe, die auch nach Aufhören des Bogens und nach dem Erkalten leitend geblieben sind.

Der Verfasser beschreibt die in der Installationspraxis der Berliner Elektrizitäts-Werke in Verwendung stehenden Einrichtungen aus künstlichem Isolierstoff, wie zum Beispiel Abzweigklemmen, Muffen, Handlampen mit Schutzring und Kragen aus Tenazit. Seiner Ansicht nach sollen Anlasser für Motoren bis zu 10 *PS* ganz aus Isoliermaterial bestehen, ebenso Handgriffe und Handräder. (Mitt. Verein. Elektr.-Werke, Jahrg. XIII, Nr. 149.)

Wirtschaftliches.

Bestimmung des Strompreises in großen Elektrizitätswerken. In einem Aufsatz über die Elektrizitätsversorgung der Großstädte bespricht G. Klingenberg die wesentlichen Faktoren, die für den Strompreis bestimmend sind. Die Anlagekosten sind um so kleiner, je größer die Maschinensätze gewählt werden, die Erzeugung wird also um so billiger, je mehr man sie in Großkraftwerken konzentriert. Es empfiehlt sich daher, nur große Maschinensätze von 20 000 *kW* und in Zukunft solche von 30 000 *kW* aufzustellen, dadurch wird es möglich, die Anlagekosten auf den vierten Teil herabzusetzen. Zur Verbilligung der Verteilungsnetze muß man die Spannung von den jetzt üblichen Werten von 6000 oder 10 000 *V* auf 20 000 bis 30 000 *V* erhöhen. Dabei können bis 10 000 *kW* in einem Kabel bei einem Anschaffungspreis von K 3 pro übertragenes *kW* und pro *km* Entfernung übertragen werden. Ferner soll zur Verbilligung des Netzes die Verteilung durch ein geschlossenes Niederspannungs-Drehstromnetz erfolgen. Die Umformung im Gleichstrom ist zu unterlassen. Über die Verzinsung lassen sich einheitliche Gesichtspunkte nicht angeben; doch wird daran erinnert, daß nach den Konzessionsbedingungen ein Teil der eine bestimmte Verzinsung überschreitenden Überschüsse zur Erniedrigung der Preise herangezogen werden muß; deshalb sind zum Beispiel in England, wo dies bei den städtischen Werken üblich ist, die Tarifpreise niedrig. 6 bis 8% sind gewöhnlich heute die unteren Verzinsungsgrenzen. Für die Zentralen, Unterstationen und Netze kann man unter 3 bis 4%, für die Fernleitungen und Kabel 2% einsetzen. Der Zinsendienst macht also 10% für die Werke und 8% für die Fernleitungen und Kabel im Ganzen aus.

Die Betriebskosten sind die Summe der Erzeugungskosten und der Fortleitungskosten, dazu kommen noch die Kosten der Leitungsverluste. Kohlenkosten und Personalkosten fallen mit steigender Leistung. Die Fortleitungskosten sind bei großen Anlagen durch gute Organisation, Normalisierung der Einrichtung herabzudrücken. Reine Wechselstromnetze kommen im Betrieb billiger als gemischte. Die Verluste können bei guten Anlagen auf 6 bis 10% der Einnahmen herabgesetzt werden.

Der Normalpreis K das sind die um die Zinsen vermehrten Gesamtbetriebskosten, ist die Summe aus den reinen Erzeugungskosten in der Zentrale K_c, den Netzverlustkosten K_v und den Netzbetriebskosten K_n. Bezeichnet man mit n_1 das Verhältnis der mittleren Energieleistung zur installierten Gesamtleistung, mit n (Ausnutzungsfaktor) das Verhältnis der mittleren verkauften Energie zur installierten Gesamtleistung, so ist $\frac{n}{n_1} = \eta$ der mittlere Wirkungsgrad, also die verkauften *kWh*: die erzeugten *kWh*.

Die Erzeugungskosten kann man nach der Gleichung rechnen $K_c = \frac{1}{n} \eta \,.\, a_c + b_c$ Heller pro *kWh*.

Sind a_v die Leerlaufverluste, b_v die Kupferverluste, so sind die gesamten Verluste pro verkaufte *kWh* $V = \frac{1}{n} \,.\, a_v + b_v$, mithin die Kosten der Verluste

$$K_v = \frac{1}{n^2} \,.\, \eta \,.\, a_v \,.\, a_v + \frac{1}{n} \left[\eta \,.\, a_c \,.\, b_v + b_c \,.\, a_v \right] + b_c \,.\, b_v.$$

Die Netzbetriebskosten sind $K_n = \frac{1}{n} \,.\, a_n + b_n$ Heller pro *kWh*.

Da man η als Konstante ansehen darf, so ergibt sich die Summe der drei Posten der Form nach mit

$$K = \frac{1}{n} \,.\, a + \frac{1}{n^2} \,.\, a_1 + b \text{ Heller pro } k\,Wh \text{ (Kostencharakteristik).}$$

Danach kann man den mittleren Strompreis berechnen.

Der Ausnutzungsfaktor n setzt sich aus dem Reservefaktor r (installierte zur Spitzenleistung), dem Wirkungsgrad η und dem Belastungsfaktor m (mittlere zur Spitzenleistung) zusammen nach der Gleichung $n = \frac{\eta \,.\, m}{r}$.

Wenn man die drei Abgabsgebiete Kraft, Bahn, Licht berücksichtigt, findet man, daß die Stromkurven der Großstädte für jede der drei Kategorien den gleichen Charakter haben. Es ergibt sich aus den „mittleren" Kurven für die Großstädte, daß der Belastungsfaktor für Licht 18%, der für Kraft- und Bahnstrom bei 50% beträgt. Der Verfasser stellt Kurven zusammen, aus welchen der resultierende Belastungsfaktor entnommen werden kann. Gestützt auf die Erfahrung, daß in Großstädten von den abgegebenen *kWh* rund 20% für Licht, 12% für Kraft und 68% für Bahnen abgegeben werden, ergibt sich der resultierende Belastungsfaktor zu 40%.

Man erkennt aus den Kurven, daß Werke, die nur Kraft- und Bahnstrom abgeben, nur einen um 2 bis 3% höheren Belastungsfaktor dadurch erzielen; andererseits bleibt dieser Faktor fast ungeändert, wenn dabei noch 12% der Gesamtbelastung an Licht, das ist der normale Bedarf, abgegeben wird. Man kann also die Erzeugungskosten für Bahn, Kraft und Licht so ziemlich gleich groß ansetzen. Es ist nach Ansicht des Verfassers zu verwerfen, bei großen Kraftwerken heute für Bahnen getrennte Zentralen und Netze anzulegen, weil darin eine Kapitalsverschwendung und eine Benachteiligung der Stromabnehmer liegt.

Ein Vergleich der Betriebsergebnisse in Berlin, London und Chicago bestätigt die oben dargelegten Anschauungen des Verfassers*). (E. T. Z. Heft 4 bis 6, 1914.)

Chronik.

Der wasserwirtschaftliche Wert Albaniens und seiner unmittelbaren Hinterländer. Über dieses Thema hielt am 23. März d. J. Herr Zivil-Ingenieur Theodor Schenkel aus Graz im Wasserwirtschaftsverbande der österreichischen Industrie einen interessanten Vortrag. Der Vortragende entwirft an Hand von Aufzeichnungen und graphischen Bildern auf Grund der bisherigen geologischen und meteorologischen Untersuchungen sowie der eigenen mehrjährigen Beobachtungen ein Bild des wasserwirtschaftlichen Wertes der westlichen Balkanländer. Diese Länder bergen dank der günstigen Niederschlagsverhältnisse einen großen Schatz an Wasserkräften, der allerdings infolge der Eigenart der politischen Verhältnisse bisher nicht verwendet werden konnte.

In meteorologischer Hinsicht kann im allgemeinen der Grundsatz aufgestellt werden, daß die jährliche Regenmenge von Westen gegen Osten und auch von Norden gegen Süden rasch abfällt. Das Maximum von 4000 *mm* wird in der Gegend von Cattaro in Montenegro erreicht, während das Minimum von 450 bis 600 *mm* landeinwärts von Saloniki auftritt. Die jährliche Regenkurve ist charakterisiert durch ein Minimum im Sommer

*) Vergl. E. u. M. 1914, S. 124.

Digitized by Google

und zwei Maxima im Frühjahr und Herbst. In Nordgriechenland erreicht die regenlose Zeit eine Dauer von zwei bis drei Monaten, was eine fast vollständige Austrocknung der Flüsse zur Folge hat. Es zeigt somit der Westen (an der Adria) vorherrschend Seeklima, der Osten kontinentales Klima.

In geologischer Beziehung zeigen die westlichen Länder (Albanien, Montenegro usw.) mehr jüngere Formationen und keinen ausgesprochenen Karstcharakter, nach Osten zu herrscht Kreide und Trias vor. Kohle ist nur sehr spärlich vertreten und für die Anlage von Dampfzentralen kaum geeignet. Eine hinreichende Möglichkeit zu Reserven bietet jedoch die Eignung des Terrains zur Anlage von Talsperren und das Vorhandensein größerer Seegebiete im Innern des Landes. Das Gebirge zeigt eine von Südwest nach Nordost verlaufende Faltenbildung, die von zahlreichen steil abfallenden Querfalten mit kanonartigen Quertälern (Lim- und Drintal) durchbrochen wird, die für die Anlage von Hochdruckspeicherwerken sehr geeignet sind. Bei Schwankungen von 1 bis 2 *m* des Wasserspiegels besitzen die Seen eine große Aufspeicherungsfähigkeit. Obwohl die Bevölkerung noch recht anspruchslos ist, scheint sie doch zur Industriearbeit geeignet zu sein.

Die zahlenmäßige Angabe der Größe der verfügbaren Wasserkräfte muß auf gewissen Schätzungen der Abflußkoeffizienten beruhen und ist mit den ungünstigsten Verhältnissen berechnet worden. Relativ am reichsten ist Montenegro, das allein im Limgebiet über 230 000 *PS* verfügt, abgesehen von den durch Überleitung der Tara in das Moračagebiet und am Ibar sich ergebenden Wasserkräften. Das zumeist in Albanien liegende Dringebiet kann mit 410 000 *PS* veranschlagt werden, doch bieten die großen Seebecken (Ochrida- und Presbasee) infolge ihres Angrenzens an drei verschiedene Staaten wasserrechtliche Schwierigkeiten. Das Vardargebiet in Neuserbien umfaßt etwa 340 000 *PS*, während an der Struma in Neubulgarien rund 150 000 *PS* zur Ausnutzung gelangen könnten. Minder günstig liegen die Verhältnisse in Neugriechenland, wo infolge des geringen Gefälles nur einige kleinere Wasserkräfte in Betracht kommen. *L. R.*

Internationaler Ingenieurkongreß in San Francisco, 1915*). Die endgültige Liste der auf dem Kongreß zur Verhandlung kommenden Vorträge ist nun beinahe fertiggestellt.

Der erste Band der Abhandlungen wird eine Beschreibung der Arbeiten am Panamakanal enthalten. Diese wird sich in 22 Kapitel gliedern, deren jedes von dem verantwortlichen Leiter des betreffenden Betriebes geschrieben ist und so eine offizielle Darstellung des ungeheueren Werkes bilden, das nun nahe der Vollendung ist.

Bis zum 1. März d. J. sind bereits 1200 Exemplare der Abhandlung subskribiert worden, davon 1000 aus den Vereinigten Staaten. Alle, die sich für die Abhandlungen interessieren, mögen sich beeilen, diese zu subskribieren, damit der Umfang der Auflage rechtzeitig fertiggestellt werden kann.

Literatur-Bericht.

Das Wichtigste aus der Elektrotechnik. In kurzgefaßter und gemeinverständlicher Darstellung von Dr. Alfred Wogrinz und Ernst Braun v. Braunthal. In zwei Bänden. Mit 400 Abbildungen. Preis gebunden K 4 bezw. K 3.40. Wien, F. Tempsky; Leipzig, G. Freytag. 1913.

Der erste Band behandelt die Schwachstromtechnik, Elemente und Akkumulatoren, Gebäudeblitzableiter; der zweite Band: Dynamomaschinen, Transformatoren, Meßinstrumente, Leitungen und Lampen. Die leichtfaßliche knappe Darstellung, die das Buch zum Selbstunterrichte geeignet macht, wird wesentlich unterstützt durch die Widergabe vortrefflicher Abbildungen in geeignetem Maßstabe; namentlich die farbige Darstellung der Wirkungsweise und Wicklungsarten eines stromdurchflossenen Dynamoankers dürfte in wenigen Lehrbüchern zu finden sein. Im ersten Teile ist das Kapitel „Einiges über Störungen in Schwachstromanlagen" von besonderem Werte, da dort in knapper, tabellarischer Darstellung die hauptsächlich vorkommenden Fehler und deren Ursachen recht übersichtlich dargestellt sind. Im Kapitel „Das Elektrizitätswerk" ist in ausführlicher Weise die Schaltung und Wirkungsweise von Zellenschaltern und Berechnung des Spannungs- und Energieverlustes in einfachen Leitungen besprochen, während über Anlage von Drehstromzentralen und Drehstromleitungen verhältnismäßig wenig berechtet wird. Sehr anschaulich ist das Leitungsmaterial dargestellt; bei Beschreibung der Glühlampen wurden merkwürdigerweise nur die weniger gebräuchlichen Tantal- und Nernstlampen eingehender berücksichtigt. In einem Anhange ist noch einiges über Wärme- und chemische Anwendung des elektrischen Stromes gesagt. Das Buch wird vermöge seiner populären Darstellungsweise und sorgfältigen Auswahl der Abbildungen seinen Zweck vollkommen erreichen. *L. R.*

*) Vergl. auch E. u. M. 1914, Heft 4, Seite 85. Heft 13, Seite 276 Fortsetzung.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektromaschinenbau.

(Schluß von Heft 14, Seite 300.)

Magnetinduktoren.

Die Splitdorf Electrical Company in Newark (Ver. St. v. A.) baut einen Zündmagnetinduktor für Zweizylindermotoren mit geneigt zueinander angeordneten Zylindern. Bei derartigen Viertaktmotoren folgen die Zündungen in Winkelintervallen des Induktors aufeinander, die abwechselnd $180^0+\frac{x}{2}$ und $180^0-\frac{x}{2}$ betragen, wenn die Zylinderachsen einen Winkel von x^0 miteinander einschließen. Der Induktor ist durch die Fig. 28 dargestellt. Die Polstücke 9 und 10 des Feldmagneten haben einen verschieden großen Polbogen. Der Anker 1 trägt eine Primärwicklung 11 und eine Sekundärwicklung 21; er besitzt unsymmetrische Polstücke. Der Induktor liefert eine Spannungswelle gemäß Fig. 29, deren Maxima zur Erzeugung der Zündfunken benutzt werden.

(B. P. Nr. 26.323, A. D. 1912.)

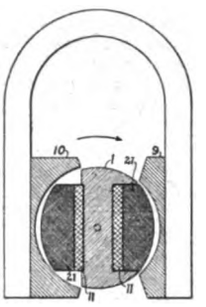


Fig. 28.

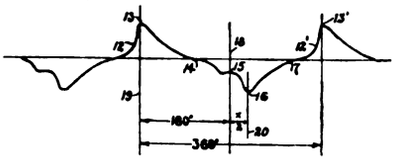


Fig. 29.

Der sekundäre Stromkreis von Hochspannungsmagnetinduktoren besitzt eine sehr hohe Selbstinduktion, gegenüber welcher der Ohmsche Widerstand erheblich zurücktritt. Daraus erklärt sich, daß der die Funkenstrecke im Zündmomente überbrückende Lichtbogen in unerwünschter Weise sehr lange stehen bleibt; denn der Widerstand der Ankerwicklung hat im Verhältnis zur Selbstinduktion einen sehr geringen Einfluß und der Widerstand der Funkenstrecke kann nach dem Einsetzen des Lichtbogens vernachlässigt werden. Überdies werden die Windungen der sekundären Ankerwicklung infolge der Drehung des Ankers induziert. Gemäß einer Erfindung der Firma Robert Bosch in Stuttgart wird die Verkürzung der Funkendauer dadurch erreicht, daß das Verhältnis des Widerstandes zur Selbstinduktion des sekundären Stromkreises möglichst groß gemacht wird. Zu diesem Zwecke wird die Sekundärwicklung aus einem Draht von mehrfach größerem spezifischen Widerstand als derjenige des Kupfers hergestellt, oder es wird ein induktionsfreier, ein Mehrfaches des Ohmschen Widerstandes des Hochspannungskreises betragender Widerstand in Serie mit der Hochspannungswicklung eingeschaltet. In beiden Fällen wird eine einer Vergrößerung des Ohmschen Widerstandes entsprechende Erhöhung der Selbstinduktion vermieden. (Ö. P. Nr. 63.025).

Rotierende Umformer.

Von der Electric Construction Company, Limited in Bushbury (England) rührt ein rotierender Umformer her, der durch die Fig. 30 veranschaulicht ist. Der Anker *A* hat eine vierpolige Gleichstromwicklung w_2 mit Kommutator und eine zwölfpolige Wechselstromwicklung w_1 mit Schleifringen. *N*, *S* sind Hauptpole, von denen jeder aus zwei kleinen Polen besteht, *n*, *n* bezw. *s s*. *E* sind die ans Gleichstromnetz angeschlossenen Erregerwicklungen. Die Bürsten + *B* und — *B* verbinden den Kommutator mit den Leitungen + *K* und — *K*, während die Bürsten *b b* die Schleifringe mit den Leitungen *H H* verbinden. Wenn die Maschine mittels der Leitungen + *K*, — *K* mit Gleichstrom gespeist wird und zum Beispiel mit 3000 U. p. M. läuft, dann wird in w_1 eine Spannung mit der Periodizität 300 pro Sek. induziert, welche mit der Periodizität korrespondiert, die ein zwölfpoliger Generator bei der gleichen Tourenzahl gibt. Die Spannung der Wicklung w_1 kann durch Änderung der Erregung geregelt werden. Die Streufluxe zwischen den zwei Polvorsprüngen an den Hauptpolen erzeugen in einem Drittel der Wicklung eine Gegen-EMK proportional ihrer Stärke. Die resultierende Spannung, die in der Wicklung induziert wird, ist daher die Differenz zwischen der EMK, die in zwei Dritteln der Leiter durch die acht Vorsprünge *n*, *s* induziert wird, minus der Gegen-EMK, die in einem Drittel durch die erwähnten Streufluxe induziert wird. Der Weg des Hauptfluxes ist gesättigt, der des Streufluxes aber nicht; daher wird bei Steigerung der Erregung der Streuflux schneller anwachsen als der Hauptflux. Wenn die Tourenzahl der Maschine abnimmt, infolge Vergrößerung des Totalfluxes, der die Gleichstromwicklung schneidet, dann wird eine Verringerung der Wechselstromspannung eintreten. In diesem Falle erzeugt die Spannungsänderung

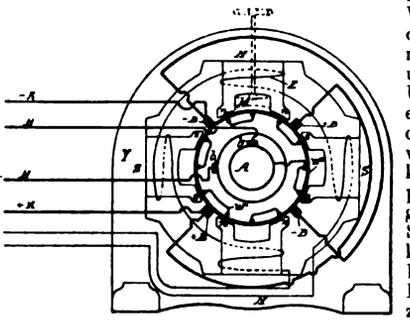


Fig. 30.

Digitized by Google

eine Änderung von Tourenzahl und Frequenz. Soll die Spannung geändert werden, ohne daß die Frequenz geändert wird, dann wird der Streufluß geändert durch Verstellung eines Eisenstückes *M* zwischen den Hauptpolvorsprüngen. (B. P. Nr. 7651, A. D. 1912.)

Ruhende Umformer.

Zur Umwandlung eines Dreiphasenstromes in einen Einphasenstrom der dreifachen Frequenz gibt F. Spinelli die nachstehende Einrichtung an. Es werden gemäß Fig. 31 drei um je 120° phasen-

Fig. 31.

verschobene Wechselfluxe in einem stark gesättigten Eisenkörper wirken gelassen; der resultierende Flux entspricht einem Einphasenflux der dreifachen Frequenz. Die Fig. 32 zeigt einen Transformator, der gemäß der Erfindung gebaut ist. Die drei Primärphasen sind *a*, *b*, *c*, während *d* die gemeinsame Sekundärphase ist. (F. P. Nr. 456.504.)

Fig. 32.

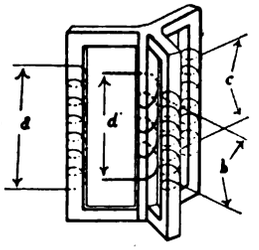
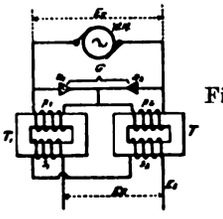


Fig. 33.



Die Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) ließ sich einen ruhenden Frequenzverdoppler patentieren, der auch zur Erzeugung von Hochfrequenzströmen geeignet ist. *W*, *M* (Fig. 33) ist die Wechselstromquelle, deren Frequenz $= w_1$, deren Spannung $= E_1$ sei; *G* ist ein Gleichrichter mit den Anoden a_1 und a_2. Die Kathode ist mit der Verbindungsleitung der beiden hintereinandergeschalteten Primärwicklungen p_1 und p_2 der beiden Transformatoren T_1 und T_2 verbunden, deren Sekundärwicklungen gegeneinandergeschaltet sind. Hat nun die Spannung E_I bezw. die in den Transformatorwicklungen erzeugte Gegen-EMK zu E_I den Verlauf der Kurve E_I (Fig. 34), so eilt das totale Feld der Gegen-EMK um 90° zeitlich vor. Die Kurve $F_1 F_2$ gibt aber zugleich auch den Verlauf des Magnetisierungsstromes an. Infolge des Vorhandenseins des Gleichrichters *G* fließt nun aber der Magnetisierungsstrom nicht gleichmäßig durch beide Transformatoren T_1 und T_2, sondern für die eine Stromrichtung ist während der einen Halbperiode der Transformator T_1 durch den Gleichrichter kurzgeschlossen, und die ganze Spannung liegt an dem Transformator T_2; für die andere Stromrichtung ist dagegen der Transformator T_2 durch den Gleichrichter kurzgeschlossen, während die ganze Spannung an den Klemmen des Transformators T_1 auftritt. Es tritt also nur im Transformator T_1 das Feld F_1 auf, während in dieser Halbperiode das Feld in $T_2 = 0$ ist, und umgekehrt tritt nur in T_2 das Feld F_2 auf, während in dieser Halbperiode das Feld in $T_1 = 0$ ist.

Die Wicklung s_2 des Transformators T_2 ist gegen die Wicklung s_1 geschaltet und diese Drehung der Spannungsphase um 180° bedeutet einen Feldverlauf im Transformator T_2 nach der Kurve F_2'. Für den Sekundärkreis resultiert also eine Feldänderung nach der Kurve $F_1 F_2'$, und dies ergibt einen Spannungsverlauf nach der Kurve *E II*. Diese Kurve ist aber von doppelter Periodenzahl als die Kurve von *E I*. Eine Analyse des Stromverlaufes ergibt, daß der Sekundärstrom den Charakter eines pulsierenden Gleichstromes hat, dessen Wellen intermittierend in Zeitabständen von einer Viertelperiode verlaufen. Durch Kombination von zwei derartigen ruhenden Frequenzwandlern erhält man an Stelle eines pulsierenden Gleichstromes einen reinen Wechselstrom von doppelter, ja sogar sechsfacher Periodenzahl. (D. R. P. Nr. 263.897.)

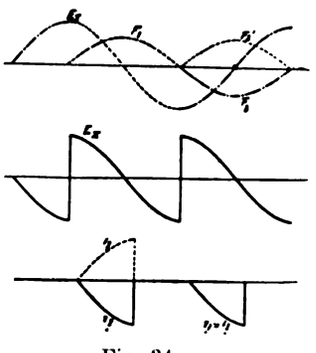


Fig. 34.

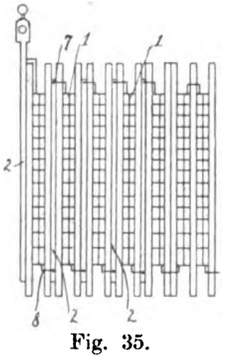


Fig. 35.

Transformatoren.

Bei Hochfrequenztransformatoren stellen sich häufig in den nahe an den Ableitungsklemmen gelegenen Hochspannungswindungen Brenn- und Durchschlagsstellen ein, die hauptsächlich durch elektrische Wellen hervorgerufen werden, die infolge auftretender Schwingungen entstehen. Diese Hochfrequenzströme sind dem Nutzstrom übergelagert.

Gemäß einer Erfindung von Reiniger, Gebbert & Schall Akt.-Ges. in Berlin wird für die Hochfrequenzwellen ein bequemer kapazitiver Ausgleichsweg im Transformator selbst geschaffen und die längs der Drähte verlaufenden Wellen durch diesen Weg geschwächt und gedämpft. Zu diesem Zweck werden isolierte Metallscheiben verwendet, die parallel zu den Scheibenspulen des Transformators eingebaut und mit den unmittelbar angrenzenden Scheibenspulen leitend verbunden sind. Durch die Metallscheiben werden die plötzlich auftretenden Wellen auf sämtliche Windungen der benachbarten Scheibenspulen gleichmäßig verteilt, um so das hohe Potential der Wellen nicht zwischen einigen wenigen Windungen wirksam werden zu lassen.

Gemäß Fig. 35 ist die Sekundärwicklung zusammengesetzt aus einzelnen flachen Spulen 1, 1, zwischen welche die Metallplatten 2, 2 isoliert eingesetzt sind. Die Enden 7 bezw. 8 zweier benachbarter Spulen sind mit den zwischen den Spulen angeordneten Metallplatten 2 leitend verbunden. Die Metallplatten sind von beiden Seiten derart mit Isolation bedeckt, daß ein Überspringen von Funken aus Windungen von einem höheren Potential, als sie die Platten durch den Anschluß mit den Verbindungsstellen aufweisen, vermieden wird.

(D. R. P. Nr. 262.251.)

Die Société Anonyme Westinghouse baut den durch Fig. 36 dargestellten Transformator für Meßinstrumente. Die Isolierröhre 1 wird von einem mehrteiligen Eisenkern 2, 3

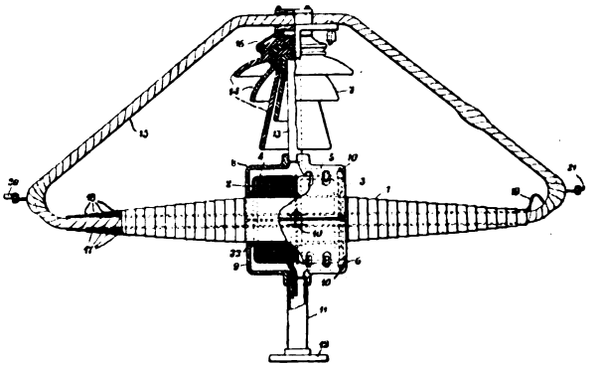


Fig. 36.

umgeben. Die Niederspannungsspulen 4, 5 sind über die Kerne 2, 3 gewickelt. Die Hochspannungswicklung 15 geht durch die Isolierröhre und wird vom Isolator 7 gestützt, der am Metallgehäuse 6 festgelegt ist. 11, 12 ist das Gestelle. Die Isolierröhre 1 besteht in abwechselnden Lagen von isolierendem und leitendem Material (17, 18). Die innerste, leitende Lage ist mit einer Windung der Hochspannungsspule 15 leitend verbunden. (F. P. Nr. 452.997.)

Potentialregler.

Die zur Primärwicklung senkrecht stehende Kompensationswicklung eines kompensierten Einphasen-Potentialreglers ist wohl imstande, das durch den Arbeitsstrom hervorgerufene Querfeld zu unterdrücken, aber es bleiben doch lokale Restfelder übrig, welche den Spannungsabfall des Potentialreglers vergrößern. Die Restfelder können durch die Kompensationswicklung bei der gewöhnlichen Wicklungsart nur für einige Stellungen des Sekundärteiles aufgehoben werden, weil nur bei diesen die Amperewindungsverteilung auf dem Sekundärteil gleich, aber entgegengerichtet ist der Amperewindungsverteilung auf dem Primärteil. Gemäß einer Erfindung der Österreichischen Brown Boveri-Werke A.-G. in Wien werden die Wicklungen des Potentialreglers als normale Gleichstromwicklungen derartig ausgebildet, daß sämtliche drei Wicklungen so ausgeführt werden, daß ihre Amperewindungen auf zwei Drittel jeder Polteilung gleichmäßig verteilt sind. Dann erzeugt jede Wicklung für sich ein Feld trapezförmiger Gestalt. Zerlegt man nun die Sekundärwicklung in zwei senkrechte Komponentenwicklungen beliebiger Lage, so haben die Felder der Komponentenwicklungen stets eine derartige Gestalt, daß sie, dem Feld einer Ständerwicklung entgegenwirkend, kein Restfeld der dritten Harmonischen ergeben. Der Einfluß der Restfelder der fünften, siebenten usw. Harmonischen ist aber, wie sich durch Rechnung ergibt, so klein, daß er vernachlässigt werden kann. Da somit in jeder Stellung des Sekundärteiles die störenden Restfelder fast ganz vermieden werden, erfährt der induktive Spannungsabfall des Potentialreglers durch die Verstellung des Sekundärteiles keine nennenswerte Zunahme.

Fig. 37 zeigt die Wicklungsverteilung einer Wicklung, zum Beispiel der Sekundärwicklung. Das dieser Wicklung entsprechende Feld ist durch Fig. 38 wiedergegeben. Diese Wicklung läßt sich in zwei aufeinander senkrechte, zu ihr beispielsweise um 45° verstellte Wicklungen in folgender Weise zerlegen. Man ersetzt die Wicklung Fig. 37 durch die mit ihr in elektrischer Hinsicht identische Wicklung der Fig. 39, denn die in die vorher wicklungsfreien Nuten eingefügten Leiter kompensieren sich innerhalb jeder Nut und geben resultierend keine Wirkung. Die Wicklung Fig. 39 stellt aber die Summe der beiden

Digitized by Google

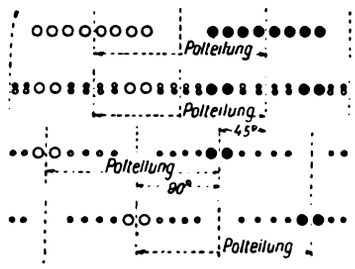


Fig. 37.
Fig. 39.
Fig. 40.
Fig. 41.

zueinander senkrechten Wicklungen der Fig. 40 und 41 dar. Das Feld jeder dieser Komponentenwicklungen hat die durch die Fig. 42 wiedergegebene Gestalt. Steht nun dem Feld der Fig. 42 ein Feld der Fig. 38, zum Beispiel der Primärwicklung gegenüber, so läßt sich das

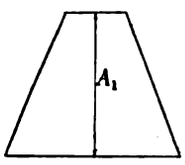


Fig. 38.

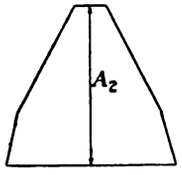


Fig. 42.

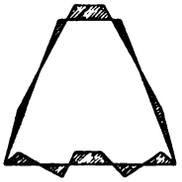


Fig. 43.

Größenverhältnis der Amplituden A_1 und A_2 beider Feldkurven leicht ermitteln. Die Fig. 43 stellt die Ermittlung der Restfelder dar, in dem Falle, als, wie oben angenommen, der Sekundärteil gegenüber dem Primärteil um 45° verstellt ist. In der Fig. 43 ist das Feld der Primärwicklung mit dem dazugehörigen Komponentenfeld zur Deckung gebracht. Wie aus der Figur entnommen werden kann, sind keine Restfelder der dritten Harmonischen vorhanden. Wegen der gleichen Feldformen erhält man beim Zurdeckungbringen des Feldes der Kompensationswicklung mit dem dazugehörigen Komponentenfeld dasselbe Deckungsbild, wie es die Fig. 43 zeigt. Bei keiner Stellung des Sekundärteiles ergeben sich Restfelder der dritten Harmonischen, weil das resultierende Feld sich stets aus Komponentenfeldern zusammensetzt, welche selbst keine dritten Harmonischen besitzen. (Ö. P. Nr. 63.200.)

Synchronmotoren.

Die Crompton & Company Limited und H. Burge bauen einen Mehrphasensynchronmotor mit einer Einrichtung zum Anlassen und Synchronisieren. In Fig. 44 bedeutet A eine kleine Gleichstromankerwicklung mit den Kollektorbürsten H, H^1, die den Erregerstrom für die Feldwicklung liefert. B ist die Wechselstromankerwicklung, deren Schleifringe D^1, D^2, D^3 mit den Hauptleitern X, Y, Z verbunden sind. Der Feldmagnet trägt eine verteilte Wicklung C, deren Punkte E_1, E_2 mit den Gleichstrombürsten H, H^1 verbunden sind, während die Wicklungspunkte E_1, E_2 über einen regelbaren Anlaßwiderstand G^1 miteinander verbunden sind. G_2 ist ebenfalls ein Anlaßwiderstand. Infolge dieser Verbindungen arbeitet die Wicklung C als zweiphasige Wechselstromwicklung. Die Maschine wird als Induktionsmotor angelassen; dabei dient die Wicklung C als Sekundärwicklung. In dem Maße wie die Maschine auf Touren kommt, werden die Widerstände G^1, G^2 allmählich kurzgeschlossen. Wenn die Maschine als Synchronmaschine läuft, sind die Widerstände G^1, G^2 vollständig kurzgeschlossen und die Wicklung C dient als Feldwicklung, die von der Wicklung A mit Gleichstrom gespeist wird. Die Punkte E_1, E_2 sind jetzt äquipotentielle Punkte. (B. P. Nr. 15.523, A. D. 1913.)

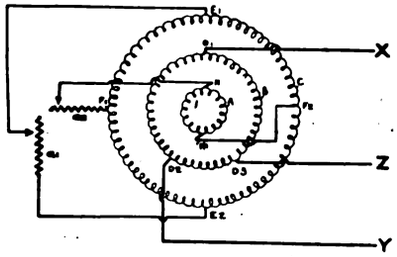


Fig. 44.

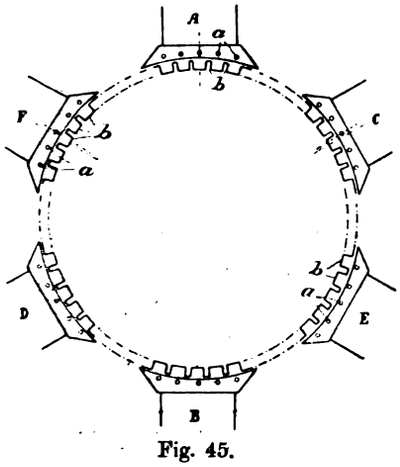


Fig. 45.

Bei Synchronmaschinen verwendet die British Thomson - Houston Company Limited in London eine Amortiseurwicklung, die nur geringe Kurzschlußstromverluste aufweist und beim Anlassen keine magnetische Bremsung erzeugt. Jeder Feldpol (Fig. 45) trägt fünf Amortiseurstäbe in Abständen gleich dem Ankernutenabstand. In den Polen A und B liegen die Amortiseurstäbe in den Mittellinien der Ankernuten b. In den Polen C und D liegen die Stäbe jedoch links und in den Polen E und F rechts von diesen Mittellinien. Beim stationären Lauf können daher nicht alle Amortiseurstäbe gleichzeitig direkt über Ankernuten liegen. (B. P. Nr. 9685, A. D. 1913.)

Eine Erfindung der Société Alsacienne De Constructions Mécaniques in Belfort dient zur Erhöhung des Anlaßdrehmomentes von Synchronmotoren. Die Fig. 46 und 47 zeigen die Schaltung der Induktorwicklungen beim Anlassen und beim normalen Lauf. Die Hauptwicklung ist für die Polzahl $2p$ in die zwei um 90 elektrische Grade versetzen Phasen geteilt: $a\,b$, $a'\,b'$ und $c\,d$, $c'\,d'$.

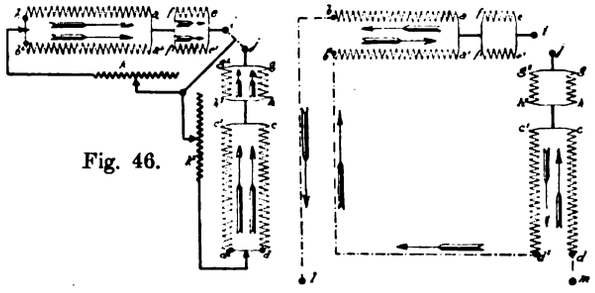


Fig. 46. Fig. 47.

Diese Phasen sind mit den betreffenden Phasen der Zusatzwicklung $e\,f$, $e'\,f'$ und $g\,h$, $g'\,h'$ in Serie geschaltet. Beim Anlassen verbindet man die Wicklungen gemäß Fig. 46 über die Widerstände $k\,k'$ und der Motor läuft als Asynchronmotor an. Beim normalen Lauf sind die Verbindungen gemäß Fig. 47 hergestellt, wobei die Punkte l und m an der Erregerquelle liegen. Die Zusatzwicklungen $e\,f$, $e'\,f'$, $g\,h$, $g'\,h'$ sind jetzt im Kurzschluß und bilden Amortiseure. (F. P. Nr. 456.017.)

Asynchronmotoren.

Es ist bekannt, daß Leistungsfaktor und Überlastbarkeit eines Asynchronmotors dadurch gesteigert werden können, daß in jedem der sekundären Stromkreise eine dem Strome um eine Viertelperiode voreilende EMK eingeführt wird. Es ist auch bekannt, daß ein in einem Gleichstromfeld gelagerter Gleichstromanker in Schwingung gerät, wenn man ihn in den Sekundärstromkreis des Asynchronmotors schaltet, und daß durch diese Schwingung eine dem Strom um eine Viertelperiode voreilende EMK in seinen Windungen induziert wird; der schwingende Anker wirkt als mechanischer Kondensator.

Zweck einer Erfindung von G. Kapp in Birmingham ist, die Bauart des schwingenden Ankers und des Gleichstromfeldes zu verbessern. In Fig. 48 bedeutet A den Anker, C den Kommutator,

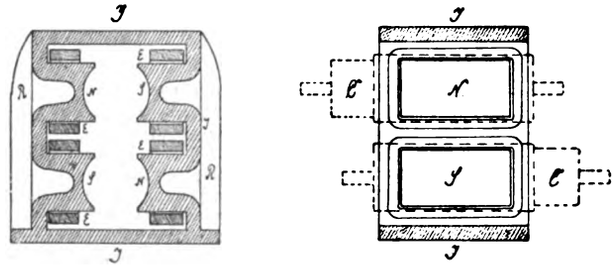


Fig. 48.

N, S Polflächen, J den Jochrahmen und E Erregerspulen. Der Vibrator hat einen sehr kleinen Luftspalt, da wegen der geringen Winkelgeschwindigkeit des Vibratorankers die Frequenz der Kommutierung klein ist und dadurch funkenloses Kommutieren auch bei kleinem Luftspalt schon von selbst erfüllt ist. Wegen des sehr kleinen Luftspaltes besitzt der Vibrator wenig Felderregungsamperewindungen. Der Hauptanteil der Erregung entfällt auf das Ankereisen. Die Ankerlänge ist groß im Vergleich zum Ankerdurchmesser, die Eisensättigung ist hoch. Alle für die Sekundärstromkreise der Asynchronmaschine nötigen Vibratoranker sind in einem gemeinsamen Feldsystem gelagert. Jeder Vibratoranker schwingt in seinem eigenen Felde; die Magnete dieses Feldes sind jedoch alle durch ein gemeinsames Joch verbunden. Die Rippen R verhindern eine Durchbiegung des Jochrahmens infolge magnetischer Anziehung zwischen Polflächen und Anker, und der Anker muß genau zentriert sein. Die Kommutatoren benachbarter Vibratoranker liegen zwecks leichter Zugänglichkeit an entgegengesetzten Seiten des Jochrahmens. (D. R. P. Nr. 266.031.)

Die Siemens-Schuckert-Werke, G. m. b. H. in Berlin bauen einen Induktionsmotor mit sanftem Anzugsmoment und gutem Wirkungsgrad sowie gutem cos φ. Die wirksamen Leiter werden

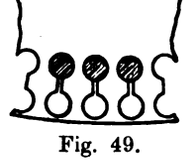


Fig. 49.

tief in den Ankerkörper eingebettet, um die Streuung zu erhöhen und damit das Anlaufmoment herabzusetzen. Der Raum zwischen den Leitern und dem Ankerumfang besitzt Löcher oder Schlitze wählbarer Größe (Fig. 49), die von magnetisch oder elektrisch aktivem Material frei bleiben. Dadurch kann die Streuung in bestimmten Grenzen gehalten werden. (Ö. P. Nr. 63.904.)

Digitized by Google

Eine Erfindung der General Electric Company in New York betrifft eine derartige Ausgestaltung der Rotorwicklung eines Induktionsmotors, daß dieselben Rotorverbindungen mit einem Anlaßwiderstand bei zwei verschiedenen Laufgeschwindigkeiten benutzt werden können. In der Fig. 50 bedeuten $A\,A'$, $B\,B'$ und $C\,C'$ die drei Phasen der Statorwicklung, wobei jede Phase aus zwei Gruppen von Spulen besteht, von denen Verbindungsleitungen zu einem Schalter D führen. Mit Hilfe dieses Schalters kann die Stromrichtung in der Hälfte der Spulen jeder Phase geändert werden. Bei einer Stellung des Schalters ist die Stromquelle E mittels der Leitungen 7, 8 und 9 an die Verbindungen zwischen den Gruppen C und B', B und A' und A und C' angeschlossen, während die Leitungen 10, 11 und 12 offen sind. Die Statorwicklung ist dadurch in Dreieck geschaltet, so daß der Strom durch die beiden Gruppen jeder Phase in Serie fließt. In der zweiten Stellung des Schalters ist die Stromquelle E mittels der Leitungen 10, 11, 12 an die Verbindungspunkte der beiden Gruppen jeder Phase gelegt, während die Leitungen 7, 8, 9 miteinander verbunden sind und einen Neutralpunkt bilden. In jeder Phase fließt jetzt der Strom vom Verbindungspunkt der beiden Gruppen durch die beiden Gruppen in Parallelschaltung zum Neutralpunkt. Dadurch ist die Stromrichtung in einer Hälfte jeder Phase gewendet und damit die Polzahl im Verhältnis 2:1 geändert. Die Rotorwicklung ist ebenfalls dreiphasig und jede Phase besteht aus zwei Gruppen von Spulen: $a\,a'$, $b\,b'$ und $c\,c'$.

(U. S. P. Nr. 1,067.270.)

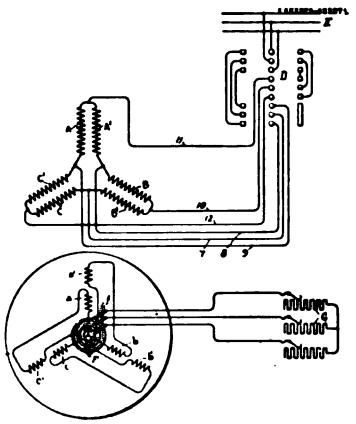


Fig. 50.

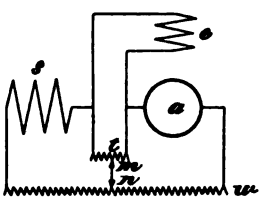


Fig. 51.

Wechselstromkommutatormotoren.

Gemäß einer Erfindung der British Thomson-Houston Company Limited in London wird eine richtige Phasenkompensation für alle Geschwindigkeiten bei Wechselstrom-Kommutatormotoren erreicht, durch richtige Verteilung der totalen Arbeitsspannung. Zwischen der Statorwicklung s (Fig. 51) und der Rotorwicklung a liegt in Serie die Erregerwicklung e, zu der parallel ein Spannungsteiler t liegt. Der Punkt m des Spannungsteilers ist mit dem Punkt n des Netztransformators w verbunden. Entsprechend der Stellung des Punktes m beeinflußt die Wicklung e die Phase der Stator- und Rotorströme. Bei richtiger Lage des Punktes m wird die Phasenverschiebung im Stator und Rotor gleich. (B. P. Nr. 20.849, A. D. 1912.)

Mehrphasenkommutatormotoren.

Die Touren- und Phasenregulierung von Drehfeldkommutatormaschinen gestaltet sich sehr einfach, wenn an den mit aufgeschnittenen Gleichstromwicklungen versehenen Maschinenstatoren vektorielle Einstellungen vorgenommen werden. Eine Ausgestaltung dieser Regelungsmethode liegt darin, daß man eine Störung der Sinus-Drehfeldform möglichst vermeidet. Dadurch wird insbesondere eine gute Kommutation erreicht. Gemäß einer Erfindung von Chr. Weuste & Overbeck G. m. b. H. und Dr. F. W. Meyer in Duisburg findet die Regelung mittels abschaltbarer Windungen statt. In Fig. 52 ist R der Gleichstrom-

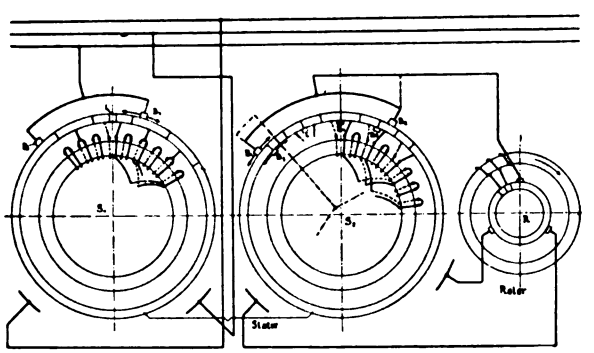


Fig. 52.

motor und S der Stator, dessen Eisen zweimal dargestellt ist, so daß die beiden Statorwicklungen, die vorausgesetzt sind, räumlich getrennt erscheinen. Die am Netz liegende Statorwicklung S_1 ist eine vorwärts und rückwärts schreitende. Es gehören stets zwei Windungen zueinander, die um einen gewissen Betrag entfernt liegen, und beide werden miteinander ab- oder zugeschaltet. In der Figur erfolgt die Ab- und Zuschaltung durch einen festen Regulierkollektor mit der festen Lücke L, wie sie für zwei benachbarte Phasen gezeichnet ist, einer Reihe von Schaltsegmenten und dem angedeuteten Bürstensystem B_1 und B_2. Entfernt man die Bürsten gleichmäßig von der Lücke, so werden an den beiden Phasen gleichviel Windungen ab- und zugeschaltet. Nimmt man auch eine Drehung im gleichen Sinne vor, so werden die Phasen gedreht, wobei natürlich vorauszusetzen ist, daß an den übrigen Verbindungsstellen des dreiphasigen Systems das gleiche vorgenommen wird. Die Wicklung S_2 hat dieselben Grundeigenschaften wie die Wicklung S_1. Man kann zum Beispiel an S_2 die Rotorspannung vektoriell so regeln, wie es Geschwindigkeit und Kompensation verlangen, während man an S_1 einfach die Feldstärke im Interesse eines guten Anlaufmomentes regelbar einstellt. An der Wicklung S_2 ist durch strichpunktierte Linien angedeutet, wie statt der Dreieck- auch eine Sternregulierung möglich wäre.

(D. R. P. Nr. 266.296.)

Vereins-Nachrichten.

Elektrotechnischer Verein in Brünn.

Einladung zur I. Generalversammlung, welche Sonntag den 26. April 1914, 10 Uhr vormittags, im Hörsaale Nr. 90 im Erweiterungsbau der Deutschen technischen Hochschule, Jodokstraße Nr. 10, mit nachstehender Tagesordnung stattfindet:

1. Beratung und Beschlußfassung über den Rechenschaftsbericht, Rechnungsabschluß und Voranschlag für das Jahr 1913.
2. Änderung der Statuten.
3. Eventuelle Anträge.

Der Vorstand.

Neue Mitglieder.

Jellek Leo, Ingenieur, Wien.
Rossi Antonin, Ingenieur, Trient.
Wimmer Artur, Elektrotechniker, Wien.
Hanel Franz, Elektrotechniker, Reichenberg.
Loström Paul, Elektro-Ingenieur, Malmö in Schweden.
Klinghofer, Dr. Josef, Advokat, Wr.-Neustadt.
Ohme Ferdinand, Ingenieur, Wien.
Leuchter Karl G., Elektrotechniker, Trzebinie.
Bartelmus, Donát & Co., Elektrotechnische Fabrik, Brünn.
Jelić Velimir, Ingenieur, Sarajevo.
Payr Arthur v., Ingenieur, Linz.
Lippert Karl, Kaufmann, Köln.
Sääf Hans v., Direktor der österrr. Brown Boveri-Werke, Wien.
Bau- und Betriebsgesellschaft für Zentralanlagen, Chemnitz.
Kartin Josef, techn. Beamter, Schwarzenbach.
Dostalek Franz, beh. gepr. Operateur, Ung.-Hradisch.
Hild Anton, Ingenieur, Warnsdorf.
Sauer Hubert, Direktor der städtischen Elektrizitätswerke, Wien.
Schurz Josef, Elektromonteur, St. Vigiljoch.
Schneller Otto, Ingenieur, Villach.
Gallistl Arthur, Ober-Ingenieur, Pilsen.
Borowiczka Rudolf Freiherr v., caud. electr., Wien.
Türk Otto, Dipl.-Ingenieur, Charlottenburg.
Strohmayer Max, Monteur, Eggenberg.
Linsbauer Alexius, Ingenieur, Wien.
Mönch Josef, Obermonteur, Trautenau.

Vereinsversammlungen.

Die Vereinsversammlungen werden, wenn nicht anders angegeben, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 11, I. Stock, abgehalten und wurden hiefür für die Vortragsaison 1913/14 folgende Tage festgesetzt:

21. April 1914.

Vortrag.

Dienstag den 21. April, 7 Uhr abends: Vortrag des Herrn Direktor Hubert Sauer über: „Die städtischen Elektrizitätswerke der Gemeinde Wien und deren Betriebsmittel". (Mit Lichtbildern.) 3. Teil: Kabelnetze, Transformatoren, Stromzählapparate, geschäftliche Organisation und finanzielle Ergebnisse.

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 7. April 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 126, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Zur magnetischen Untersuchung von Eisenblechen. Von E. Gumlich . . . 321
Amerikas gegenwärtige Stellungnahme in der Frage Gleich- und Wechselstrom für die Zugförderung. Von Dr.-Ing. Karl Czeija (Schluß) . . . 324
Internationale Elektrotechnische Kommission (I. E. C.) . . . 330
Rundschau:
- Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel . . . 333
- Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger . . 334
- Dynamomaschinen, Transformatoren . . . 334
- Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate . . . 334
- Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate . . . 335
- Leitungen . . . 335
- Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik . . . 336
- Wirtschaftliches . . . 336

Chronik . . . 337
Literatur-Bericht . . . 337
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
- Schalter . . . 337

Briefe an die Redaktion . . . 338
Vereinsnachrichten . . . 340
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *209—220*

Zur magnetischen Untersuchung von Eisenblechen*).

Von **E. Gumlich.**
(Mitteilung aus der Physikalisch-technischen Reichsanstalt.)

Der interessante Artikel von Herrn Zickler**) mit der gleichnamigen Überschrift und die Erwiderung von Herrn Goltze***) sind mir leider erst jetzt bekannt geworden, so daß meine Mitteilung etwas verspätet erscheint. Bei dem Interesse, welches die beiden Aufsätze unzweifelhaft in fachmännischen Kreisen erregt haben werden, glaube ich jedoch, mit meinen Bemerkungen nicht zurückhalten zu sollen in der Hoffnung, damit eine gewisse Klärung der Angelegenheit herbeizuführen.

Herr Zickler weist darauf hin, daß schon im Jahre 1901 von Herrn E. Schmidt und mir†) auf Grund eines ziemlich umfangreichen Beobachtungsmaterials gefunden wurde, „daß im Durchschnitt einer größeren Energievergeudung (Hystereseverlust) auch ein größerer elektrischer Widerstand, eine größere Remanenz, eine größere Koerzitivkraft und eine geringere Maximal-Permeabilität entspricht", doch gelang es uns nur, zwischen Maximal-Permeabilität, Koerzitivkraft und Remanenz eine zahlenmäßige Beziehung festzustellen, nicht aber zwischen Hystereseverlust und den übrigen Größen. Dies hat nun Herr Zickler nachgeholt, und zwar gelangte er auf Grund seiner Beobachtungen an vier Eisenringen zu der Beziehung

$$P_h/kg = \frac{n \cdot f(\mathfrak{B})}{\bar{\mu}} \text{ Watt,}$$

wobei die linke Seite den Hystereseverlust pro *kg* und *n* Perioden gibt, $\bar{\mu}$ die Maximalpermeabiltät und $f(\mathfrak{B})$ eine Funktion von $\mathfrak{B}$ bezeichnet, welche Herr Zickler für Werte zwischen $\mathfrak{B} = 4000$ und 17.000 aus seinen Beobachtungen berechnet hat. Die große Bedeutung dieser Formel, sofern sie sich bewährt, liegt auf der Hand: Man würde nur die Maximalpermeabilität eines Materials experimentell zu bestimmen brauchen, um für jede beliebige Induktion den zugehörigen Hystereseverlust nach der angegebenen, so außerordentlich einfachen Formel zu finden. Den zugehörigen Wirbelstromverlust müßte man sich dann allerdings aus Blechdicke und spezifischem Widerstand mehr oder weniger genau berechnen, um zu der in den meisten Fällen verlangten „Verlustziffer" zu gelangen.

Herr Zickler hat seine Formel an den Ergebnissen von Ringuntersuchungen geprüft, welche früher in der Reichsanstalt††) und in den Siemens-Schuckertwerken zu anderen Zwecken ausgeführt worden waren; die Abweichungen zwischen Rechnung und Beobachtung überstiegen nicht 6%, und bei einer anderen Kontrollreihe, in welcher auch der Wirbelstromverlust noch mit in Rechnung gezogen wurde, nicht 10%, blieben aber meist erheblich darunter. Sind nun auch die angegebenen Abweichungen, welche zum Teil in der Schwierigkeit der Trennung von Hysterese- und Wirbelstromverlust, zum Teil in der Unsicherheit der Wirbelstrombestimmung begründet zu sein schienen, für die Technik reichlich hoch, so daß man im allgemeinen wohl die genauere und rascher zum Ziel führende direkte Messung vorziehen wird, so würde doch immerhin die gefundene Beziehung für bestimmte Fälle ihren Wert und ihre Wichtigkeit behalten, wenn man sicher sein könnte, daß die vom Verfasser ge-

*) Siehe die Erwiderung von Prof. Zickler auf Seite 338 dieses Heftes. *D. R.*
**) E. u. M., Bd. 31, Seite 737, 1913.
***) E. u. M., Bd. 31, Seite 1037, 1913.
†) E. T. Z. 1901, Seite 696.
††) E. T. Z. 1905, Seite 503.

Digitized by Google

fundenen Abweichungen die Grenze der bei sorgfältiger Messung möglichen Fehler darstellten.

Nun ergibt sich aber schon aus den Mitteilungen von Herrn Goltze, daß dies nicht der Fall ist; die Abweichungen zwischen Rechnung und Beobachtung sind hienach zwar bei $\mathfrak{B} = 10.000$ recht gering, erreichen dagegen bei $\mathfrak{B} = 15.000$ an Ringen 18%, an Blechbündeln 9%, und zwar liegen die berechneten Werte fast durchwegs zu niedrig, so daß zum mindesten die Zicklersche $f(\mathfrak{B})$-Kurve für die höheren Induktionen verbessert werden müßte.

Es schien mir nun von Wert, diese Vergleichungen an der Hand der in der Reichsanstalt vorliegenden Beobachtungen noch weiter fortzusetzen, und zwar mit Material von möglichst verschiedener Art. In der folgenden Tabelle 1

Tabelle 1.

Nr.	$\bar{\mu}$	P_h Beob.	P_h Rechn.	$B-R$ %
1	1150	4·23	6·61	— 56·3
2	4740	1·050	1·603	— 52·6
3	4220	1·293	1·801	— 39·3
4	6160	1·063	1·234	— 16·1
5	5720	1·125	1·329	— 18·1
6	4800	1·178	1·583	— 34·4
7	4420	1·350	1·719	— 27·3
8	1100	4·33	6·91	— 59·6
9	3860	1·30	1·969	— 51·5
10	5220	1·25	1·456	— 16·5
11	4030	1·59	1·886	— 18·6

sind für elf Ringe aus legiertem Blech die experimentell gefundenen Hystereseverluste, welche auf Grund von Verlustmessungen mit dem Wattmeter bei 20 und 50 Perioden durch Trennung der Hysterese- und Wirbelstromverluste in bekannter Weise gewonnen werden, mit dem nach der Zicklerschen Formel berechneten zusammengestellt. Die Ringe 1 und 8 bestanden aus ungeglühtem Material; sie entstammen wohl sicher nicht derselben Charge, sind aber von derselben Firma zu verschiedenen Zeiten geliefert worden und zeigen daher auch ähnliche magnetische Eigenschaften. Die anderen Werte sind aus diesen beiden Materialien nach dem Glühen unter verschiedenen, bei der Technik vorkommenden Bedingungen, also bei verschieden hoher Glühtemperatur, verschieden raschem Abkühlen usw. gewonnen worden. Wie die Spalte 5 zeigt, welche die Abweichungen zwischen Beobachtung und Rechung in Prozenten wiedergibt, sind die berechneten Werte durchweg zu hoch, und zwar steigen auch hier, wo es sich nur um die Induktion 10.000 handelt, die Abweichungen beim ungeglühten Material bis 60% an, beim geglühten bis über 50%. Wollte man zur Beseitigung dieser Abweichungen die $f(\mathfrak{B})$-Kurve ändern, so würde man immer noch Differenzen von $\pm$ 20 bis 30% übrig behalten, abgesehen davon, daß dann natürlich in den Fällen, wo die Herren Zickler und Goltze eine gute Übereinstimmung gefunden haben, nunmehr neue Abweichungen von ähnlicher Größe auftreten würden. Hierdurch ist also nicht zu helfen. In der Tabelle 2 ist ferner eine Anzahl von Werten zusammengestellt, welche an Epstein-Bündeln ebenfalls nach der Wattmetermethode durch Trennung von Hysterese- und Wirbelstromverlust gewonnen wurden, und zwar umfaßt der erste Teil Messungen bei einer größeren Anzahl von Induktionen zwischen 6000 und 15.000, der zweite Teil nur solche bei 10.000 und 15.000, welche also den

Tabelle 2.

Nr.	Induktion	P_h Beob.	P_h Rech.	$B-R$ %
1	6000	0·413	0·428	— 3·7
	10000	1	1	
	14000	2·18	1·908	+ 12·5
2	6000	0·390	0·428	— 9·8
	8000	0·630	0·685	— 8·7
	10000	1	1	
	12000	1·412	1·407	+ 3·5
	13000	1·716	1 638	+ 4·5
	14000	2·02	1·908	+ 5·6
	16000	2·63	2·59	+ 1·4
3	7500	0·611	0·618	— 1·1
	10000	1	1	
	12500	1·508	1·525	— 1·1
	15000	2·39	2·24	+ 6·4
4	7500	0·603	0·618	— 2·5
	10000	1	1	
	12500	1·600	1·525	+ 4·7
	15000	2·43	2·24	+ 8·0
5	7500	0·610	0·618	— 1·3
	10000	1	1	
	12500	1·561	1.525	+ 2·3
	15000	2·95	2·24	+ 24·2
6	7500	0·617	0·618	— 0·2
	10000	1	1	
	12500	1·54	1·525	+ 1·0
	15000	2·51	2·24	+ 10·9
7	7500	0·630	0·618	+ 1·9
	10000	1	1	
	12500	1·524	1·525	— 0·1
	15000	2·50	2·24	+ 10·6
8	7500	0 603	0·618	— 2·5
	10000	1	1	
	12500	1·528	1·525	+ 0 2
	15000	2·61	2·24	+ 14·5
9	10000	1	1	
	15000	2·16	2·24	— 3·5
10	10000	1	1	
	15000	2·46	2·24	+ 9·1
11	10000	1	1	
	15000	2·47	2·24	+ 9·5
12	10000	1	1	
	15000	2·85	2·24	+ 21·5
13	10000	1	1	
	15000	2 43	2·24	+ 8·0
14	10000	1	1	
	15000	2·57	2·24	+ 13·0
15	10000	1	1	
	15000	2·51	2·24	+ 10·9
16	10000	1	1	
	15000	2·35	2·24	+ 4·9
17	10000	1	1	
	15000	2·63	2·24	+ 15·0
18	10000	1	1	
	15000	2·41	2·24	+ 7·2
19	10000	1	1	
	15000	2·61	2·24	+ 14·3

durch den Verband Deutscher Elektrotechniker festgesetzten Verlustziffern V_{10} und V_{15} entsprechen; da μ bei diesen Proben nicht bestimmt war, konnte eine direkte Berechnung nicht vorgenommen werden. Es wurde statt dessen das Verhältnis der bei den verschiedenen Induktionen gefundenen Hystereseverlusten zu dem Hystereseverlust bei $\mathfrak{B} = 10.000$ gebildet und mit den entsprechenden aus der Zicklerschen Tabelle für $f(\mathfrak{B})$ berechneten Verhältniszahlen verglichen; die

Digitized by Google

Abweichungen sind wieder in Prozenten angegeben. Wenn nun auch die Beobachtungsfehler bei der Unsicherheit der Trennung von Hysterese- und Wirbelstromverlust, welche nicht mit höchster Präzision vorgenommen wurden, in einzelnen Fällen schätzungsweise wohl 4 bis 5% erreichen können, so übersteigen die gefundenen Abweichungen dieselben doch vielfach erheblich, und man kann also nicht von einer Konstanz des Verhältnisses der Hystereseverluste bei verschiedenen Induktionen sprechen, wie sie sich aus der Zicklerschen Annahme ergibt. Die Abweichungen zeigen auch hier wie bei den Messungen von Herrn Goltze keinen zufälligen, sondern einen systematischen Charakter, derart, daß die berechneten Werte von P_h bei $\mathfrak{B} = 15.000$ zu klein erscheinen, wenn man die Werte von P_h bei $\mathfrak{B} = 10.000$ als richtig ansieht.

Auf Grund der vorliegenden Beobachtungen, namentlich derjenigen an den Ringen, wird man zu dem Schluß kommen müssen, daß leider auch die Zicklersche Formel keinerlei Gewähr bietet für eine auch nur einigermaßen sichere Berechnung des Hystereseverlustes, und daß die relativ günstigen Resultate von Herrn Zickler selbst doch wohl mehr einen zufälligen Charakter tragen.

Überhaupt glaube ich nicht, daß die Zicklersche Formel eine große Wahrscheinlichkeit für sich hat, und zwar aus folgendem Grunde:

Ich habe früher*), worauf auch Herr Zickler in seinem Aufsatze hinwies, gemeinschaftlich mit Herrn E. Schmidt für die Beziehung zwischen Maximalpermeabilität $\bar{\mu}$, Remanenz R und Koerzitivkraft C, die empirische Formel gefunden $\bar{\mu} = \frac{a.R}{C}$; hiebei bezeichnet a einen — genau genommenen, von der Koerzitivkraft abhängigen — Faktor, der bei magnetisch gutem festen Material zu rund 0·5, bei Dynamoblech zu etwa 0·44 angenommen werden kann. Die Beziehung entspricht im allgemeinen den tatsächlichen Verhältnissen, denn es ist klar, daß die Nullkurve um so steiler ansteigt, die Maximalpermeabilität also um so höher wird, je größer die Remanenz und je kleiner gleichzeitig die Koerzitivkraft ist; bei dauernder Kontrolle hat sich die Formel so gut bewährt, daß sie bei den Jochmessungen in der Reichsanstalt stets zur Verbesserung der Jochscherungen herangezogen werden kann, wenn natürlich auch gelegentliche Abweichungen von mehreren Prozent nicht ausgeschlossen sind. Führt man nun diesen Ausdruck von $\bar{\mu}$ in die Beziehung von Herrn Zickler ein, so erhält man $P_h/kg = \frac{n \cdot f(\mathfrak{B})\, C}{a \cdot R}$, das heißt, der Hystereseverlust würde direkt proportional der Koerzitivkraft, aber umgekehrt proportional der Remanenz sein; je höher also die Remanenz wäre, um so kleiner müßte der Hystereseverlust werden. Tatsächlich aber wird es sich *ceteris paribus* gerade umgekehrt verhalten.

Um dies zu übersehen, betrachten wir einmal die in Fig. 1 wiedergegebene Hälfte von zwei extremen Hystereseschleifen, nämlich I: $ABCDEA$ und $AFCDA$. Bei ihnen entspricht der Punkt A offenbar der gleichen Induktion $\mathfrak{B}$, sie besitzen auch dieselbe Koerzitivkraft CO, aber sehr verschiedene Remanenz OG und OF, und sie stellen Kurvenformen dar, wie sie tatsächlich bei kristallisierten Eisenerzen und bei gewissen Eisenlegierungen, bezw. Heuslerschen Legierungen, angenähert

*) E. T. Z. 1901, Seite 697.

schon gefunden wurden. Nun beträgt aber der Flächeninhalt der Hystereseschleifen, welcher bekanntlich dem Hystereseverlust entspricht, bei Schleife I mit der hohen Remanenz $CD \cdot \mathfrak{B}$, bei Schleife II mit der niedrigen Remanenz $\frac{CD \cdot \mathfrak{B}}{2}$; wir haben also in diesem extremen Fall gerade das umgekehrte als was die Formel von Zickler implizite aussagt, und was bei diesen extremen

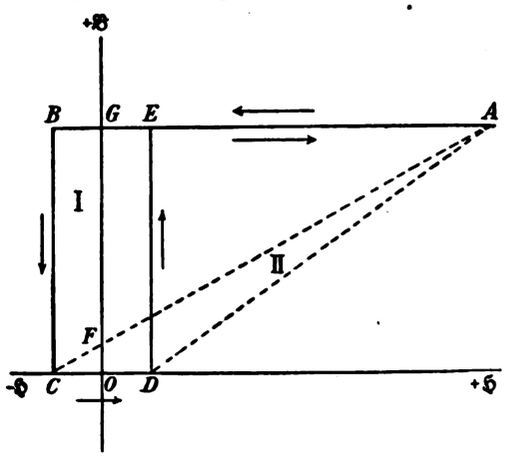


Fig. 1.

Fällen streng gültig ist, das wird bei den dazwischenliegenden Fällen, wo man es mit abgerundeten Hystereseschleifen von mehr oder weniger hoher Remanenz zu tun hat, wenigstens angenähert gelten. (Vergl. auch die Tabelle in dem schon angeführten Artikel E. T. Z. 1901, Seite 696.)

Auf dieser Erkenntnis, daß im allgemeinen der Hystereseverlust mit wachsender Remanenz nicht abnimmt, sondern wächst, beruhen ja auch die wiederholten Versuche, den Hystereseverlust durch das Produkt aus Koerzitivkraft und Remanenz auszudrücken, aber auch diese haben sich bekanntlich nicht bewährt; dies rührt offenbar daher, daß der ganze Charakter der Hystereseschleife auch bei gleichbleibender Koerzitivkraft und Remanenz doch verschieden sein kann. Die Hauptrolle spielt hiebei die Verbreiterung in der Nähe des Knies, die mehr oder weniger fast bei allen technischen Eisensorten aufzutreten pflegt und nach den in der Reichsanstalt gemachten Erfahrungen auf Ungleich-

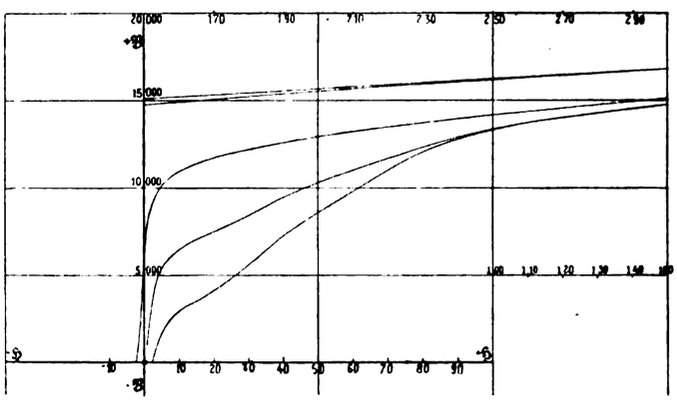


Fig. 2. Hysteresisschleife eines sehr ungleichmäßigen Materials.

mäßigkeiten des Materials hinzudeuten scheint. Selbstverständlich haben derartige Verbreiterungen, die sich auch nach oben hin in der Hystereseschleife fortzusetzen pflegen, einen mitunter sehr starken Einfluß auf den Flächeninhalt der Schleife, dem weder die Zicklersche noch irgendeine andere Formel Rechnung trägt und tragen kann: Als Beispiel hiefür ist in Fig. 2

Digitized by Google

eine bis $\mathfrak{H} = 300$ reichende, bei $\mathfrak{H} = 150$ unterteilte Hystereseschleife mit zugehöriger Nullkurve wiedergegeben, welche mit einem besonders hergestellten Material experimentell gewonnen wurde und bei der wohl niemand auf die Idee kommen wird, den Hystereseverlust zu berechnen. Es sei aber nochmals darauf hingewiesen, daß die hier künstlich ins Kolossale gesteigerten Abnormitäten in geringerem Maße auch gelegentlich bei gewöhnlichem, käuflichem Material auftreten und andeutungsweise fast überall vorhanden sind.

Sodann möchte ich noch auf eine Fehlerquelle hinweisen, die bei der von Herrn Zickler vorgeschlagenen Methode der Messung mit dem einfachen van Lonkhuyzenschen Apparat eine beträchtliche Rolle spielen kann und vielleicht auch gespielt hat. Herr Zickler gibt an, daß man den zur Berechnung der Hystereseverluste notwendigen Wert $\bar{\mu}$ durch Vergleichung der Probestreifen mit Normalstreifen im einfachen Modell des van Lonkhuyzenschen Apparates trotz der entmagnetisierenden Wirkung der Streifenenden richtig erhält, und verweist als Beweis dafür auf die Übereinstimmung zwischen zwei derartig an Blechstreifen gefundenen Werten mit den entsprechenden Werten für $\bar{\mu}$, welche er mit bewickelten Ringen erhalten hatte, die aus derselben Blechtafel gestanzt waren. Dieser Beweis wäre jedoch nur dann einwandfrei, wenn auch bei der Ringmessung die Walzrichtung berücksichtigt worden wäre, was nicht der Fall gewesen zu sein scheint, sonst würde es wohl Herr Zickler erwähnt haben.

Aus den von mir gemeinschaftlich mit Herrn Vollhardt ausgeführten Messungen*) ergibt sich die außerordentlich starke Abhängigkeit der Maximalpermeabilität von der Walzrichtung; beispielsweise wurden bei mehreren Blechsorten in der Walzrichtung bezw. senkrecht dazu, folgende Werte gefunden: 8560 und 6500, 10.240 und 6240, 5940 und 3430. Der Einfluß der Orientierung zur Walzrichtung ist also kolossal und seine Nichtberücksichtigung kann zu den größten Fehlern Veranlassung geben. Nun hat man diesem Umstande bei bestimmten Messungen dadurch Rechnung zu tragen gesucht, daß man Kombinationen von gleich viel parallel und senkrecht zur Walzrichtung geschnittenen Streifen mit dem bewickelten Ringe verglichen hat in der Annahme, daß die mittlere Permeabilität dieser Streifen mit der mittleren des bewickelten Ringes hinreichend genau übereinstimmen würde. Aber auch diese Annahme hat sich inzwischen als außerordentlich unsicher erwiesen. Wie nämlich in dem Laboratorium der Bismarckhütte gefunden und in der Reichsanstalt bestätigt wurde, ist die Permeabilität nicht etwa in der Walzrichtung unter allen Umständen am größten und nimmt von da an regelmäßig ab, um senkrecht zur Walzrichtung den niedrigsten Wert zu erreichen, sondern sie kann bis zu 45% gegen die Walzrichtung sogar noch zunehmen oder wenigstens konstant bleiben. Somit haben wir beim regellos geschichteten und gleichmäßig bewickelten Ring, der alle Neigungen gegen die Walzrichtung umfaßt, eine relativ sehr viel größere Maße von Material mit verhältnismäßig hoher Permeabilität; der daraus gewonnene Mittelwert von $\bar{\mu}$ wird somit im allgemeinen erheblich größer sein als bei der Kombination von Streifen, welche parallel und senkrecht zur Walzrichtung geschnitten sind. Will man also eine Vergleichung zwischen der Permeabilität von Streifen und Ringen einwandfrei durchführen, so muß man den Ring, genau nach der Walzrichtung geordnet, aufschichten und die mit dem ballistischen Galvanometer verbundene Sekundärspule an einer Stelle anbringen, wo die Orientierung gegen die Walzrichtung identisch ist mit derjenigen bei den Streifen; ob sich aber auch dann noch die vereinfachte van Lonkhuyzensche Anordnung zur Bestimmung von $\bar{\mu}$ an Streifen als tauglich erweisen wird, erscheint fraglich.

Zum Schluß möchte ich noch der durch die Bemerkung von Goltze und Zickler nahegelegten Annahme entgegentreten, als ob Herr Rogowski und ich an dem Epsteinschen Apparate wesentliche Verbesserungen angebracht hätten, durch welche die Genauigkeit der Verlustmessung beträchtlich gesteigert worden wäre. Das ist nicht der Fall. Von uns rührt lediglich die in dem Epsteinschen Apparat eingebaute Meßanordnung zur einwandfreien Bestimmung der Magnetisierbarkeit (Permeabilität) der Epstein-Bündel her, die sich allerdings in der von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft vorzüglich ausgeführten Kombination mit der Anordnung zur Verlustmessung nach Epstein sehr gut bewährt hat*).

Zusammenfassung.

Auf Grund von Messungsergebnissen und theoretischen Überlegungen wird gezeigt, daß von der Zicklerschen Formel für die Berechnung von Hystereseverlusten aus der Maximalpermeabilität einwandfreie Werte nicht erwartet werden können.

*) E. T. Z. 1908, Seite 903.

Amerikas gegenwärtige Stellungnahme in der Frage Gleich- und Wechselstrom für die Zugförderung.

Von Dr.-Ing. **Karl Czeija.**

(Schluß von Heft 15, Seite 306.)

Auf die Verteilung von Wechselstrom und Gleichstrom bei den jetzt vorliegenden Ausführungen eingehend, sollen von vornherein die etwa 57 500 *km* Geleiselänge umfassenden Straßenbahnen, die ausschließlich mit Gleichstrom betrieben werden, außer acht bleiben. An elektrisierten Vollspurbahnen mit eigenen Wegerechten, die in Züge geformte Personen- und Lastwagen mittels Motorwagen oder Lokomotiven betreiben, besitzen die Vereinigten Staaten etwa 13 800 Geleise-*km*. Darauf werden zirka 5100 Motorwagen und 380 elektrische Lokomotiven betrieben.

Auf 25periodigen Einphasenstrom mit Kommutatorausrüstung entfallen etwa 1200 Geleise-*km*, 320 Motorwagen und etwa 115 Lokomotiven. Das sind etwa 9% der elektrisierten Geleiselänge, 6% aller Motorwagen und 31% der Gesamtzahl der elektrischen Lokomotiven. Nur eine einzige Bahn, die etwa 58 Geleise-*km* umfassende Visaliabahn, wird mit 15 Per./Sek. betrieben. Zum Vergleiche soll angeführt werden, daß in ganz Europa heute ungefähr 1800 *km* Geleise mit zirka 750 Motorwagen und und etwa 116 Lokomotiven mit Einphasenkommutatormotoren betrieben werden.

Von den für Amerika geltenden Ziffern sind bereits die etwa 460 Geleise-*km* mit etwa 70 Motorwagen

*) Vergl. Goltze: „Der Epsteinsche Apparat nach Gumlich und Rogowski". Archiv für Elektrotechnik, Band II, Seite 148, 1913. Ref. in E. u. M. 1913, S. 1081.

Digitized by Google

abgezogen, die nachträglich auf Gleichstrom mit 1200 oder 1500 *V* umgearbeitet wurden. In den meisten Fällen handelte es sich hier um Anwendung des Einphasensystems am unrechten Platze, auch in manchen darum, daß man im Wettbewerb mit dem Gleichstromsystem die Motorausrüstung zu spärlich bemaß.

Auf der New Haven-Bahn, die als Muster für einen zwischen großen Städten verlaufenden und zeitweise außerordentlich schwankenden Personen- und Frachtverkehr anzusehen ist, bewährt sich dagegen der Einphasenstrom gut. Diese Bahn wird neuerdings erweitert und dürfte Ende 1915 800 Geleise-*km* mit einer Kraftstation von 46 000 *PS* und 151 Lokomotiven mit zusammen 129 000 *PS* unter Betrieb haben.

Für Stadt- und Stadtschnellbahnen hat jedoch der Wechselstrom keine Aussicht den Gleichstrom zu verdrängen. Die günstigen Ergebnisse, die mit diesem in den großen Städten erzielt wurden, werden hier stets als Vorbild für die Neuerrichtungen herangezogen. Die wirtschaftliche Bewältigung eines Verkehres auf viergeleisiger Strecke, auf der wie zum Beispiel bei der New York-Untergrundbahn, ein Punkt pro Stunde von 66 Zehnwagenzügen mit je 3200 *PS* Motorleistung passiert wird, wirkt überzeugender, als die heute noch keineswegs zweifelfrei zu erbringenden Wirtschaftlichkeitsziffern von Wechselstrombahnen ähnlicher Gattung.

Unter einer Gleichspannung von 1500 und 1200 *V* stehen heute ausgeführt zirka 2500 Geleise-*km* und unter 2400 *V* etwa 150 Geleise-*km*. Zusammen verkehren auf diesen Strecken etwa 340 Motorwagen und 65 Lokomotiven. Es sind dies zumeist verlängerte Vorortebahnen und Überlandbahnen und nur in drei oder vier Fällen liegt schwerer Frachtbetrieb im Gebirgsgelände vor.

Interessant ist es hier anzuführen, daß von diesen Elektrisierungen etwa 85% durch die General Electric Co. innerhalb der letzten vier bis fünf Jahre ausgeführt wurden, während der Rest auf die Westinghouse Co. entfällt. Gerade umgekehrt verhält es sich beim Einphasenstrom, hier wurden von den genannten 1200 Geleise-*km* beinahe 90% durch die Westinghouse Co. ausgerüstet.

An dreiphasiger Streckenausrüstung mit Induktionstriebmotoren besitzt Amerika nur den 7 *km*-Kaskadentunnel, der als erster Schritt für die Elektrisierung der zirka 95 *km* langen Gebirgssektion der Great Northern-Bahn anzusehen ist. Der jetzt ausgebaute Teil soll dem lästigen Verkehrshindernis abhelfen, das der mit zirka 2·2% Gefälle angelegte eingeleisige Tunnel dem Durchgangsverkehr entgegensetzt. Zur Förderung der 1500 *t* schweren Güterzüge werden drei, zur Förderung der 700 *t*-Personenzüge zwei Lokomotiven zu je 1700 *PS*-Stundenleistung benötigt. Der Betrieb ist beim jetzigen Ausbau nicht mustergültig. Aus Raummangel vor den Tunneleingängen ist es nötig, zumindest eine der die Züge zu diesen schleppenden Dampflokomotiven mit durchzuziehen. Die durch die Aufhängung des Fahrleiters im Tunnel bedingten Trolley-Kontakte haben bei der Fahrspannung von 6600 *V* schon manche Betriebsstörung hervorgerufen. Beim endgültigen Ausbau der ganzen Strecke wird aller Wahrscheinlichkeit nach auf die einphasige Streckenausrüstung mit Spaltumformerlokomotiven übergegangen werden.

Mit der Vorführung einiger Ausführungsbeispiele möchte ich auch die charakteristischen Bauformen amerikanischer Lokomotiven streifen. Als leitender Gedanke gilt hier die weitgehendste Ausnutzung des dem Triebmotor innewohnenden Vorteils der direkten Erzeugung der rotierenden Bewegung. Man findet daher neben

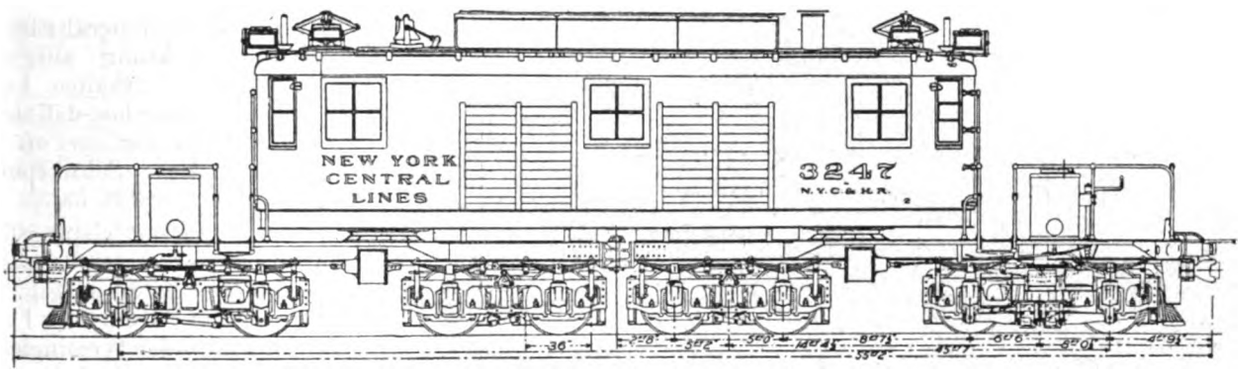


Fig. 5. New-York-Zentral-Bahn (General Electric Co.). Gleichstrom 650 bis 600 *V*. 10 Stück 1912/13. Gewicht: 136 *t* (davon 2 . 18 *t* Ballast auf den äußeren Triebgestellen). Leistung einstündig 2000 *PS* bei 86·5 *km*/Std., dauernd 1500 *PS* bei 96·5 *km*/Std., max. 5 Min. 5000 *PS*. 8 zehnpolige Motoren mit künstlicher Kühlung, direkt auf Triebachsen.

direktem Antrieb aller Triebachsen, entweder vermittels der auf diesen starr oder federnd sitzenden Rotoren oder vermittels reiner Zahnräderübertragung, Seitengestänge nur als Kupplungsteile zwischen den Triebachsen und Blindwellen. Direkt vom Motor ausgehende Kurbelübertragung ohne Zwischenschaltung von Zahnrädern wurde bei Kommutatormotoren aus mechanischen und elektrischen Gründen fallen gelassen. Gegenüber europäischen Lokomotiven fällt vor allem die den dort vorliegenden hohen Zuggewichten und Betriebsanforderungen angepaßte mechanisch schwere Ausgestaltung auf. Künstliche Belüftung für Motoren und Transformatoren ist allgemein angewandt. Der Induktionsregler, der wohl nur einige Schützen ersparen, nicht aber ausschließen läßt, wird als ein schwierig zu steuernder und schwer unterzubringender Apparat vermieden. Die Lokomotivtransformatoren sind durchwegs nach der mechanisch sehr widerstandsfähigen Manteltype und ausnahmslos mit Luftkühlung versehen.

Mit Gleichstromlokomotiven beginnend, zeigt Fig. 5, die jüngste Ausführung*) der von der General Electric Co. für die New York-Zentralbahn gelieferten 2000 *PS*, 136 *t*-Lokomotive. Diese Type entstand unter wesentlicher Beibehaltung der zweipoligen Motoranord-

*) El. World 1913, Seite 797, und General Electric Review 1913, Seite 323. Vergl. E. u. M. 1913, S. 501.

Digitized by Google

nung, Fig. 6*) wie bei den 1906/07 gelieferten 47 Stück Lokomotiven und unterscheidet sich von jenen hauptsächlich durch besonders verbesserte Laufeigenschaften. In der ursprünglichen Ausführung mit drei Triebachsen und

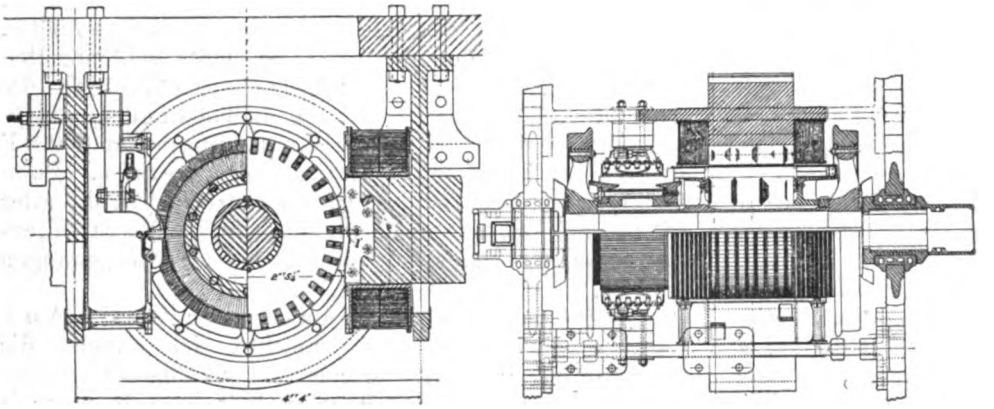


Fig. 6. Direkt treibender Gleichstrommotor der N.-Y. Zentralbahn (G. E. C.).

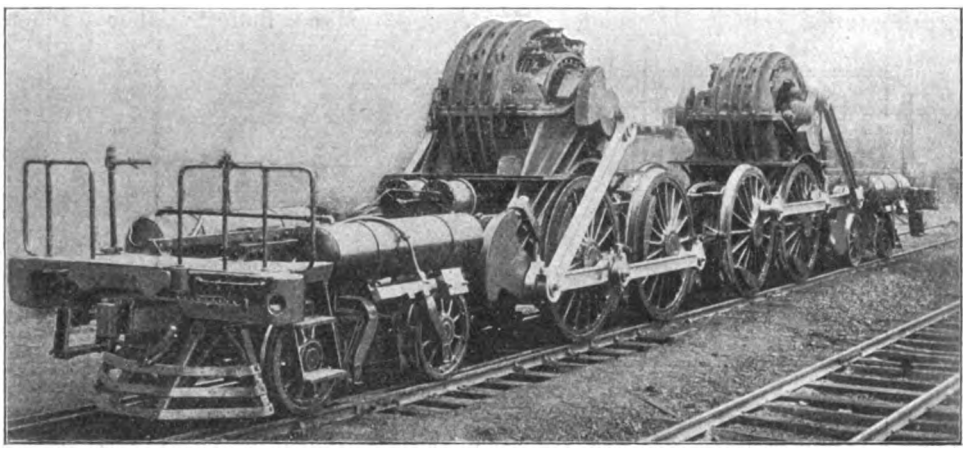


Fig. 7. Pennsylvania-Bahn (Westinghouse Co.) Gleichstrom 650 bis 600 *V*. 24 Stück 1910/11. Gewicht: 142·8 *t*, davon auf Triebachsen 89·6 *t*. Leistung: einstündig 2500 *PS* bei 72 *km*/Std., dauernd 1700 *PS* bei 101 *km*/Std., halbstündig 4000 *PS* bei 58 *km*/Std. 2 zehnpolige Motoren mit natürlicher Kühlung. Kurbelgestänge über Blindwelle.

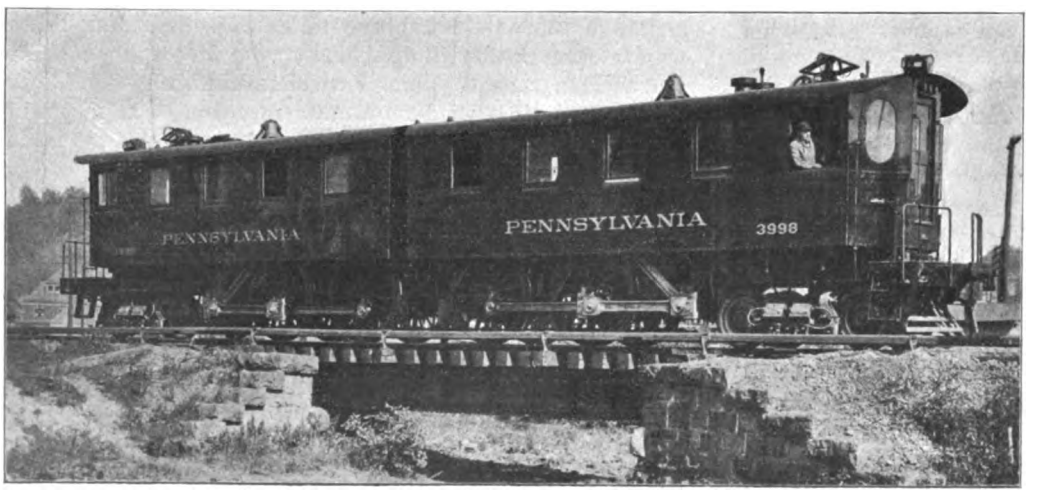


Fig. 8. Lokomotive der Pennsylvania-Bahn.

vorn und hinten angebrachten Lenkachsen, zeigten sich bei Geschwindigkeiten über zirka 55 *km*/Std. heftige Schwingungen und starke Radreifen- und Geleiseabnutzung. Beim neuen achtachsigen Fahrzeug sind die Leitdrehgestelle sehr weit nach außen gelegt und zugleich auch Triebgestelle. Die zweiachsigen Triebgestelle sind gelenkig miteinander verbunden. Der Kasten stützt sich mit Drehzapfen auf die beiden inneren Triebgestelle, die kurz gekuppelt sind. Die äußeren, je mit 18 *t* Ballast beschwerten Triebgestelle, sind mit den inneren durch Drehzapfen in der verlängerten Rahmenplattform verbunden. Jedes Triebgestell bildet eine mechanische und elektrische Einheit. Die Motoren, deren Rotoren starr auf den Triebachsen aufgekeilt sind, sind paarweise zu einer Gruppe zusammengefaßt und liegen innerhalb dieser parallel an 600 *V*. Die Steuerung erfolgt durch Reihenparallelschaltung und Widerstände in 24 Fahrstufen.

Für die Kurvenbeweglichkeit bietet diese Anordnung entschiedene Vorteile. Aus dem Auftrage auf neun weitere Lokomotiven, den die General Electric Co. nach Ausführung ausgedehnter Probefahrten erhalten hat, darf geschlossen werden, daß sich diese Bauart trotz der so oft bemängelten tiefen Schwerpunktlage recht gut bewährt hat.

Die zurzeit leistungsfähigste, aber auch zugleich schwerste Lokomotive ist die in Fig. 7 und 8 dargestellte Pennsylvania-Lokomotive der Westinghouse Co. Hier besteht das Fahrzeug aus zwei symmetrischen Hälften, die ständig gekuppelt sind. In jeder Hälfte ist ein 1250 *PS* einstündig und 2000 *PS* halbstündig belastbarer, zehnpoliger Gleichstrommotor eingebaut. Die Übertragung erfolgt durch Kurbelgestänge über Blindwelle. Die Kuppelstangen zwischen den Triebrädern und die Drehgestelle sind in engster Anlehnung an die von der Pennsylvaniabahn benutzten Dampflokomotiven durchgebildet. Die Schwerpunkthöhe beträgt zirka 1700 *mm*. Die Steuerung erfolgt elektropneumatisch und es sind in jeder Hälfte zwei beliebig benutzbare Kontroller vorhanden. Drei Geschwindigkeitsstufen: Verschiebedienst, Halb- und Vollgeschwindigkeit sind durch Reihenparallelschaltung der Motoren und Anzapfungen an die Feldwicklungen erreichbar. Die außerordentlich hohen Stromstärken beim Anfahren, etwa 6000 Amp., führten zu besonderen Schalteinrichtungen und machten einen sehr sorgfältigen Entwurf der Motoren notwendig. Tatsächlich zeigt sich auch bei plötzlicher Unterbrechung der Stromzufuhr unter Vollgeschwindigkeit nur ein kaum bemerkbares Bürsten-

*) F. Sprague, Proc. of Am. Inst. of El. Eng. 1907, Seite 1127.

Digitized by Google

funken. Seit etwa drei Jahren stehen 24 derartige Lokomotiven in Betrieb, die 10 und 13 Wagenzüge mit zirka 700 *t* über eine zirka 37 *km* lange Strecke, davon 18 *km* durch die verschiedenen Tunnels bei zirka 2% Gefälle unter dem Hudson bis zur unterirdisch angelegten Endstation im Zentrum von New York, schleppen. Durch mühevolle Nacharbeiten an den Blindwellenlagern und dem Gestänge wurden die Laufeigenschaften dieser Lokomotiven soweit gebessert, daß sie jetzt trotz der unelastischen Triebkräfte des Elektromotors, zumindest gleichwertig den bei Dampflokomotiven ähnlicher Größe und Geschwindigkeit sind.

Die Stromzufuhr bei den vorangeführten Lokomotiven erfolgt durch je vier Kontaktschuhe über die dritte Schiene. Pro Kontaktschuh wird bei 45 *km*/Std. etwa 2000 Amp. als zulässig angesehen.

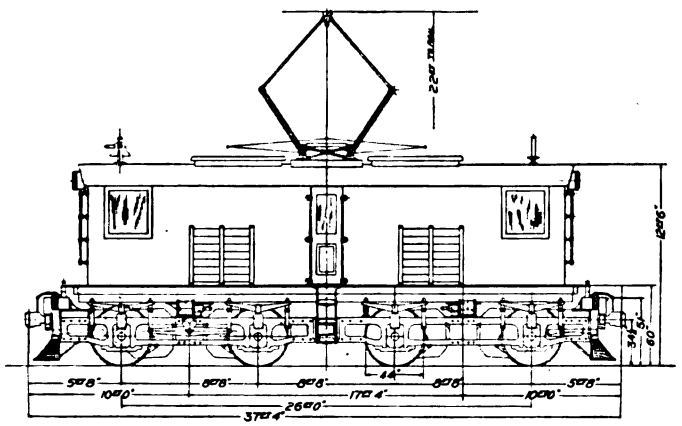


Fig. 9. Butte Anaconda-Bahn (General Electric Co.). Gleichstrom 2400 *V*. $\frac{15}{2}$ Stück $\frac{\text{Fracht}}{\text{Person.}}$ 1912. Gewicht: 68·2 *t*, alles auf Triebachsen. Leistung: einstündig 1200 *PS* bei $\frac{24}{58{\cdot}6}$ *km*/Std., dauernd 912 *PS* bei $\frac{30{\cdot}6}{74{\cdot}5}$ *km*/Std. Übersetzung $\frac{48{\cdot}4}{2{\cdot}3}$, 2×2 Motoren, 2×1200 *V*, künstliche Kühlung, doppeltes Rädergetriebe.

Eine Hochspannungsgleichstromlokomotive*) zeigt Fig. 9. Davon stehen seit Anfang 1912 15 Fracht- und zwei Personenzugslokomotiven im Betrieb, die sich nur durch das Übersetzungsverhältnis unterscheiden. Je zwei Lokomotiven sind zum Ziehen der 3000 *t*-Erzzüge zwischen den Kupferbergwerken in Butte und der Hochofenanlage in Anaconda bestimmt. Für Personenzüge wird nur eine Lokomotive benutzt.

Es ist dies die erste Streckenelektrisierung mit schweren Steigungen von einer der transkontinentalen Bahnen und die langerwogene Auswahl von 2400 *V* Gleichstromfahrspannung scheint anzudeuten, daß bei der beabsichtigten Ausdehnung des Betriebes auf dieser Linie, auch an 2400 *V* festgehalten werden wird. Zurzeit sind in Abständen von je 40 *km* Unterstationen angeordnet, die den von der Great Fall Power Co. angekauften 60periodigen Dreiphasenstrom von 100.000 *V* in Motorgeneratorsätzen, bestehend aus einem Synchronmotor und zwei in Reihe geschalteten 1200 *V* Gleichstromdynamos von je 500 *kW* auf Gleichstrom 2400 *V* umformen. Ein solcher Motorgeneratorsatz wiegt nur 40 *t*. Die Lokomotiven bestehen aus zwei symmetrischen Hälften, die je in einem Drehgestell zwei Motoren für 1200 *V* Kommutatorspannung enthalten. Es liegt hier doppelte Räderübersetzung vor.

*) General Electric Review 1913, Ref. E. u. M. 1912, Seite 796.

Eine Gleichstromlokomotive der Westinghouse Co. für 1500 und 600 *V* zeigt Fig. 10. Von den Einzelheiten

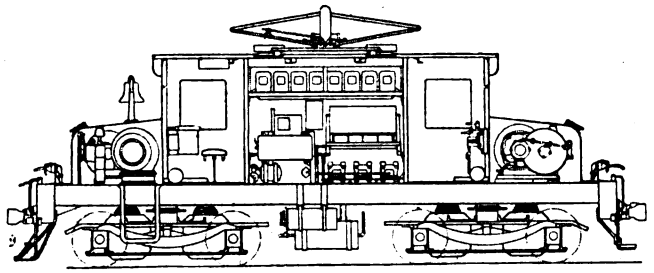


Fig. 10. Piedmont und Northern-Bahn (Westinghouse El. Co.). 6 Stück 1912. 46 *t* alles auf Triebachsen, 750 *PS*. Gleichstrom 1500 *V* und 600 *V*. 2×2 Motoren $\frac{2\times 750}{600}$ *V*, künstliche Kühlung, einfache Räderübersetzung.

soll hier nur die Schaltung des Spannungsumformers*) (Dynamomotors) Fig. 11 angeführt werden.

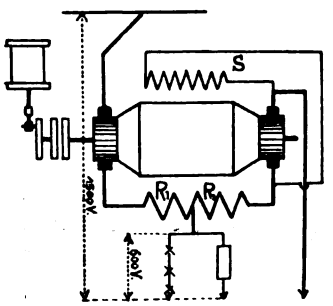


Fig. 11. Schaltung für die Spannungsteilung, Kompressor- und Ventilatorantrieb.

Bei neueren Ausführungen wird demselben neben der Spannungsumformung auch der direkte Antrieb der Ventilatoren und Kompressoren zugewiesen. Die Armatur besitzt zwei Wicklungen, die je an einem Kommutatur angeschlossen sind. Die Spannungsteilung erfolgt durch Anzapfung der zwischen den Kommutatoren liegenden Magnetwicklung. Eine Nebenschlußwicklung liegt an der Kommutatorseite, die den Grundleiter besitzt und begrenzt die Umdrehzahl. Während der Umformer beständig läuft, hat der Kompressor nur nach Maßgabe des Luftverbrauches mit der Umformerwelle vermittels einer pneumatisch ein- und ausrückbaren Kupplung angeschlossen zu werden.

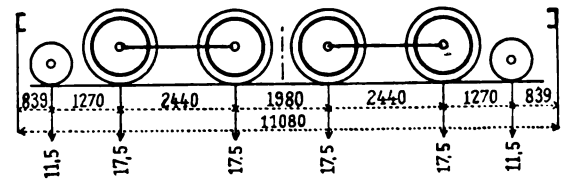
Von der bereits mehrfach erwähnten New Haven-Bahn führe ich bloß die Entwicklung der Lokomotivtypen an, die die folgende Tabelle, Fig. 12, veranschaulicht. Darin sind nur die Lokomotiven für reguläres Betrieb aufgenommen, die für Benutzung mit 11.000 *V*, 25 Per./Sek.-Einphasenstrom und 650 *V*-Gleichstrom ausgerüstet sind.

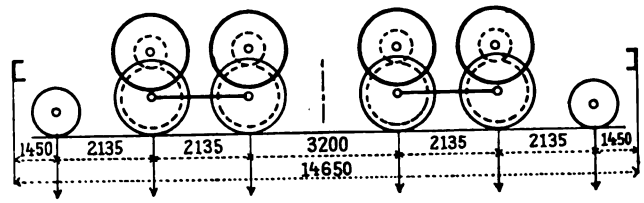
Vom direkten Aufbau des Rotors auf den Triebachsen, mit dem die ersten 41 noch ständig in Betrieb stehenden Lokomotiven ausgerüstet wurden, ging man bei den schweren, für Güter- und Personenzüge gleichzeitig benutzbaren Lokomotiven zur doppelten Zahnradübersetzung über, wobei die Statoren auf den Lokomotivrahmen angeordnet wurden. Für die gleichen Anforderungen wurde nun auch eine Lokomotive mit direktem Kurbelantrieb ausgeführt, die nur zwei Motoren zu je zirka 650 *PS* besaß. Diese Lokomotive wird heute nur aushilfsweise oder im Verschiebedienst benutzt. Für die neuen, zwischen 1911 bis 1912 nachgelieferten 40 Stück Fracht- und Personenzugslokomotiven, griff man zu einer weitgehenden Unterteilung der Motoren. Pro Triebachse werden zwei mechanisch und elektrisch

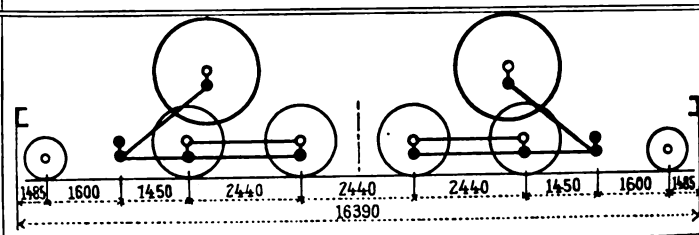
*) The Electric Journal 1913, Seite 1023, Ref. E. u. M. 1912, Seite 814.

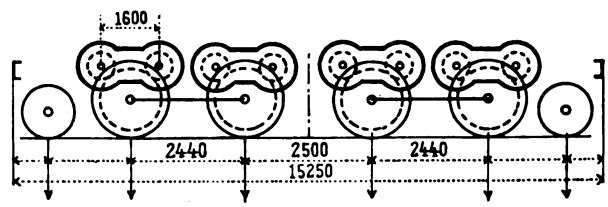
Digitized by Google

Gewicht in *t*		Leistung in *PS*		Geschwindigkeit in *km*/Std.			Motoren		Durchmesser der Triebräder	Anzahl der Lokomotiven	Inbetriebstellung	
gesamt	auf Triebrädern	einstündig	dauernd	einstündig	dauernd	max.	Anzahl	Übersetzung				
103	70	960	800	65	82·5	135	4	*d*	1575	41	1907	**New York, New Haven & Hartford-Bahn.** 11.000 *V*, 25 Per./Sek. Einphasenstrom, 650 *V* Gleichstrom. **Personen- und Frachtlokomotiven.** Motoren und Transformatoren mit künstlicher Luftkühlung.
127	87	1260	1120	48·5	56	72	4	2·32	1600	5	09/10	
127	82	1350	1160	48·5	56	72	2	d_k	1448	1	1910	
106	77	1360	1240	45	56	72	2×4	4·18	1600	40	11/13	









zu einer Einheit verbundene Motoren*) benutzt, die aus Fig. 13 ersichtlich sind. Sie arbeiten über zwei Ritzel auf das federnd mit der Triebachse verbundene Zahnrad, Fig. 14. Die Zwillingsanordnung der Räderübersetzung

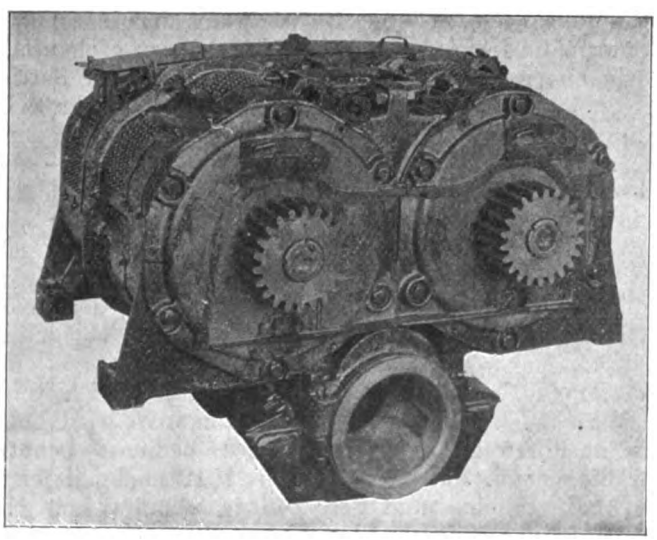


Fig. 13. Einphasenkommutatormotoren in Zwillingsanordnung (Westinghouse Co.).

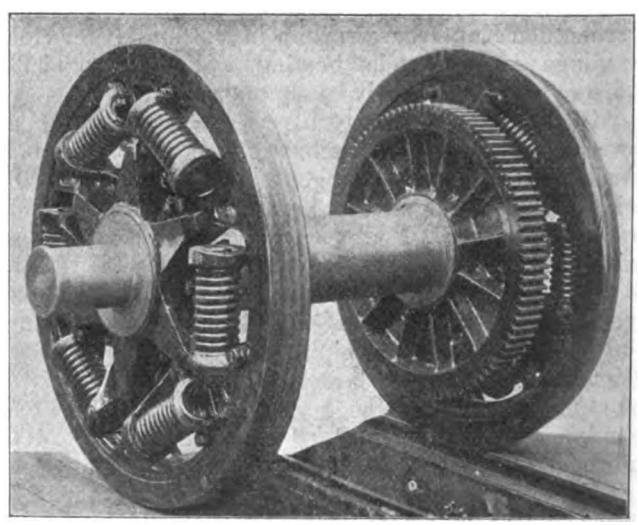


Fig. 14. Federnde Triebachsenverbindung (Westinghouse Co.).

erlaubt eine sehr gute Ausnutzung der axial verfügbaren Baulänge, reduziert den Zahndruck und erlaubt

*) The Electric Journal 1912, Seite 852.

Digitized by Google

die Verwendung einfacher Stirnräder. Trotz der hier benutzten acht Motoren ist das allein für Motoren verbrauchte Gewicht wesentlich günstiger als bei den älteren Ausführungen. Die gegen zuverlässigen Eingriff bei dieser Zwillingsübertragung geäußerten Befürchtungen bewahrheiteten sich nicht, und seit der vor zwei Jahren erfolgten Indienststellung bewähren sich die Lokomotiven sehr gut. Die sechspoligen Motoren sind als kompensierte Reihenmotoren ausgeführt.

Die Energieerzeugung für diese Bahn erfolgt in einem besonderen Kraftwerke direkt als Einphasenstrom mit 11 000 *V* 25 Per./Sek. Die direkte Erzeugung des Einphasenstromes von 11 000 *V* in Turbogeneratoren brachte zuerst mannigfache Störungen mit sich und der Leidensweg, der von der ersten Inbetriebnahme dieser Anlage zur heutigen Vollkommenheit der Einphasenturbogeneratoren führte, war drüben auch ganz der gleiche, den man gelegentlich der Hamburg-Blankenese-Bahn mit den nur 1500 *kVA*, 6500 *V*-Einheiten wandeln mußte.

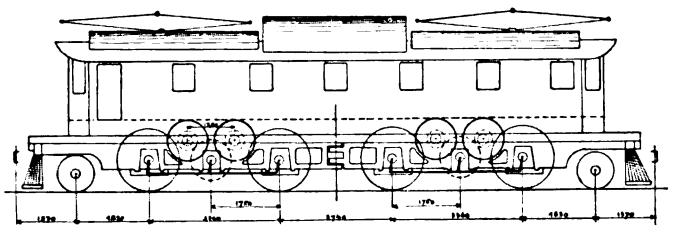


Fig. 15. Norfolk und Western-Bahn (Westinghouse El. Co.). Einphasenstrom 15000 *V*, 25 Per./Sek. 24 Stück im Bau. Einphasentransformator $\frac{15000}{500}$ *V*; Spaltumformer $\frac{\text{einphas.}}{\text{dreiphas.}}$; 4 Stück Induktionsmotoren für Polumschaltung und Kaskadenschaltung. Geschwindigkeitsstufen 11·2, 22·4 und 45 *km*/Std. Normal dauernd 1300 *PS* bei 22·4 *km*/Std.

Die zurzeit am meisten diskutierte Ausführung bildet die Spaltumformerlokomotive *) Fig. 15. Die Norfolk- und Westernbahn hat die Elektrisierung beschlossen und beginnt diese auf der zirka 50 *km* langen, das kohlenreiche Gebirge West-Virginias durchquerenden Strecke. Die 2900 *t*-Züge werden am Westhange, wo sich die Bergwerke befinden, zusammengestellt und sind von da auf den Gebirgskamm über Steigungen von durchschnittlich 1·7% und durch mehrere eingeleisige Tunnelstrecken zu schleppen. Hinter dem etwa auf halber Strecke befindlichen Kamm fällt die Trasse nach Osten stetig ab und steigt erst kurz vor dem jetzt vorgesehenen Anschlußpunkt an die Dampfstrecke nach Norfolk wieder ein wenig an. Die westwärts fahrenden Züge besorgen mit Ausnahme des Personen- und Expreßfrachtverkehres, vorwiegend die Rückstellung der leeren Kohlenwagen. Diese Strecke drängt Nutzbremsung und Energierückgewinnung direkt auf, und nach sehr sorgfältigen Überlegungen und Vergleichsberechnungen, ließ die Spaltumformerlokomotive in Verbindung mit Induktionsmotoren die meisten Vorteile erwarten. Die Energieerzeugung erfolgt in einem Dampfkraftwerke nahe den Kohlengruben, das im ersten Ausbau drei Dampfturbinensätzevon je 9000 *kVA*, 15.000 *V*, 1500 U. p. M. bei 25 Per./Sek. erhält.

Die zurzeit bei der Westinghouse Co. in Ausführung stehenden 24 Stück Lokomotiven sind für eine Dauerleistung von 1300 *PS* bei 22·4 *km*/Std. bestimmt. Zwei solcher Lokomotiven bilden in Vielfacheinheitssteuerung eine Gruppe und je nach Steigung und Zuggewicht werden zwei oder vier Lokomotiven an einem Zuge benutzt.

In jeder Lokomotivhälfte befinden sich zwei Motoren, die ähnlich wie bei den Zwillingsmotoren der neuen New Haven-Lokomotiven mit je einem Ritzel auf das auf der Blindwelle sitzende Zahnrad übertragen. Die Blindwelle ist mittels Seitenstangen mit den Triebrädern verbunden. Drei Geschwindigkeitsstufen sind vorgesehen: eine Anfahr- und Verschiebegeschwindigkeit, in der die Motoren jeder Hälfte in Kaskade geschaltet sind und 11 *km*/Std. liefern, eine Fahrstufe mit 22 *km*/Std., die unter Parallelschaltung der vier Motoren bei achtpoliger Statorschaltung erreicht wird und eine Fahrstufe mit 44 *km*/Std., bei der die Motoren in vierpoliger Statorschaltung parallel liegen.

Wenn wir unter Betrachtung der für Amerika im besonderen geltenden Tatsachen, dem Gleichstromsystem mit normaler und erhöhter Fahrspannung auf den innerhalb bebauten Geländes verlaufenden Strecken und den Überlandbahnen eine gewisse Überlegenheit zuerkennen mußten, so drängt der schwere Gebirgsbetrieb auf das in der Spannung so elastische Einphasensystem. Dieses tritt uns hier nur in einer etwas erweiterten Form entgegen, in der es wohl mit der einfachen Hochspannungsstrecke, nicht aber mit dem Kommutatormotor verkettet erscheint.

Kurz zusammengefaßt, konnten wir als Begründung dafür anführen: 1. Das starre Festhalten an den vorliegenden Frequenzen 60 und 25 Per./Sek., neben denen sich eine dritte, den Kommutatormotor allein und besonders befriedigende Periodenzahl nicht einführen konnte und 2. die bestehenden Überlandwerke machen die Errichtung eigener Bahnzentralen in den meisten jetzt vorliegenden Fällen unwirtschaftlich und lassen in Verbindung mit einem durch die geübte Massenherstellung bedingten Fabrikationskonservatismus die Dreiphasen-Gleichstromumformung und Spannungs-Phasenumformung am vorteilhaftesten erscheinen.

Die Überlandbahnen und die schwere Frachtförderung über Gebirgsstrecken treten in einem allgemeinen Bahnsystem als Grenzfälle auf und für sie erlitt der Kommutatormotor in Amerika das Schicksal des Propheten im eigenen Lande.

Der Fortschritt der Bahnelektrisierung wird nun keineswegs bei diesen Grenzfällen Halt machen und wenn es dazu kommt, ganze Vollbahn- oder Durchgangslinien einheitlich zu elektrisieren, so könnte es vielleicht möglich sein, daß der Kommutatormotor in Amerika wieder in seine Rechte gesetzt wird. Dazu bedarf es aber gewisser Vervollkommnungen hinsichtlich seiner Überlegenheit bei höheren Frequenzen, die meiner Ansicht nach nur durch ein weiteres, die Bahnbeanspruchungen keineswegs außeracht lassendes Studium errungen werden können. Beinahe scheint es, als wäre Zentraleuropa dazu berufen, diese zu schaffen, das, wenngleich auf dem Boden einer besonderen Bahnfrequenz stehend, in der Beherrschung der Vorgänge im Kommutatormotor heute schon einen bedeutenden Vorsprung gewonnen hat.

*) The Electric Journal 1913, Seite 937. Vergl. E. u. M. 1913, Seite 1007, 875 und 1914, Seite 56.

Digitized by Google

Internationale Elektrotechnische Kommission (I. E. C.)*).

Das Spezialkomitee zur Feststellung der Fachausdrücke (Nomenklatur) wurde im Anschluß an den Kongreß von Brüssel im August 1910 gegründet. Das Komitee bestand aus den Herren Prof. Dr. E. Budde, Präsident des deutschen Komitees; E. J. Brunswick, Delegierter des französischen Komitees; Dr. Silvanus P. Thompson, F. R. S., Delegierter des englischen Komitees; Josi M. de Madariaga, Delegierter des spanischen Komitees und Professor Absalon Larsen, Kopenhagen, der den Beratungen zugezogen wurde.

Das Spezialkomitee erhielt die Aufgabe, eine Liste von Fachausdrücken und Definitionen zu vervollständigen, die vom Deutschen Komitee, hauptsächlich in bezug auf elektrische Maschinen, vorgeschlagen wurden. Bei der Aufstellung der Liste von Fachausdrücken hat sich das Komitee von folgenden Gesichtspunkten leiten lassen:

1. Das Hauptziel der Arbeit besteht darin, die einander entsprechenden, für elektrische Maschinen und Apparate am häufigsten gebrauchten Ausdrücke in den verschiedenen Sprachen zusammenzustellen.

2. Die Liste der Fachausdrücke und Definitionen ist auf jene zu beschränken, deren genaue Feststellung für den geschäftlichen Verkehr von Bedeutung ist.

3. Die den verschiedenen Sprachen entsprechenden Definitionen sollen nicht eine gegenseitige wörtliche Übersetzung darstellen, sondern die Bedeutung festlegen, die dem Fachausdruck in der betreffenden Sprache zukommt. Bedingte Zustimmungen müssen besonders verzeichnet werden.

Das Spezialkomitee hatte nur die allgemein gebräuchlichen Ausdrücke zu verzeichnen und es kam ihm nicht zu, bestimmte Ausdrücke zu verwerfen oder neue einzusetzen.

Die Einheitlichkeit der elektrischen Ausdrucksweise läßt es wünschenswert erscheinen, für jeden Gegenstand nur eine einzige Benennung und eine einzige Definition zu gebrauchen, aber die Verwirklichung dieses Projektes erfordert eine Vorbereitungsarbeit, die vom Spezialkomitee nicht ausgeführt werden kann. Ein solches Werk gehört in den Bereich jedes Nationalkomitees. Die Frage der internationalen Einheitlichkeit der Benennungen und ihrer Definitionen muß anderweitig gelöst werden.

Die nachstehende Liste wurde nach eingehenden Vorberatungen der Delegierten in Köln und Paris und nach Begutachtung durch die nationalen Komitees auf dem Berliner Kongreß, September 1913, in französischer und englischer Sprache festgelegt. Gleichzeitig wurde beschlossen, die Definitionen der in dieser Liste enthaltenen Ausdrücke auch in deutscher und spanischer Sprache aufzustellen, was von den bezüglichen nationalen Komitees zu geschehen hatte. Die Festlegung der deutschen Definitionen war die Aufgabe eines engeren Komitees, dem die Herren Budde, Schüler, Schlesinger, Niethammer, letzterer als Vertreter des Österreichischen Elektrotechnischen Komitees, angehörten.

Fachausdrücke	Definitionen
Abgabe, siehe Leistung.	
Anker (einer elektrischen Maschine) Induit *Armature*	Die Gesamtheit der induzierten Windungen nebst Kern und Unterstützung, das heißt der Teil, in dem die EMKe durch elektro-magnetische Induktion erzeugt werden und der den Hauptstrom an die Klemmen liefert oder von ihnen aufnimmt.
Ankerwicklung oder **induzierte Wicklung** Induit *Armature winding*	Die Wicklung, in welcher die EMKe durch elektromagnetische Induktion hervorgerufen werden.
(Im Französischen ist hier „induit" die Abkürzung für „enroulement induit"; das Wort „induit" bezeichnet sowohl die Ankerwicklung für sich wie den ganzen Anker.)	
Asynchronmotor Moteur asynchrone *Asynchronous motor* oder *Nonsynchronous motor*	Wechselstrommotor, dessen Drehzahl nicht in unveränderlichem Verhältnis zu der Frequenz des zugeführten Stromes steht.
Aufnahme, siehe Leistung.	
Belastung, kapazitive Régime capacitif oder Charge capacitive *Capacitive load*	Belastung, bei welcher der Strom der Klemmenspannung vorauseilt.
Belastung, induktive Régime inductif oder Charge inductive *Inductive load*	Belastung, bei welcher der Strom hinter der Klemmenspannung zurückbleibt.
Belastung, induktionsfreie Régime non-inductif oder Charge non-inductive *Non-inductive load*	Belastung, bei welcher der Strom mit der Klemmenspannung in Phase ist.
Betrieb, Dauerbetrieb Service continu oder Service permanent *Continuous running*	Betrieb unter festgesetzten Bedingungen, der solange dauert, daß der stationäre Zustand praktisch erreicht ist.
Betrieb, intermittierender oder **aussetzender Betrieb** Service discontinu oder intermittant *Discontinuous* oder *Intermittent running*	Betrieb unter festgesetzten Bedingungen mit Perioden der Arbeit und der Ruhe, deren Dauer im Einzelfall zu bestimmen ist.
Bremse (Meßgerät) Frein (Instrument de mésure) *Brake* (*Measuring instrument*)	Meßgerät zur Bestimmung eines Drehmomentes unter Verwandlung der mechanischen Arbeit in Wärme.
Bürste Balai oder Frotteur *Brush*	Leitendes Gleitstück, welches die elektrische Verbindung zwischen Teilen, die sich in relativer Bewegung befinden, herstellt.
Bürstenbrücke, Bürstenträger oder **Bürstenstern** Collier porte-balais oder Balancier porte-balais *Brush-rocker* oder *Brush-ring*	Das Gerüst, an welchem die Bürstenhalter befestigt sind.
Bürstenhalter Porte-balais *Brush holder*	Derjenige Teil, welcher die Bürste hält oder führt.
Bürstenneigung oder **Bürstenlage** Inclinaison du balai *Brush-inclination*	Neigungswinkel zwischen der Bürste und der Berührungsfläche.
Bürstenverstellung oder **Bürstenverschiebung** Calage des balais (auch Angle de calage des balais) oder décalage *Brush-lead* (auch *Angle of Brush-lead*)	Der Winkel zwischen zwei Ebenen, die einander in der Achse einer Kommutatormaschine schneiden und von denen die eine durch die Mitte des Bürstenkontaktes, die andere durch die benachbarte neutrale Zone (Linie) geht.
Bürstenvorschub und **Bürstenrückschub** Décalage en avant Décalage en arrière *Forward lead* *Backward lead* *Brush lead forward* *Brush lead backward*	Verschiebung im Sinne oder gegen den Sinn der Rotation.
Dauerbetrieb, siehe Betrieb.	
Direkte Kupplung, siehe Kupplung.	
Drehstromtransformator Transformateur triphasé *Threephase transformer*	Transformator für Drehstrom, dessen elektrische Kreise magnetisch verkettet sind.
Drehzahl Vitesse moyenne de rotation oder nombre de tours par minute *Speed of rotation*	Zahl der Umdrehungen in der Minute.
Durchschlagsfestigkeit, siehe Isolierfestigkeit.	
Durchschlagsspannung Tension disruptive *Disruptive voltage*	Spannung, welche in einem Dielektrikum eine Funkenentladung hervorruft. (Vergl. auch Isolierfestigkeit.)

*) Siehe E. u. M. 1910, Seite 750, 995; 1911, Seite 286, 455, 968; 1913, Seite 150, 232, 835.

Digitized by Google

Dynamo
Dynamo, Génératrice
Generator
Im Deutschen jeder Generator.

(Im Französischen kann auch ein Elektromotor als Dynamo bezeichnet werden, im Englischen wird nur die Gleichstrommaschine Dynamo genannt.)

Eisenverlust
Perte dans le fer
Iron loss
Gesamtverlust an Leistung, der im Eisen infolge der Änderungen des magnetischen Flusses auftritt.

Elektromotor, siehe Motor.

Erregermaschine
Excitatrice
Exciter
Generator, der einen Erregerstrom liefert.

(Die Erregermaschine ist nicht als selbstverständlicher Bestandteil eines größeren Generators aufzufassen; wer einen Wechselstromgenerator mit besonderer Erregermaschine haben will, muß diese Erregermaschine besonders bestellen.)

Erregerspule, Feldspule, Magnetspule
Bobine inductrice, Bobine magnétisante
Bobine d'inducteur
Exciting coil, Field coil
Spule, die bestimmt ist, mittels eines sie durchfließenden Stromes ein magnetisches Feld zu erzeugen.

Erregerstrom
Courant d'excitation
Exciting current
Strom, der die Erregung bewirkt.

(Es kann mehr als ein Erregerstrom in Tätigkeit sein, zum Beispiel bei Compoundwicklungen. In diesem Falle ist der Erregerstrom in jeder einzelnen Wicklung zu bezeichnen.)

Erregung
Excitation
Excitation
a) Herstellung eines magnetischen Feldes (Flusses) mittels eines elektrischen Stromes.
b) Zahl der Amperewindungen, welche den magnetischen Fluß erzeugen (Durchflutung).

(Es wurde darauf hingewiesen, daß Worte wie „Erregung", „Bewegung" und dergl. zweierlei Bedeutung haben. Einmal bezeichnen sie einen Vorgang allgemein qualitativ, das andere Mal eine Quantität, welche bei dem Vorgang ins Spiel kommt; daher die doppelte Definition.)

Feldspule, siehe Erregerspule.

Frequenz
Fréquence
Frequency
Anzahl der Perioden in einer Sekunde.

Frequenzwandler
Transformateur de fréquence
Frequency changer
Maschine oder Apparat zur Umwandlung elektrischer Wechselströme von gegebener Frequenz in solche von anderer Frequenz.

Generator
Génératrice
Generator
Maschine, welche mechanische Leistung in elektrische umwandelt.

(Es wird darauf aufmerksam gemacht, daß im Französischen das Wort „Générateur" einen viel allgemeineren Sinn hat, als „Génératrice"; es umfaßt auch Akkumulatoren und Dampfkessel.)

Gesamtverlust
Perte totale
Total loss
Unterschied zwischen Aufnahme und Abgabe.

(Der Verlust ist in Watt auszudrücken, der Gesamtverlust zerfällt in Eisen-, Kupfer- und mechanische Verluste.)

Gleichstrommaschine
Machine à courant continu
Continuous current machine (eventuell *Dynamo*)
Generator oder Motor für Gleichstrom.

(Über die Definition herrscht Einverständnis, insbesondere auch darüber, daß Motoren inbegriffen sind. Das eingeklammerte Wort „Dynamo" gilt nur für Generatoren.)

Hystereseverlust
Perte par hystérésis
Hysteresis loss
Eisenverlust, der auf der magnetischen Hysterese beruht.
(Ist im allgemeinen in Watt auszudrücken.)

Induktive Belastung siehe Belastung.

Induktionsfreie Belastung siehe Belastung.

Isolierung
Isolation
Insulation
a) Der Prozeß des Isolierens.
b) Der Stoff, welcher als Mittel zum Isolieren dient.
c) Die Qualität, welche aus dem Prozeß *a*) hervorgeht.
(Im Deutschen ist das Wort „Isolation" zu vermeiden.)

Isolierfestigkeit Durchschlagsfestigkeit
Tension de rupture
Disruptive voltage
Eigenschaft eines Dielektrikums, einer Spannung zu widerstehen.
(Wird gemessen durch die Durchschlagsspannung.)

Spezifische Isolierfestigkeit; Spezifische Durchschlagsfestigkeit oder **-spannung**
Rigidité diélectrique
Dielectric rigidity oder *Dielectric strength*
Die Isolierfestigkeit ausgedrückt in Volt pro *cm* unter festgelegten Bedingungen.

(Man beachte, daß die „Rigidität" im Englischen sowohl wie im Französischen stets die spezifische Durchschlagsfestigkeit ist.)

Isolationswiderstand
Résistance d'isolement
Insulation resistance
Ohmscher Widerstand eines isolierenden Körpers (auszudrücken in Megohm).

Kapazitive Belastung, siehe Belastung.

Kommutator, Kollektor bei Maschinen
Collecteur
Commutator (in machines)
Körper aus voneinander isolierten und mit den einzelnen Wicklungsabteilungen des Ankers leitend verbundenen Lamellen (Segmenten), auf denen die Bürsten schleifen.

Kompoundieren
Im Französischen ist hiefür kein technischer Ausdruck vorhanden, man muß den Begriff durch seine Definition ausdrücken: „Appliquer une excitation composée à une machine"
To compound
Eine Compoundwicklung anwenden.

Gegenkompoundierung
. . . . . .
Differential compounding
Ist vorhanden, wenn die zwei Teile einer Compoundwicklung sich entgegenwirken.

(Im Französischen ist dies auszudrücken durch: „Appliquer une excitation composée differentielle".)

Überkompoundiert
Der französische Fachausdruck fehlt
Overcompounded
Ein Generator mit Compoundwicklung heißt übercompoundiert, wenn die Klemmenspannung mit der Belastung wächst.

Kompoundwicklung
Enroulement composé, Enroulement compound, Enroulement oder Dispositif d'excitation composée
Compound winding
Aus zwei Teilen bestehende Erregerwicklung, deren einer Teil vom Hauptstrom der Maschine durchflossen wird, während der andere Teil als Nebenschlußwicklung an den Klemmen der Maschine liegt oder von einer fremden Stromquelle gespeist wird.

Kreisfrequenz
Vitesse de pulsation
Angular frequency
2π mal Frequenz.

Kupferverlust
Perte dans le cuivre
Copper loss
Gesamtverlust an Leistung, der als Wärme im Kupfer einer Maschine oder eines Apparates auftritt.
(Die Strahlungsverluste kommen dabei nicht in Betracht.)

Kupplung schlechthin, **direkte Kupplung**
Accouplement direct
Direct coupling
Mechanische Verbindung zweier Achsen Ende auf Ende.

Leerlauf
Fonctionnement à vide oder Service à vide
Running light
Gang ohne Belastung mit oder ohne Erregung.

Leistung
Puissance
Power
Auf die Zeiteinheit bezogene Arbeit.

Leistung schlechthin ist **abgegebene Leistung;** ebenso im Englischen
Power simpliciter=output

Digitized by Google

Leistung, abgegebene (Abgabe)
Französisch auszudrücken durch:
Puissance disponible électrique aux bornes d'une génératrice ou d'un transformateur; mécanique sur l'arbre d'un moteur: auch Puissance restituée
Output

Leistung, aufgenommene (Aufnahme)
Puissance fournie
Input

(Der französische Fachausdruck ist neu geschaffen; bisher mußte im Französischen die Definition in extenso zur Bezeichnung des Begriffes gebraucht werden: Puissance fournie à un generateur (transformateur) ou aux bornes d'un moteur. Der dem Deutschen naheliegende Ausdruck puissance absorbée hat eine wesentlich andere Bedeutung.)

Leistung, mittlere
Puissance Moyenne
Mean power
Quotient aus der Arbeit und der Zeit, in welcher die Arbeit geleistet wurde.

— momentane
Puissance instantanée
Instantaneous power
Grenzwert der Leistung für einen unendlich kleinen Zeitraum.

Leistungsfaktor für einen bestimmten Stromkreis
Facteur de puissance appliqué à un circuit donné
Power-factor, applied to a given circuit
Verhältnis der wirklichen Leistung, die einem von periodischen Strom durchflossenen Leiter zugeführt wird (Watt), zu der Scheinleistung (Voltampere) in demselben Leiter. Falls Spannung und Strom in Sinusform verlaufen, ist der Leistungsfaktor cos φ.

Lieferungsbedingungen (Lastenheft)
Cahier des charges
Conditions of contract
Bedingungen, welche zwischen dem Lieferanten und dem Abnehmer vereinbart sind.

Momentanleistung, siehe Leistung.

Motor, Elektromotor
Moteur, Electromoteur
Motor, Electromotor
Maschine, welche elektrische Energie in mechanische umwandelt.

Motorgenerator
Moteurgénérateur oder Convertisseur
Motorgenerator
Gruppe aus zwei oder mehr direkt gekuppelten elektrischen Maschinen, von denen wenigstens eine ein Motor und eine ein Generator ist.

(Im Englischen und Französischen ist die Bezeichnung als Motorgenerator nicht zulässig, wenn die beiden Teile der Gruppe indirekt miteinander verknüpft sind. Dementsprechend wurde auch der Fall der indirekten Kupplung im deutschen Text ausgeschlossen.)

Netz
Réseau
Network
System von zusammenhängenden Leitern, die zur Verteilung elektrischer Energie dienen.

Neutrale Zone, siehe Zone.

Parallelarbeiten
Marche en parallèle
Parallel running
Stabiler Betrieb in Parallelschaltung.

Phasenspannung, siehe Spannung.

Schleifring
Bague
Slipring
Leitender Ring, der durch die Vermittlung von Bürsten die elektrische Verbindung zwischen zwei relativ gegeneinander bewegten Leitern herstellt.

Schlüpfung
Glissement
Slip
Differenz zwischen der Drehungsgeschwindigkeit, welche dem Synchronismus entspricht und der wirklichen Drehungsgeschwindigkeit des rotierenden Teils, dividiert durch die Synchrongeschwindigkeit.

(Wird gewöhnlich in Prozenten ausgedrückt.)

Spannung
(bei Drehstrommaschinen)
Tension
Voltage
Man unterscheidet

a) **Klemmenspannung** oder **Spannung** schlechthin
Tension aux bornes
Line voltage oder
Voltage between terminals
Spannung zwischen zwei Hauptklemmen einer Maschine oder zwischen zwei Hauptleitungen.

(Bei Sternschaltung gleich verkettete Spannung, bei Dreieckschaltung gleich Spannung einer Phase.)

b) **Sternspannung**
Spannung zwischen dem Nullpunkt und einer Hauptklemme oder einer Hauptleitung.

c) **Spannung einer Phase**
Bei Sternschaltung gleich Sternspannung, bei Dreieckschaltung gleich Klemmenspannung.

Synchronismus
Synchronisme
Synchronism
Gleichheit der Frequenz.

(Schließt die Phasengleichheit nicht ein.)

Synchronmotor
Moteur synchrone
Synchronous motor
Ein Motor, dessen Drehzahl in einem unveränderlichen Verhältnis zur Frequenz des zugeführten Stromes steht.

Temperaturkoeffizient
Coefficient de température
Temperature coefficient
Abgekürzter Ausdruck für: Änderungsverhältnis einer Eigenschaft (wie Widerstand, EMK, Permeabilität usw.) mit der Temperatur.

(Man bemerke, daß im Deutschen das Wort „Temperaturkoeffizient", wenn es ohne nähere Zusatzbestimmung gebraucht wird, den Temperaturkoffizienten des Widerstandes elektrischer Leiter bedeutet.)

Transformator
Transformateur
Transformer
Wechselstromapparat ohne dauernd bewegte Teile, in welchem die Erscheinungen der elektromagnetischen Induktion benutzt werden, um die elektrische Leistung, welche in eine primäre Wicklung eingeführt wird, auf eine sekundäre Wicklung zu übertragen.

Übergangswiderstand
Résistance au contact
Contact résistance
Anscheinender Widerstand, der an der Berührungsfläche zwischen zwei Leitern einen Leistungsverlust verursacht (zum Beispiel zwischen Bürsten und Kommutator oder Schleifring).

Übercompoundieren, siehe Compoundieren.

Überlastung
Surcharge
Overload
Belastung, welche die normale überschreitet.

Überlastung, zulässige
Surcharge admissible
Permissible overload
Diejenige Überlastung, die von Maschinen oder Apparaten unter anzugebenden Bedingungen ertragen wird.

Umformer
. . . . . .
Converter
Maschine, bei der die Umformung elektrischer in elektrische Leistung in einem Anker stattfindet.

(Im Englischen entspricht das Wort „Converter" dem deutschen „Umformer"; eine nähere Bezeichnung wird nach Bedürfnis gegeben durch die Zusätze „one winding" oder „two windings".)

Im Französischen gibt es keine gemeinsame Bezeichnung für Umformer mit einer Wicklung und solche mit zwei Wicklungen. Es heißt der

Umformer mit einer Wicklung
Commutatrice
und der
Umformer mit zwei Wicklungen
Convertisseur à double Enroulement oder Transformateur rotatif

Ventilationsverlust
Perte par ventilation
Windage loss
Leistungsverlust durch Luftreibung.

Digitized by Google

Versuchsraum, Prüfraum, Prüffeld
Laboratoire d'essais
Plateform d'essais
Test-House, Testing Laboratory

Raum, der für Prüfungen und Versuche bestimmt ist.

Prüfrost
Plateform d'essais
Test-bed

Grundplatte zum Aufstellen der zu prüfenden Maschinen und Apparate.

Wechselstromgenerator
Alternateur
Alternator

Generator zur Erzeugung von Wechselströmen. (Die Phasenzahl ist im Einzelfall anzugeben; die Wechselstrommaschine kann als einphasig, zweiphasig, dreiphasig usw. bezeichnet werden. Statt dreiphasige Maschine ist im Deutschen das Wort Drehstrommaschine zulässig. Der Ausdruck Wechselstrommaschine schließt den Erreger, der zur Maschine gehört, nicht ein.)

Wechselstrommotor
Alternomoteur
Alternomotor

Motor, der mit Wechselstrom betrieben wird. (Bezüglich Phasenzahl siehe Wechselstromgenerator.)

(Im Englischen ist die Bezeichnung „Alternate Current Motor", in der Abkürzung „A. C. Motor" vielfach im Gebrauch.)

Wendepol
Pole auxiliaire oder Pole de commutation
Interpole, Auxiliary pole oder *Commutating pole*

Hilfspol, welcher dazu dient, die Kommutierung zu unterstützen.

Wicklung
Enroulement
Winding

Ein System von elektrisch zusammenhängenden Leitern, welche demselben Organ einer Maschine oder eines Apparates angehören.

Widerstandszunahme
Accroissement de résistance
Increase of resistance

(Der Begriff ist dem Spezifikationsausschuß zu näherer Bestimmung überlassen, doch wird jetzt schon darauf hingewiesen, daß im Deutschen und im Holländischen die Widerstandszunahme schlechthin diejenige Änderung des Widerstandes bezeichnet, welche durch den Betrieb herbeigeführt wird.)

Wirbelstromverlust
Perte par courants de Foucault
Eddy current loss

Wirkungsgrad (von Maschinen und Transformatoren)
Rendement
Efficiency

Verhältnis der nutzbar abgegebenen Energie (Abgabe) zu der zugeführten Energie (Aufnahme), einerlei, ob diese Energie in mechanischer oder elektrischer Form zu- und abgeführt wird.

Zone, neutrale
Ligne neutre, Zone oder Region neutre
Neutral line, point oder *zone*

Diejenige Stelle eines Kommutators, an der bei leerlaufender Maschine die Spannung zwischen zwei benachbarten Lamellen praktisch Null ist.

(„Zone neutre" und „Neutral zone" im Französischen und Englischen werden neuerdings zu ausschließlicher Benutzung empfohlen.)

Zusatzmaschine, Zusatztransformator

a) Survolteur
Booster, auch *Milker*

Maschine oder Transformator, die so in einen Stromkreis eingeschaltet sind, daß sie dessen Spannung erhöhen.

b) Dévolteur
Negative booster
auch *Crusher*
(letzteres namentlich in Amerika.)

Maschine, welche zur Herabsetzung der Spannung eines Stromkreises dient.

c) Survolteur-Dévolteur
Differential booster

Maschine, welche die Spannung in einem Stromkreis sowohl erhöhen als herabsetzen kann.

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Unreiner Dampf. Dr. Ing. F. Döhne. Der Verfasser verweist einleitend auf die Nachteile, die sich neben den bekannten Vorteilen bei den heute stark verbreiteten Hochleistungs- und Steilrohrkesseln im Betriebe ergeben. Diese Nachteile bestehen hauptsächlich in einer gesteigerten Empfindlichkeit bei schlechtem Speisewasser und in dem geringen Wasserinhalt, der bei stoßweise vor sich gehender Dampfentnahme leicht störende Druckschwankungen zur Folge hat. Selbst bei gleichmäßigem Betrieb ist mit nassem Dampf zu rechnen. Bei angestrengtem Kesselbetrieb kann durch die heftigen Wallungen des Wassers im Oberkessel eine geregelte Dampfabgabe überhaupt unmöglich gemacht werden. Wenn sich der Inhalt des Kessels mit Salzen angereichert hat, kann man häufig ein „Spucken" der Kessel beobachten.

Ein hoher Salzgehalt bewirkt Siedeverzüge und Überschäumen, wobei große Wassermengen in den Überhitzer getrieben werden können. Bei Überlastung und schwankender Dampfentnahme können diese Wassermengen sogar so beträchtlich sein, daß der Überhitzer nicht imstande ist, sie ganz zu verdampfen. Die Folge davon sind Wasserschläge, die oft Zerstörungen der Maschinen herbeiführen. Bei unreinem Speisewasser, was mit Ausnahme von destilliertem Wasser auch bei chemischer Vorreinigung immer mehr oder weniger der Fall ist, bilden sich aus dem in den Überhitzer übergerissenen Wasser Ausscheidungen, die je nach der Beschaffenheit des Speisewassers aus Schlamm, Kesselsteinbildnern oder Salzen bestehen. Diese Ausscheidungen setzen sich an den Rohrwandungen fest und beeinträchtigen die Wärmeübertragung oft so stark, daß die Überhitzerrohre zum Ausglühen kommen.

Häufig werden solche Ablagerungen von dem Dampfstrom bis zu den Maschinen getragen, wo sie allerlei Zerstörungen verursachen, wie zum Beispiel große Abnutzungen an den Düsen und Schaufeln von Dampfturbinen, starken Verschleiß der Kolben, Kolbenringe oder Zylinderlaufflächen bei Kolbendampfmaschinen, ja sogar bei größeren Ansammlungen, Anlaß zu Brüchen geben können. Auch wird bei Kolbendampfmaschinen oft durch die in den Zylinder getragenen Ausscheidungen eine Verseifung des Schmieröls und ein Fressen der auf einander gleitenden Teile hervorgerufen. Der Verfasser illustriert dies mit zwei Beispielen aus der Praxis. In dem einen Fall platzten bei einer Anlage von drei nebeneinander liegenden Wasserrohrkesseln kurze Zeit nach der Inbetriebsetzung, mehrere Überhitzerrohre und die Untersuchung ergab eine Ausglühung fast sämtlicher Überhitzerschlangen dadurch, daß dieselben immer mit einer harten Kruste bedeckt waren, die in der Nähe des Eintrittsammelkastens ungefähr 2 *mm* stark war.

In größerer Entfernung vom Oberkessel hatte sich eine graue Masse abgesetzt, die einzelne Rohre fast völlig verstopfte. Bis zum Wasserabscheider der Dampfturbine fanden sich Ablagerungen vor. Eine Untersuchung dieser Ablagerungen ergab, daß dieselben zum größten Teil aus Kochsalz und Glaubersalz bestanden, daher sich keinesfalls mit dem Wasser verflüchtigen konnten. Man mußte vielmehr annehmen, daß diese Ausscheidungen nur aus dem Wasser stammen, das aus dem Kessel mit dem Dampf in den Überhitzer und in die Rohrleitungen gelangt ist. Der Teil der Salze, der von dem überhitzten Dampf bis zu den Maschinen getragen worden war, befand sich in pulverförmigem Zustande. Es wurde dadurch Abhilfe geschaffen, daß vor dem Überhitzer ein querliegender Behälter angeordnet wurde, in dem der Dampf Gelegenheit hat, sich von Wasser und Schlamm zu befreien. Außerdem wurde unmittelbar vor dem Behälter in die Leitung noch ein Wasserabscheider eingebaut.

Ein zweiter Fall betrifft eine Kolbendampfmaschinenanlage. Der zugehörige Kessel ist ein Steilrohrkessel, dessen Speisewasser durch Zusätze von Soda und schwefelsaurer Tonerde vorgereinigt wird. Die Dampfmaschine ist eine liegende Zweikurbelverbundmaschine. Einige Wochen nach der Inbetriebsetzung zeigten sich auf der Hochdruckseite außerordentlich große Abnutzungen an den Laufflächen des Zylinders, des Kolbenkörpers und der Kolbenringe. Eine zunächst vorgenommene Steigerung der Ölzufuhr brachte keine Abhilfe. Bei genauer Untersuchung des Hochdruckzylinders und des vor ihm angeordneten Wasserabscheiders, fand man größere Mengen von weißen und braunen Rückständen. Die ersteren hatten sich an mitten im Dampfstrom liegenden Körpern, zum Beispiel an den Enden der Thermometer, die letzteren vor allem in dem an den Wasserabscheider angeschlossenen Kondensationstopf, ferner in den Ecken der Ventilkästen der Maschine, in dünner Kruste auch am Hochdruckkolben und hinter seinen Dichtungsringen abgelagert. Der weiße Stoff bestand im wesentlichen aus Kochsalz und Sand. Der

Digitized by Google

braune Stoff bestand fast zur Hälfte aus Gips, neben beträchtlichen Mengen von kohlensauren Erden.

Aus der Zusammensetzung dieser Rückstände geht einwandfrei hervor, daß auch in diesem Falle größere Mengen von Wasser aus dem Kessel übergerissen wurden und ein heftiges und wiederholtes Überschäumen des allmählich mit Salzen angereicherten Kesselinhaltes stattfand. Diese Verunreinigungen verursachten nun den außerordentlichen Verschleiß des Hochdruckkolbens und seiner Ringe. Abhilfe wurde geschaffen durch die Anordnung eines größeren Dampfsammlers auf dem Kessel und durch eine richtige Bemessung der für die Vorreinigung des Speisewassers benutzten Stoffe. Aus den angeführten Beispielen muß man folgern, daß bei auffälligen Abnutzungen von aufeinander gleitenden Innenteilen einer Maschine nicht ohne weiteres der Bauart der einzelnen Teile oder der Beschaffenheit des Schmieröles die Schuld gegeben werden darf, sondern daß es als ebenso wichtig geprüft werden muß, ob nicht unreiner Dampf die Abnutzungen hervorruft.

Um die Unzuträglichkeiten, die mit der Verwendung unreinen Dampfes verbunden sind, zu vermeiden, muß den Maßnahmen zur Verhütung des Überreißens von Wasser aus dem Kessel in den Überhitzer und die Dampfleitungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die Wasser- und Dampfräume müssen insbesondere bei stoßweise erfolgender Dampfentnahme gehörige Abmessungen erhalten. Der Wasserumlauf muß auch bei den höchsten Leistungen vollkommen geregelt sein und die Abführung des Dampfes muß an einer Stelle erfolgen, die vor dem Spritzwasser des durch die aufsteigenden Dampfblasen in heftige Wallungen geratenen Kesselinhaltes geschützt liegt. Fangbleche und Blecheinbauten im Oberkessel führen meist nicht zum Ziel. Ein wirksames Mittel zur Erzielung von trockenem Dampf ist bei mäßig beanspruchten Kesseln ein domförmiger Aufbau. Bei stark beanspruchten Kesseln genügt auch dieser nicht und hat sich in diesem Falle die Zwischenschaltung eines Behälters in die Leitung vom Oberkessel zum Überhitzer gut bewährt. Zur Sicherheit kann man in diese Leitung noch einen Wasserabscheider einbauen, der durch plötzliche Ablenkung des Dampfstroms ebenfalls eine Entwässerung zustande bringt.

Bei Einhalten aller dieser Vorsichtsmaßregeln und der oben aufgestellten Forderungen, dürfte man im allgemeinen von Schädigungen durch unreinen Dampf verschont bleiben.

(Z. d. V. D. I., 7. 2 1914.)

Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger.

Der Betrieb von Gasolinmaschinen mit Kerosen. G. A. Richter und B. L. Pierce. Im chemischen Ingenieurdepartement des Massachusetts Institute of Technology wurde vor kurzen der Versuch unternommen, Maschinen, die für den Betrieb mit Gasolin (das aus Petrolnaphtha gewonnen wird) bestimmt sind, auch mit Kerosen (Leuchtpetroleum) arbeiten zu lassen. Erfahrungsgemäß bereitet die Verwendung von Kerosen eine große Schwierigkeit durch den Niederschlag von Kohlenstoff, der sich in den Zylindern absetzt, wenn die Maschine großen Schwankungen in der Geschwindigkeit und Belastung unterworfen ist. Dieser Niederschlag hat eine unvollständige Verbrennung und starke Zylindererwärmung zur Folge.

Wird jedoch bei der Einführung von Kerosen gleichzeitig Wasser eingespritzt, so wird die Zylindertemperatur verringert, der Niederschlag von Kohle durch die feuchte Oberfläche der Zylinderwand erschwert und durch den entstehenden Wasserdampf im Wege des Auspuffs entfernt und schließlich die Explosionswirkung gemildert, also die Lebensdauer der Maschine verlängert.

Bei dem im Versuchslaboratorium für angewandte Chemie des genannten Instituts vorgenommenen Versuch wurde eine einzylindrige Viertaktmaschine verwendet, die mit einem Nebenschlußgenerator direkt gekuppelt war. Die Maschine leistete 5·5 *PS* bei 650 Touren und 3%iger Regelung. In das auf 50° C gehaltene Einlaßrohr zur Maschine mündeten je eine mit dem Karburator für das Kerosen bezw. den Wasserzerstäuber versehene Zweigleitung. Man ließ die Maschine zuerst mit Gasolin allein, dann mit Kerosen allein und schließlich mit Kerosen und Wassereinspritzung arbeiten.

Aus den Diagrammen geht hervor, daß der günstigste Wirkungsgrad sich bei einem Gewichtsverhältnis von Wasser zu Kerosen = 0·22 ergibt. Des weiteren wurde festgestellt, daß durch die Wassereinspritzung 82% des Kohlenniederschlages, der beim Betrieb mit Kerosen allein auftritt, vermieden und daß sogar der Niederschlag, der von einem früheren Versuch mit Kerosen allein sich gebildet hat, zum größten Teil gelöst und entfernt wird. Werden dem Wasser oxydierende Stoffe beigefügt, so kann der Niederschlag noch weiter verringert werden; zum Beispiel ergab eine 25%ige Lösung von Ammoniumnitrat eine Abnahme des Niederschlages um 88%.

Eine genaue Einhaltung des angegebenen Verhältnisses von 0·22 erwies sich als nicht erforderlich. Die Wassereinspritzung war innerhalb der Grenzen von eindrittel bis zur vollen Belastung von dem gleichen Erfolg begleitet.

(Scientific American Supplement, 10. 1. 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Der Kaskadeninduktionsmotor. L. I. Hunt. Es wird die Entwicklung dieses bekannten*) Motors beschrieben, dessen Stator aus zwei oder mehreren parallelgeschalteten Wicklungen besteht, die mit dem Anlaßwiderstand verbunden werden, während der Rotor eine Haupt- und eine Hilfswicklung besitzt, deren Windungszahl in einem bestimmten Verhältnis zueinander steht. Als Nachteil gilt der niedrige Leistungsfaktor und geringe Überlastungsfähigkeit, die jedoch durch eine gleichartige Verteilung der Erregung auf Stator und Rotor wesentlich verbessert werden konnten. Es wird das Schaltungs- und Wicklungsschema der Motoren für ein- oder mehrere Geschwindigkeitsstufen beschrieben und eine Reihe von Versuchsergebnissen mitgeteilt. Bei dem Motor für zwei Geschwindigkeiten werden die beiden Rotorwicklungen in Δ/Y-Schaltung miteinander verbunden, wobei die Δ-Wicklung für die halbe Polzahl gewickelt ist. Während bei der alten Bauart mit einer Erregerwicklung ein $\cos\varphi = 0{\cdot}81$ erreicht wurde, kann derselbe bei Verwendung einer Hilfserregung am Rotor auf 0·87 erhöht werden. Beim Motor für zwei Geschwindigkeiten (Δ/Y) mit Rotorwiderstand konnte ein $\cos\varphi = 0{\cdot}9$ erreicht werden. Beim Motor für drei Geschwindigkeiten ist jede Phase der Statorwicklung in zwei Gruppen unterteilt, deren zweite die doppelte Polzahl besitzt und mit der ersten parallel oder in Reihe geschaltet werden kann; der Rotor ist wie bei dem Motor für zwei Geschwindigkeiten in Δ/Y = Schaltung gewickelt.

Ein solcher Motor für 400 *PS* maximal bei 2200 *V*, 25 Perioden zum Antrieb eines Luftkompressors mit 10 Haupt- und 20 Hilfspolen, zeigte bei 100, 150 und 300 U. p. M. eine Leistung von 100, 150 und 300 *PS*, bei einem Wirkungsgrad von 85 bis 92% und einem Leistungsfaktor von 0·75 bei 30 Polen (10 + 20 in Reihe) bezw. 100 U. p. M., von 0·88 bei 20 Polen bezw. 150 U. p. M. und von 0·95 bei 10 Polen bezw. 300 U. p. M.

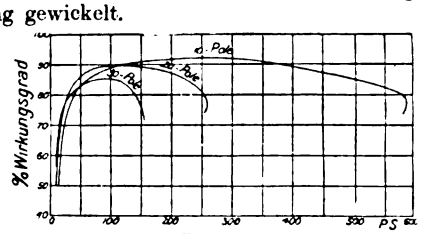


Fig. 1*a*.

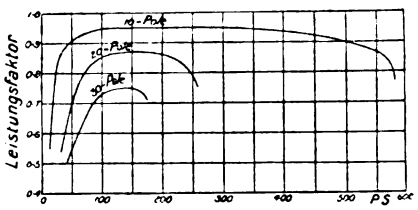


Fig. 1*b*.

Die zugehörigen charakteristischen Kurven sind in Fig. 1a und 1b dargestellt. (Journ. of I. E. E., 16. 3. 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Mehrlichtbegrenzer). H. Stafford Hatfielt. Strombegrenzer haben bekanntlich den Zweck, bei Pauschalanlagen das Brennen von nichtpauschalierten Lampen zu verhindern; will aber der Konsument zu besonderen Zeiten länger oder mehr Lampen brennen, so muß er den Apparat durch Münzeinwurf außer Tätigkeit setzen. Anders eine neue von Schott & Gen., Jena, ausgeführte Konstruktion. Der Gaskörper *A* (Fig. 2 *a*) enthält die zweiteilige

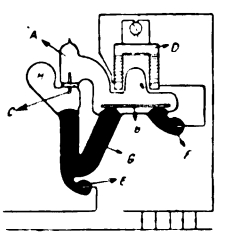


Fig. 2*a*.

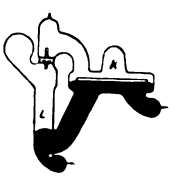


Fig. 2*b*.

Quecksilberfüllung *F*, *G*, die durch das Eisenstäbchen *B* überbrückt ist. Bei Mehrverbrauch zieht der Hauptstrommagnet *D* das Stäbchen *B* an und unterbricht den Strom. Will man weiter brennen lassen, so kippt man den Apparat im Uhrzeigersinn um 90° und bringt ihn wieder in die Ausgangslage; dann nimmt das Quecksilber die in Fig. 2 *b* dargestellte Lage ein, bei der das Gas in *L* unter

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 278, und 1907, Seite 557.
**) Vergl. E. u. M. 1912, Seite 670.

Digitized by Google

Druck steht und ein Anziehen des Eisenankers keine Unterbrechung mehr hervorruft. Das Gas in L diffundiert nur langsam durch den porösen Pfropfen C, worauf sich allmählich der frühere Zustand herstellt, und zwar in einstellbarer Zeit von 8 bis 12 Stunden. Die Zahl, wie oft diese Umschaltung erfolgt ist, kann an dem Apparat abgelesen werden; ist die bedungene Zahl erreicht, so wird der Apparat an der Drehung gehindert und muß von einem Beamten wieder eingestellt werden, was nur ein- bis zweimal im Jahre zu geschehen braucht. (E. T. Z. Heft 11, 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Untersuchungen an Hitzdraht-Amperemetern für Hochfrequenzströme. J. H. Dellinger. Bei Hochfrequenzinstrumenten für radiotelegraphische Zwecke kommt die thermische und induktive Wirkung des Stromes in Betracht; es wurden zu diesem Zwecke verschiedene Typen untersucht, sowohl mit niederer als hoher Frequenz, wobei das zu untersuchende Instrument in Reihe mit einem Vergleichsamperemeter geschaltet war. Die Prüfschaltung ist in Fig. 3 dargestellt. Hierin bezeichnet A einen mit Wechselstrom

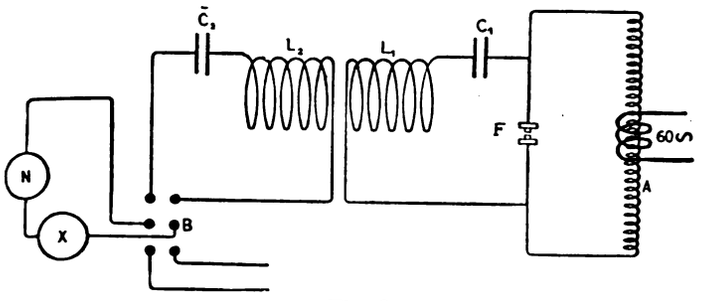


Fig. 3.

von 60 Perioden gespeisten Transformator, F die Funkenstrecke, B den Umschalter für hohe oder niedrige Frequenz, N und X das Vergleichs- und Prüfinstrument, C_1 C_2 die Kondensatoren und L_1 L_2 die Induktanzen der beiden Schwingungskreise.

Die Untersuchungen erstreckten sich hauptsächlich auf drei Typen: Das Hitzdrahtamperemeter mit mehreren Paralleldrähten, das nebenschlußfreie Hitzdraht- und das Bandamperemeter. Beim Paralleldrahtamperemeter müssen zufolge der hohen Selbstinduktion Drähte von hohem Widerstand verwendet werden und die Drähte symmetrisch angeordnet sein; bei dem Bandinstrument ist die Form und Anordnung der Klemmen von Bedeutung. Zusammenfassend ergeben die Versuche folgendes: Der Stromkreis muß die einfachste Form haben, bei Verwendung möglichst dünner, gerader Zuleitungsdrähte. Bei hohen Frequenzen ist die Kapazitätsverteilung von größter Bedeutung und können Fehler bis zu 5% hiedurch entstehen. Änderungen der Stromverteilung sind bei Frequenzen von 1 bis 1·5 Millionen pro Sek. nur bei geringem Widerstand zu beobachten; bei höheren Frequenzen bleibt die Stromverteilung unveränderlich. Die berechneten Werte der Selbstinduktion stimmen mit den beobachteten bei kurzen Drahtlängen gut überein. Untersuchungen über die Stromverteilung in dünnen Metallbändern zeigen die günstige Wirkung des Skineffektes im Vergleich mit Runddrähten. Die meisten Fehler werden durch die gegenseitige und Selbstinduktion der Drahtelemente verursacht. Die Wirkung der Wirbelströme kann bei geeigneter Leiteranordnung vernachlässigt werden. Die Verwendung von Metallen von hohem spezifischen Widerstand ist das beste Mittel zur Vermeidung der Fehler. Die richtige Anordnung der Zuleitungen ist beim Hitzdrahtinstrument von großer Bedeutung; die induktive Wirkung kann durch rechtwinklige Anordnung der Zuleitung gegen das Instrument vermieden werden. Die Fehlergrenze bei Hitzdrahtamperemetern hängt von der Stromverteilung an den Klemmen (bei möglichst hohem Eigenwiderstand) ab. Die beste Anordnung der Drahtelemente ist die äquidistante Verteilung an Zylinderoberflächen, wobei die Drahtzuführungen an den Mittelpunkt der Endflächen angelegt werden. Als Elemente kann man dünnen Draht, Bänder oder Röhrchen verwenden. Eine Hauptfehlerquelle ist die Ungleichheit des Widerstandes der Elemente, namentlich bei niedrigen Frequenzen. Die Änderungen der Stromverteilung sind in der Regel für die Fehlergröße von größerer Bedeutung als Änderungen des Widerstandes. Die Empfindlichkeit der Hochfrequenzinstrumente hängt von mehreren Faktoren ab, die in der Regel mit den angegebenen Fehlerquellen übereinstimmen. (Bull. Bureau of Standards, Vol. 10, Nr. 1, 1914.)

Die Wahl der richtigen Zählertypen in Gleichstromwerken. R. Ziegenberg. Die Vor- und Nachteile von Amperestundenzählern und Wattstundenzählern lassen sich kurz wie folgt zusammenstellen: Der Amperestundenzähler ist billiger, er hat keinen Eigenverbrauch und keinen Leerlauf, er ist einfach in der Konstruktion und Bedienung und wird durch äußere Felder nicht beeinflußt. Dem stehen die geringe Empfindlichkeit beim Anlaufen und die Ungenauigkeit bei schwachen Belastungen, dann die Unempfindlichkeit gegen Spannungsschwankungen und die Veränderungen im Gebrauch entgegen. Der Wattstundenzähler mißt jedoch, wenn auch der höhere Preis, der stete Verbrauch im Nebenschluß und die Beeinflussung durch äußere Felder nachteilig empfunden werden, sehr genau auch schwache Belastungen und zeigt größere Konstanz.

Der Verfasser bespricht die Eigenschaften der beiden Zählertypen und insbesondere wie die Vor- und Nachteile zu bewerten sind. Ein Gleichstrom-Wattstundenzähler verbraucht 15 Milliampere im Nebenschluß, also bei 110 V im Jahr 15 kWh und bei 220 V sogar 30 kWh, also 2000 Zähler eines Netzes 30 000 bis 60 000 kWh. Dieser Verbrauch ist aber nicht mit dem Verkaufspreis des Stromes zu bewerten*), sondern nur mit den direkten Betriebskosten der Zentrale, also 3·6 h pro kWh, das macht für alle 2000 Zähler im Jahr K 1000 bis 2200 aus. Anders ist der Fehler von Amperestundenzählern zu bewerten, der durch die Nichtberücksichtigung von Spannungsschwankungen entsteht. Gewöhnlich ist die Netzspannung höher als der normale Wert, mithin wird dem Konsumenten auch mehr Energie zugeführt, als der Zähler anzeigt. Die nichtgemessene Differenz ist aber zum vollen Verkaufspreis zu berechnen. Besonders schwerwiegend bei kleinen Installationen mit 1 oder 2 Metallfadenlampen ist die geringe Anlaufsempfindlichkeit des Amperestundenzählers.

Aus der Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der beiden Zählertypen kommt der Verfasser zu folgendem Schluß: Die höhere Meßgenauigkeit des Wattstundenzählers namentlich bei schwacher Belastung macht den Eigenverbrauch des Zählers, der mit den Selbstkosten für die Energie zu bewerten ist, bezahlt. Der nichtkompensierte Amperestundenzähler zeigt bei schwacher Belastung so ungenau, daß er nicht mehr verwendet werden soll; dort wo billige Zählerpreise Bedingung sind, muß man also nur einen gut kompensierten Zähler wählen; am empfehlenswertesten sind aber die Wattstundenzähler, die dem Konsumenten gerecht werden und das Werk vor Verlusten durch Minusgang (Anlaufen erst bei 10 bis 15% der Belastung) schützen. Beide Zählertypen müssen aber regelmäßig periodisch geprüft und nachgeeicht werden.

(Mitt. Verein. d. El. Werke, März 1914.)

Leitungen.

Das neue englisch-irische Pupinkabel. Zwischen Manchester (England) und Dublin (Irland) ist Ende des Vorjahres eine neue Telephonverbindung durch Legung eines rund 119 km (64 Seemeilen) langen Pupinkabels hergestellt worden. Dieses Kabel stellt augenblicklich das längste Telephonunterseekabel der Welt vor, es ist noch um 30·1 km (16 Seemeilen) länger als das 1911 zwischen England und Belgien gelegte 88·9 km lange Pupinkabel und 36 km (19·4 Seemeilen) länger als das 1903 gelegte 83 km lange Krarupkabel Cuxhaven-Helgoland. In der Bauart schließt es sich eng an das zuletzt gelegte ebenfalls von der Firma Siemens Brothers hergestellte englisch-belgische Pupinkabel an. In beiden Kabeln ist zur Herabminderung der dielektrischen Verluste an Stelle der sonst üblichen Guttapercha als Dielektrikum Balata verwendet, in beiden Kabeln bestehen die Leiter aus einer Litze von sieben Drähten, mit einem Kupfergewicht von 45 kg pro km (160 Pfund pro Seemeile). Das Gewicht des Dielektrikums beträgt bei beiden Kabeln 42·4 kg pro km (150 Pfund pro Seemeile). Das Gesamtgewicht des Kabels beträgt etwa 6·85 kg pro m (12·5 Tonnen pro Seemeile). Der Abstand, in dem die Pupinspulen zum Einbaue kamen, beträgt ebenso wie beim englisch-belgischen Pupinkabel 1·855 km (eine Seemeile). Beide Kabel wurden derart gebaut und mit Pupinspulen versehen, daß die beiden Doppelleitungen, die es enthält, zu einer Viererleitung kombiniert werden können. An den Stellen, wo die Pupinspulen untergebracht sind, ist das Kabel auf eine Länge von 28 m (92 Fuß) durch eine doppelte Bewehrung besonders verstärkt. Das Gewicht dieser Länge beträgt rund 406 kg (8 cwt) gegenüber dem Gewichte von 196 kg (3·85 cwt) derselben Länge des gewöhnlichen Kabels. Eine Eigentümlichkeit des neuen Kabels besteht darin, daß an beiden Enden auf eine halbe Seemeile ein fünfter Leiter vorgesehen ist. Dieser Kupferleiter ist 1·27 mm dick und liegt im Zentrum des Kabels. Mit Hilfe einer isolierten Eisenlitze, die mit der Bewehrung verlötet ist, kann dieser Kupferleiter aus dem Kabel herausgezogen und dann als Erdleitung verwendet werden, falls man das Kabel zum Sprechen über Einzelleitungen benutzen will. In diesem Falle wird die Erdleitung eine halbe Seemeile weit hinaus in die See verlegt, so daß Induktionsstörungen, welche durch in der Nähe landende Telegraphenkabel hervorgerufen werden könnten, vermieden werden.

Nach den Lieferungsbedingnissen sollte der Wert der Dämpfungskonstante β den Wert von 0·00865 pro km (0·016 pro Seemeile) nicht übersteigen, und zwar bei einer Periodenzahl von

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 86.

Digitized by Google

800 pro Sekunde und einer Stromstärke des Meßstromes von 1 Milliampere am Anfange der Leitung.

Die mit der Frankeschen Maschine am ausgelegten Kabel vorgenommenen Messungen hatten folgendes Ergebnis:

Frequenz ($2\pi n$)	Dämpfungkonstante β pro *km* für die Doppelleitungen	pro Seemeile (Mittelwerte)	Charakteristik Z
3000	0·00745	0·0138	$665\, e^{-5^\circ 45'}$
5000	0·00810	0·0150	$690\, e^{-2^\circ 40'}$
7000	0·00905	0·0168	$695\, e^{-2^\circ 40'}$
	für die Viererleitung		
5000	0·00810	0·0150	$456\, e^{+0^\circ 52'}$

Die wirksame Zeitkonstante der Pupinspulen, das ist das Verhältnis der Induktivität L zum wirksamen Widerstande R derselben beträgt $\frac{L}{R} = 0{\cdot}0208$.

Das Kabel weist sonach eine bedeutende Verbesserung gegenüber dem englisch-belgischen Pupinkabel auf, dessen Dämpfungskonstante β bei einer Frequenz von 3000 0·00847 pro *km* und bei einer Frequenz von 7000 0·0110 beträgt.

Die elektrischen Eigenschaften des neuen Kabels einschließlich der Pupinspulen für die Doppel- und für die Viererleitung sind folgende:

	Induktivität	Wirksamer Widerstand in Ohm	der Pupinspulen in Ohm	Kapazität in Mikrofarad	Verhältnis der Ableitung zur Kapazität A/C
		pro *km*			
Stammleitungen . . .	54	7·66	3·66	0·0895	15
Viererleitung	27	3·83	1·72	0·1720	15
		pro Seemeile (1·855 *km*)			
Stammleitungen . . .	100	14·2	6·8	0·166	15
Viererleitung	50	7·1	3·2	0·320	15

Das Uberhören zwischen den Stammleitungen und der Viererleitung soll nicht größer sein, als die Lautstärke der Sprechübertragung über eine Leitung von einem $\beta l = 7$ beträgt.

Das Kabel ist mit 14 Bewehrungsdrähten versehen, von denen der eine als Seil von drei Drähten ausgebildet ist, um das Kabel sofort als Pupinkabel zu charakterisieren. Die Bewehrungsdrähte sind aus Puddeleisen hergestellt, die widerstandsfähiger gegen Korrosion sind.

Jeder Spulensatz wurde nach der Isolierung vor dem Einbau in das Kabel einem Druck von 117 *kg* pro *cm*² für mindestens eine halbe Stunde ausgesetzt. An die Kabelenden sind Freileitungen aus Hartkupferdrähten von 4·925 *mm* Durchmesser (Kupfergewicht 600 Pfund pro Meile) angeschlossen.

(The Post-office Electrical Engineers Journal, Jan. 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre Physik.

Experimentelle Lösung von Randwertaufgaben der Gleichung $\Delta u = 0$. Rudolf Förster. Um den Wert des Potentials für jeden Punkt eines irgendwie begrenzten homogenen Dielektrikums zu finden, wird in einem entsprechend hergestellten Modell experimentell eine Elektrizitätsströmung hergestellt und aus der Stromverzweigung die Potentialverteilung abgeleitet. Bei den praktisch vorkommenden Fällen, in denen eine Kenntnis der Potentialverteilung von Wichtigkeit ist, sind gewöhnlich für bestimmte Teile der Begrenzung eines homogenen Dielektrikums konstante Potentialwerte u gegeben und auf den übrigen Begrenzungsflächen ist $\frac{du}{dn} = 0$. Um für die Fälle die Potentialverteilung zu ermitteln, wird ein Modell gebildet, und zwar werden die Teile, die auf konstantem Potential gehalten werden sollen, aus Blechstreifen zusammengebogen (in Fig. 4 durch starke Linien kenntlich gemacht) und der Teil der Begrenzung, wo $\frac{du}{dn} = 0$ wird, aus einem Isolator gebildet. Füllt man den Zwischenraum zwischen diesen Teilen mit einer leitenden Flüssigkeit und schließt an die Teile, welche auf konstantem Potential gehalten werden sollen, den negativen Pol einer Elektrizitätsquelle, deren positiver Pol mit einer Nadel verbunden ist, die in verschiedene Punkte der Flüssigkeit gebracht werden kann, so daß sich von ihr der Strom nach den Rändern verzweigt, so ergibt sich das Potential $\Pi(\xi\eta)$ in irgendeinem Punkt $\xi\eta$ gleich dem Mittelwert der gegebenen Randwerte, jeder Randwert mit dem Gewichte J_h genommen, das dem vom Aufpunkte nach dem betreffenden Rand entsandten Teilstrom gleich ist

$$\Pi = \frac{\Sigma u J_h}{\Sigma J_h}.$$

Fig. 4 stellt zum Beispiel die eine Hälfte eines Drehstromkabels dar, wobei die Potentiallinien eingezeichnet sind, für einen Augenblick, in dem das Potential des einen Leiters gleich dem des Bleimantels ist. Ist in dem einem solchen Kabel entsprechenden Modell der Raum zwischen den beiden Leitern mit Flüssigkeit angefüllt und verbindet man die Ränder J_1 J_2 mit dem einen Pol, während die Nadel in die Flüssigkeit eintaucht, so ergeben sich mit einer einfachen Brückenschaltung (Fig. 5) die Kurven gleichen Potentials; bewegt sich bei einer bestimmten Stellung des Schlittenkontaktes K die Elektrode II auf einem

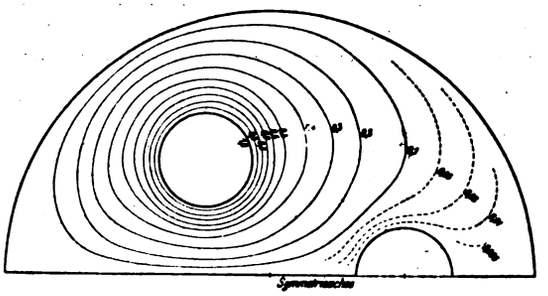


Fig. 4.

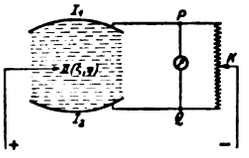


Fig. 5.

solchen Wege, daß das Galvanoskop keinen Ausschlag zeigt, so erhält man die Punkte bezw. Kurven gleichen Potentials.

(Arch. f. E. 2. Bd., Heft 5.)

Wirtschaftliches.

Die Wirtschaftlichkeit der elektrischen Streckenförderung mit Lokomotiven. F. Riep. In einem Bergwerk soll in siebenstündiger Schicht (reiner Förderzeit) aus 2 *km* rund 500 *t* Kohle zum Schacht mittels Zügen aus 40 Wagen mit zusammen 26 *t* Nutzlast gefördert werden. Die Lokomotive fährt mit 3 *m*/Sek., kann also zwölf Doppelfahrten machen. Demnach genügen drei Lokomotiven zu je 36 *PS*, darunter eine als Reserve. Dazu kommt noch eine Umformeranlage zur Speisung der Oberleitung mit Gleichstrom. Die Anlagekosten werden mit K 48 000 angegeben. Die Verzinsung wird mit 5%, die Abschreibung auch mit 5%, die Löhne werden mit K 4·8 für den Führer pro Tag gerechnet. Die jährlichen Unterhaltungskosten der Lokomotiven machen K 2500 aus. Da man für ein Nutz-*tkm* 142 bis 160 *kWh* ansetzt, so machen bei 6 h pro *kWh* die jährlichen Stromkosten K 5940 aus. Dies gibt 3·3 h Betriebskosten pro Nutz-*tkm* bei zweischichtigem und 4·32 h bei einschichtigem Betrieb. Der Pferdebetrieb kostet dagegen 18 bis 26·4 h, Druckluftlokomotiven und Benzinlokomotiven 8·4 bis 12 h pro Nutz-*tkm*.

(E. K. B. Heft 3, 1914.)

Verbrauch von Gas und Elektrizität in Manchester. J. G. Newbigging berichtet der Manchester District Instit. of Gas Engineers über die Entwicklung der Licht- und Kraftanschlüsse seit 1909 folgendes: Die Zahl der Gaskonsumenten beträgt 185 295, jene der elektrischen 12 568; die Zunahme der Gaskonsumenten seit 1909 ist 6%, jene der elektrischen Konsumenten jedoch 55%. Der Verbrauch an Gas ist seit 1909 um 5·2% gestiegen, jener der elektrischen Anlagen um 56%. Die Zunahme verteilt sich auf die einzelnen Klassen der Abnehmer in folgender Weise:

	Zunahme (1909 bis 1914)			
	Gas		Elektrizität	
	in 1000 m^3	in Proz.	in 1000 *kWh*	in Proz.
Private Beleuchtung .	272	0·2	1038	7·5
Kochapparate	6200	30·2	—	—
Motoren	410	3·1	36 138	155 (!)
Straßenbahn	—	—	146	0·5
Straßenbeleuchtung .	120	1	99	100
Zusammen . .	—	5·2	37 422	56

(The Electr., 13. 3. 1914.)

Digitized by Google

Chronik.

Eröffnung der Versuchsanstalt für Wasserbau. Die unlängst unter der Teilnahme der obersten Spitzen der Behörden eröffnete Versuchsanstalt für Wasserbau in der Severingasse verfolgt den Zweck, mit Hilfe von wissenschaftlich durchgeführten Versuchen die Grundlage für eine technisch richtige und möglichst wirtschaftliche Ausführung von Wasserbauten zu schaffen.

Die Anstalt verfügt über einen Versuchszwecken dienenden Saal von 38 *m* Länge, 8·2 *m* Breite und 5·1 *m* Höhe, um den sich die erforderlichen Nebenräume gruppieren. Es sind zwei Gerinne vorgesehen, eine 27 *m* lange, 3 *m* Breite und über 1 *m* tiefe Flußbaurinne, eine hydraulische Rinne für 18 *m* Länge, 1 *m* Breite und Tiefe vorgesehen, teils in Eisenbetonkonstruktion, teils mit Seitenwänden aus 20 *mm* starkem Spiegelglas ausgeführt, zur Verfolgung der Vorgänge im strömenden Wasser. Unterhalb des ersten Gerinnes ist ein Behälter, aus dem das erforderliche Wasser durch zwei Zentrifugalpumpen von 200 und 100 *l*/Sek. mit elastischem Antrieb in einen Hochbehälter gehoben wird; von dort aus wird es durch Bodenrohre zum Einlauf des einen oder anderen Gerinnes geleitet. Jedes Gerinne hat einen Zwischenbehälter, einen Zulaufbehälter, einen Meßüberfall und Beruhigungskammer, aus der das Wasser durch einen Schlitz der Stirnmauer in das Gerinne eintritt. Der Abfluß aus letzterem erfolgt über einen Überfall in einen Schacht, dann zum Sandteich und in den Hauptbehälter zurück. Beide Gerinne können auch für gewisse Versuche zu einem vereinigt werden.

XXII. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Die diesjährige Jahresversammlung findet vom 24. bis 28. Mai in Magdeburg statt. Den Festvortrag am 26. Mai wird Prof. Dr. F. Foerster über „Elektrochemie" halten. Referate werden gehalten von Dr.-Ing. Guggenheim über Elektrostahl, Prof. Dr. Diesselhorst über Fortschritte in der drahtlosen Telegraphie, Prof. Josse über Kondensationsanlagen. Das Thema der Jahresversammlung „Elektrizität auf Schiffen" wird am 27. Mai behandelt werden; einen Vortrag darüber hält Direktor O. Krell.

Besichtigt werden das städtische Elektrizitätswerk Magdeburg, Schäffer & Budenberg G. m. b. H., R. Wolf A.-G. Maschinenfabrik und andere mehr.

55. Hauptversammlung des Vereines Deutscher Ingenieure. Die diesjährige Hauptversammlung des Vereines Deutscher Ingenieure findet in der Zeit vom 6. bis zum 10. Juni 1914 in Bremen statt. Am 6. und 7. Juni Sitzungen des Vorstandes, an den übrigen Tagen Vorträge, am Donnerstag den 11. Juni Exkursionen. Diesmal sind Aufgaben des Schiff- und Hafenbaues Gegenstand der Verhandlung. Direktor Fr. Neuhaus, Borsig, wird den Vereinheitlichungsgedanken der deutschen Maschinenindustrie, Direktor O. Cornehls die neuesten Schiffsmotoren besprechen. Besichtigt werden Hafen- und Wehranlage, Rhedereien und ein Hochofenwerk usw.

Literatur-Bericht.

Enzyklopädie des Eisenbahnwesens. Herausgegeben von Dr. Freiherrn v. Röll, Sektionschef im k. k. österreichischen Eisenbahnministerium a. D. Zweite, vollständig neu bearbeitete Auflage. Vierter Band (Eilzüge-Fahrordnung), fünfter Band (Fahrpersonal-Gütertarife). Verlag von Urban und Schwarzenberg, Berlin und Wien.

Die zweite Auflage der in der gesamten Fachwelt längst rühmlichst bekannten „Enzyklopädie des Eisenbahnwesens" ist nun bis zum fünften Bande vorgeschritten. Auf die reiche Fülle des in dem Werke Gebotenen, das alle mit dem Eisenbahnwesen zusammenhängenden technischen, juridischen, kommerziellen und administrativen Fragen in erschöpfender, dem heutigen Stande der Entwicklung entsprechender Weise behandelt, näher einzugehen, wünde zu weit führen. Wir müssen uns darauf beschränken, einen unsere Leser besonders interessierenden Artikel (Elektrische Eisenbahnen) herauszugreifen, der, von einer Reihe hervorragender Fachleute bearbeitet, gleichzeitig als Beispiel für die Gründlichkeit und Reichhaltigkeit der Enzyklopädie dienen möge.

Der erwähnte Artikel behandelt auf 80 Seiten und an Hand zahlreicher, vortrefflicher Abbildungen die allgemeine Entwicklung und Zukunft des elektrischen Bahnbetriebes (Hochenegg), die Nutzbarmachung der Wasserkräfte für die Anlagen der Stromquellen (v. Ferstel), die Einrichtung der Stromquellen und Stromverteilung (Scheichl), die Stromzuführung auf der Bahnstrecke (Arns), die mechanische Einrichtung der Fahrbetriebsmittel (Bönisch, Valatin), die elektrotechnische Einrichtung der Fahrbetriebsmittel für Gleichstrom (Poschenrieder), Wechselstrom (Dietl) und Drehstrom (Koromzay), die automobilen Triebwagen (Slovsa), die Betriebführung elektrischer Straßenbahnen (Spängler, Thumb) und Vollbahnen (Hruschka), elektrische Zahnbahnen, Seilbahnen, Gruben- und Industriebahnen (Seefehlner). — Allen, die sich auf irgendeinem Gebiete des Eisenbahnwesens Belehrung verschaffen wollen, sei hiemit die Röllsche Enzyklopädie des Eisenbahnwesens neuerdings als verläßlicher Ratgeber auf das wärmste empfohlen. Hoffentlich folgen die weiteren Bände des vortrefflichen Werkes recht bald nach. —*s.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Schalter.

Elektromagnetschalter.

Eine Erfindung der British Westinghouse Electric and Manufacturing Company Limited in Westminster (England) betrifft einen selbsttätigen Überspannungsausschalter, der den Stromkreis unterbricht, bevor der Strom genug Zeit hat, eine gefährliche Stärke zu erreichen. Gemäß Fig. 1 fließt der Strom von einem Gleichstromgenerator 1 über einen Unterbrecher 4 zu den Verteilungsleitungen 2. 3. Der Unterbrecher 4 besteht aus dem ruhenden Kontakt 5, dem auf dem Arm 7 befestigten beweglichen Kontakt 6, einer Klinke 8 und einem Auslösemagnet 9. 10 ist der Drehpunkt des Hebels 7. Ein mit 7 verbundener Kolben 11 komprimiert eine Feder 13, wenn der Unterbrecher geschlossen ist. 17 ist ein Kondensator und 21 die Erregerspule des Magneten 9. Nur wenn an den Klemmen der Gleichstrommaschine eine rasche Spannungsänderung erfolgt, wird ein Strom durch 17 und 21 fließen. Dadurch wird der Kern 23 gegen 8 gestoßen und 7 ausgelöst, so daß jetzt die Kontakte 5, 6 durch die Wirkung der sich entspannenden Feder 13 mit großer Schnelligkeit voneinander getrennt werden. (B. P. Nr. 26.809, A. D. 1912.)

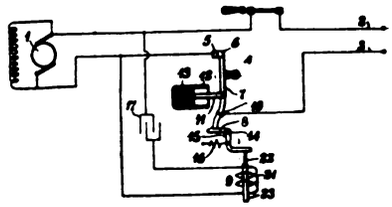


Fig. 1.

Eine Erfindung von Paul Schröder in Stuttgart betrifft einen Strombegrenzer zur Verhütung unbefugter Entnahme größerer Stromstärken wie vereinbart und durch welchen bei Überschreitung einer bestimmten Stromstärke eine abwechselnde Öffnung und Schließung des Stromkreises sowie eine dauernde Offenstellung desselben bei Überschreitung einer weiteren größeren Stromstärke erreicht wird. In der Magnetspule *a* (Fig. 2) befindet sich der aus einer Eisenblechhülse bestehende Anker *b*, welcher an seinem oberen Ende einen Isolierkörper *c* trägt. *d* ist ein frei beweglicher Eisenkern. Der Anker *b* kann durch eine Stellvorrichtung *e* mehr oder weniger tief in die Spule gebracht werden. Die um g_1 g_2 drehbaren Kontakthebel f_1 f_2 tragen Kontaktflächen h_1 h_2 und scharfkantige Arme k_1 k_2. In der Ruhestellung sind h_1 und h_2 durch den festen Kontakt *i* fest miteinander verbunden. Die Spule *a* ist mit den Lampen und f_1 f_2 hintereinandergeschaltet. Nach Überschreiten einer gewissen Stromstärke wird *b* in *a* hineingezogen;

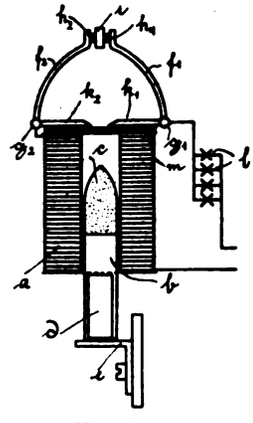


Fig. 2.

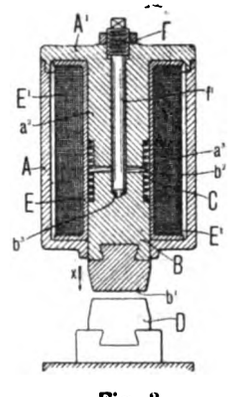


Fig. 3.

dadurch gelangt *d* in das Magnetfeld und wird mit vergrößerter Geschwindigkeit gegen die Mitte der Spule bewegt. Inzwischen findet eine Berührung von *c* mit k_1 k_2 statt, wodurch die Kontakte h_1 h_2 geöffnet werden. Infolge der Schwungkraft von *d* wird dieser Körper gegen *c* schlagen und daher *b* mit vergrößerter Kraft gegen k_1 k_2 bringen, wobei h_1 h_2 weiter geöffnet werden. Nunmehr wird *a* stromlos, *b* fällt zurück,

Digitized by Google

wodurch h_1 & h_2 sich wieder schließen; dadurch erhält a wieder Strom und das Spiel beginnt von neuem; das Licht kann infolge des fortwährenden Aufleuchtens nicht benutzt werden. Wird die Stromstärke weiter gesteigert, dann wird b so stark in die Höhe geschleudert, daß sich c an den scharfen Enden von k_1 k_2 fängt. Nunmehr sind h_1 & h_2 dauernd geöffnet. (D. R. P. Nr. 265.733.)

Eine Erfindung der Fried. Krupp Akt.-Ges. in Essen (Deutsches Reich) bezieht sich auf elektromagnetische, für Stufenwiderstände bestimmte sogenannte Schützsteuerungen, deren Schützbewegung durch Kurzschluß von Wicklungen auf den Schützen verzögert wird. Die Fig. 3 zeigt ein einzelnes Schütz, das dazu bestimmt ist, bei einer Schützsteuerung einen Stromkreis mit zeitlicher Verspätung zu schließen. Das aus magnetischem Stoffe hergestellte Gehäuse A des als Topfmagnet ausgebildeten Schützes besitzt einen Deckel A^1 mit Magnetkern a^2. B ist der verschiebbar angeordnete Anker, der das Kontaktstück b^1 trägt. B steht unter der Wirkung einer Feder C, die ihn im Sinne x zu verschieben sucht, bis b^1 mit D in leitende Berührung kommt. E ist ein Kupferzylinder und E^1 eine zur Erregung des Magneten bestimmte Wicklung, die an ein Gleichstromnetz angeschlossen ist. Wenn der Anker B bei Erregung von E^1 in seiner oberen Grenzstellung ist, steht seine obere Stirnfläche b^2 der Stirnfläche a^3 von a^2 in geringem, einstellbaren Abstande gegenüber. Zur Einstellung des Abstandes dient die aus nicht magnetischem Stoff hergestellte Stellschraube F. Wird der Strom in E^1 unterbrochen, so entsteht in E ein starker Induktionsstrom, der im selben Sinne wirkt wie der Erregerstrom, der vorher die Wicklung E^1 durchfloß. B wird daher unter der Wirkung der vom Induktionsstrome erzeugten magnetischen Zugkraft noch eine gewisse Zeit lang (Schaltvorzug) in seiner oberen Grenzlage verbleiben. Wenn die magnetische Zugkraft kleiner geworden ist als die Kraft der Feder C, gelangt B mit großer Geschwindigkeit in seine untere Grenzstellung, so daß der Stromkreis, in dem b^1 und D liegen, geschlossen wird. Der Schaltvorzug kann durch Veränderung des Abstandes der Flächen a^3 und b^2 voneinander geregelt werden, und zwar hat eine Verkleinerung des Abstandes eine Vergrößerung des Schaltvorzuges zur Folge. Wird E^1 wieder aus Netz gelegt, dann wird B wieder gegen die Wirkung von C angezogen. (D. R. P. Nr. 266.592.)

Die Société De L'Accumulateur Tudor in Frankreich baut einen Apparat zur selbsttätigen Ersetzung eines Stromkreises durch einen anderen, das Solenoid 1 (Fig. 4) ist um einen Kupferzylinder 2 gewickelt. 3 ist ein Eisenschluß für die Kraftlinien. Eine Feder 10 drückt den Kern 7 mit seinem Kontaktteil 11 gegen den Kontakt 12, der von der Feder 14 nach aufwärts gedrückt wird. Der Kern 7 steht mittels der Stange 18 und der Lamelle 19 mit der Klemme 16 in Verbindung und die Feder 14 mit der Klemme 17. Wenn durch 1 kein Strom geht, stützt sich das Kontaktstück 12 infolge des Druckes der Feder 10 gegen das Isolierstück 13 und der Kontakt 11 gegen 12; der Stromkreis ist über 16, 7 und 17 geschlossen. Der magnetische Stromkreis ist infolge der Stellung der unmagnetisierbaren Metallzylinder 8 und 9 offen. Wird der Solenoidstromkreis geschlossen, dann wird 7 von dem Eisenteil 5 angehoben. Zunächst folgt 12 unter dem Einfluß von 14 dem Kontakt 11 nach. Wenn Kontakt 12 auf das Isolierstück 15 stößt, wird der Kontakt zwischen 12 und 11 rasch unterbrochen. Die Aufwärtsbewegung von 7 wird durch eine Feder 20 begrenzt. (F. P. Nr. 455.795.)

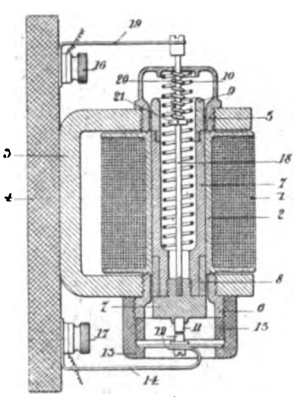


Fig. 4.

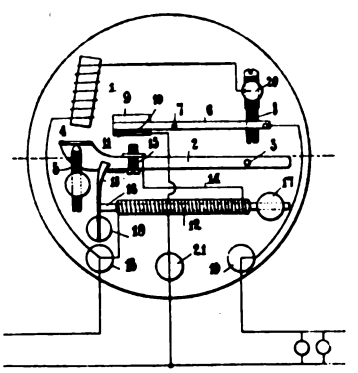


Fig. 5.

Eine Erfindung von J. Garnier in Frankreich betrifft eine Stromunterbrechungseinrichtung, die rasch unterbricht und automatisch wieder einschaltet. Der Elektromagnet 1 (Fig. 5) liegt in dem zu unterbrechenden Stromkreis. Dieser Elektromagnet kann einen Anker 2 anziehen, der um die Achse 3 drehbar ist und bei 4 auf einer Schraube 5 aufruht. Ein Hebel 6, um die Achse 7 drehbar, trägt an einem Ende eine Platinschraube 8; 9 ist ein Gegengewicht und 11 eine durch die Platte 10 isolierte Platte. Ein Ohmscher Widerstand 12 ist mit einem Ende an 13 befestigt und mit dem anderen Ende an der Schraube 15 des Hebels 2. Der Widerstand 12 umgibt eine Metallstange, die bei 17 befestigt ist und sich auf die bei 19 befestigte Feder 18 stützt. Im normalen Betriebe geht der Strom über 13, den Elektromagneten 1, Schraube 20, Kontaktschraube 8 und tritt bei 19 aus. Wenn der Strom eine bestimmte Grenze überschreitet, wird der Hebel 2 angezogen und der Stoß, den er auf den Hebel 6 ausübt, bewirkt eine rasche Stromunterbrechung zwischen 20 und 8; dadurch ist der Hauptstrom unterbrochen und der Hebel 2 wird in der neuen Stellung durch die Feder 18 gehalten. Durch den Widerstand 12 fließt jetzt ein Strom, der seinen Verlauf über 13, 14, 15, 11 und 21 nimmt. Dadurch wird die Stange 16 erhitzt und wirkt nach einer bestimmten Zeit auf die Feder 18, deren Verstellung das Herabfallen des Hebels 2 bewirkt und damit das Unterbrechen des Nebenschluß- und das Schließen des Hauptstromes. Das neuerliche Stromunterbrechen und Wiederschließen findet so lange statt, bis der Hauptstrom seine normale Stärke wieder erreicht hat. Man kann 19 und 20 durch einen Nebenschluß verbinden, um die Lichtleitung nicht völlig zu unterbrechen und um die Unterbrechungsfunken zwischen 20 und 8 zu verringern. (F. P. Nr. 454.114.)

An den verschiedenen Punkten elektrischer Netze wurden selbsttätige Überstromschalter eingebaut, um die Leitungen gegen zu starke Ströme und namentlich gegen Kurzschlußströme zu schützen. Dabei kann es vorkommen, daß bei Kurzschluß an einer Stelle sämtliche Auslöser in Tätigkeit treten. Ähnliches gilt von den Spannungsauslösern, die bei starker Erniedrigung der Spannung in Tätigkeit treten. Zum Beheben dieses Übelstandes dient eine Schalteinrichtung der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Berlin. In Fig. 6 bedeuten m_1 die Strommagnete, m_2 einen Spannungsmagnet, w die gemeinschaftliche Stelle, durch deren Drehung die Sperrung q des Schalters s aufgehoben wird, so daß die Feder f in Wirkung treten kann. Nun haben außer dem Spannungsmagneten m_2 auch die Strommagnete m_1 Einrichtungen zum Verzögern ihrer Wirkung, nämlich die Hemmwerke v_2 bezw. v_1. Nur v_1 ist hier wesentlich. Die Verbindung der Welle w mit dem Hemmwerke v_1 ist durch das Klinkwerk k_1 hergestellt, das durch den abfallenden Anker des Spannungsmagneten m_2 ausgelöst werden kann. Die Strommagnete werden daher den Schalter s auch dann öffnen, wenn in der Linie längere Zeit Überstrom ohne erheblichen Spannungsabfall herrscht. Wenn aber auch dieser eintritt, so werden infolge Auslösens des Klinkwerkes k_1 durch den Spannungsmagneten m_2 die Strommagnete m_1 durch Öffnen der Sperrung q sofort ausschalten. Bei Kurzschluß tritt die erforderliche schnelle Einwirkung der Stromauslöser auf die Schaltersperrung immer nur dann ein, wenn der Spannungsauslöser die Bewegung freigibt, mit dem Erfolge, die Linien nur in der Nähe der Fehlerstelle unterbrechen zu lassen. Andererseits wirken aber die Stromauslöser bei länger andauerndem Überstrom auch selbständig. (D. R. P. Nr. 264.535.)

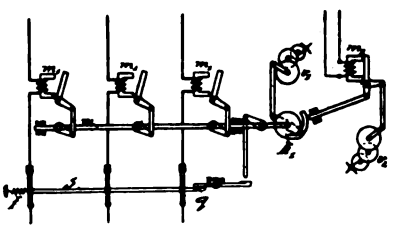


Fig. 6.

(Fortsetzung folgt.)

Briefe an die Redaktion.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Zur magnetischen Untersuchung von Eisenblechen.

An anderer Stelle dieses Heftes (Seite 321) befaßt sich Herr E. Gumlich in sehr eingehender Weise mit meiner empirischen Formel

$$P_{1.}/kg = \frac{n \cdot f(\bar{\mathfrak{B}})}{\bar{\mu}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1),$$

welche ich für den Zusammenhang zwischen dem Hysteresevelust (P_h/hg) und der Maximalpermeabilität ($\bar{\mu}$) in meiner in E. u. M., Band 31 (1913), Seite 737, unter obigem Titel erschienenen Abhandlung für Eisenbleche angegeben habe, und kommt auf Grund von angeführten Messungsergebnissen und theoretischen Überlegungen zu dem Schlusse, daß von obiger Gleichung keine einwandfreien Werte erwartet werden können.

Ich will mich nun zunächst mit den von Herrn Gumlich gegen meine Formel angeführten theoretischen Erwägungen etwas näher befassen, weil dadurch der Beweis für die allgemeine Unwahrscheinlichkeit der Formel erbracht werden sollte. Es ist aber dabei Herrn Gumlich ein Irrtum unterlaufen, welcher ihn zu einem ganz unrichtigen Schlusse geführt hat.

Herr Gumlich geht von seiner gemeinschaftlich mit Herrn E. Schmidt (E. T. Z. 1901, Seite 697) für die Beziehung zwischen der Maximalpermeabilität $\bar{\mu}$, der Remanenz R und der Koezitivkraft C bei sehr hohen Sättigungsgraden gültigen Formel

$$\bar{\mu} = \frac{a \cdot R}{C} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2)$$

Digitized by Google

aus, in welcher die Konstante a rund den Wert 0·5 hat. Er setzt weiter den Wert von $\bar{\mu}$ aus Gleichung 2) in meine Formel (1) ein, erhält die Beziehung

$$P_h/kg = \frac{n \cdot f(\bar{\mathfrak{B}})\, C}{a \cdot R} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 3)$$

und zieht aus dieser den irrtümlichen Schluß, daß für konstante Werte von n und $\bar{\mathfrak{B}}$ bei Vergrößerung der Remanenz R eine Verkleinerung der Hystereseverluste folgen müsse, was im allgemeinen den Tatsachen widerspricht. Der Irrtum in dieser Schlußfolgerung liegt darin, daß Herr Gumlich, statt dabei auch die Änderung der Koerzitivkraft C zu berücksichtigen, diese konstant läßt, was auch aus den in Fig. 1 dargestellten extremen Hystereseschleifen hervorgeht. Demnach sind auch die aus diesen extremen Beispielen gezogenen Schlußfolgerungen auf Gleichung 3) nicht anwendbar.

Tatsache ist vielmehr, daß bei Vergrößerung der Hystereseverluste und der Remanenz die Koerzitivkraft C in noch größerem Maße zunimmt als R und dadurch Gleichung 3) richtig bleibt.

Zur Prüfung der Gleichung 3) (für hohe Sättigungsgrade)*) auf ihre Richtigkeit in dem angegebenen Sinne sei ihr die Form

$$\frac{P_h\, kg \cdot R}{C} = \frac{n \cdot f(\bar{\mathfrak{B}})}{a} = K_1 \quad \ldots\ldots \quad 4)$$

gegeben, in welcher für konstante Werte von n und $\bar{\mathfrak{B}}$ die Größe K_1 konstant werden muß. Setzt man weiter statt der Hystereseverluste (P_h/kg) in Watt pro kg bei $\bar{\mathfrak{B}}$ und n Perioden pro Sekunde den Hystereseverlust A_h in Erg pro cm^3 und Zyklus ($n = 1$), also die Beziehung

$$P_h/kg = \frac{n \cdot A_h}{77000}$$

(spezifisches Gewicht = 7·7), in Gleichung 4) ein, so erhält man

$$\frac{A_h \cdot R}{C} = \frac{77000 \cdot f(\bar{\mathfrak{B}})}{a} = K_2 \quad \ldots\ldots \quad 5),$$

wobei K_2 wieder konstant sein muß, wenn die Gleichung richtig sein soll.

Zur Prüfung der vorstehenden Gleichung seien nun die Resultate**) der von den Herren E. Gumlich und E. Schmidt in ihrer Abhandlung E. T. Z. 1901, Seite 696, in Tabelle 4 angegebenen und nach der Jochmethode untersuchten Stäbe (46 Stück) aus weichem Material***) benutzt, für welche von den genannten Verfassern auf Seite 694 ihrer Abhandlnng die nachstehende Tabelle von Mittelwerten für A_h, R, C und $\bar{\mu}$ angegeben wird. Dabei ist zu bemerken, daß die Maximalinduktionen $\bar{\mathfrak{B}}$ für die einzelnen Stäbe nicht ganz gleich waren, sondern zwischen den Werten 17.300 und 18.500 schwankten und den Mittelwert $\bar{\mathfrak{B}} = 17800$ entsprachen.

Mittel aus Nr.	Hystereseverluste A_h	Remanenz R	Koerzitivkraft C	Maximal-Permeabilität $\bar{\mu}$	$K_2 = \frac{A_h \cdot R}{C}$	Prozent-Abweichung K_2 vom Mittel
1—10	10.060	8.300	1·10	4120	$765 \cdot 10^5$	+ 0·5
11—21	12.850	8.900	1·53	3030	$747 \cdot 10^5$	— 1·8
22—36	17.190	9.360	2·09	2190	$770 \cdot 10^5$	+ 1·2
37—46	24.380	10.740	3·43	1560	$763 \cdot 10^5$	+ 0·3
				Mittel $K_2 = 761 \cdot 10^5$		

In Spalte 6 dieser Tabelle habe ich nun die mit Hilfe der Werte von A_h, R und C nach Gleichung 5) berechneten Werte der Konstanten k_2 hinzugefügt, welche den Mittelwert $K_2 = 761 \cdot 10^5$ und die in Spalte 7 enthaltenen prozentualen Abweichungen von diesem Mittelwert ergeben. Letztere sind so gering, daß die Übereinstimmung nichts zu wünschen übrig läßt. Sie sind sogar kleiner als die Fehler zwischen den Versuchsmittelwerten von $\bar{\mu}$ (Spalte 5) und den nach Gleichung 2) berechneten Werten von $\bar{\mu}$.

Geht man nun noch einen Schritt weiter, indem man den Mittelwert von $K_2 = 761 \cdot 10^5$ und $a = 0{\cdot}5$ in Gleichung 5) einsetzt, so ergibt sich rund

$$f(\bar{\mathfrak{B}}) = 500.$$

Ordnet man diesen Wert von $f(\bar{\mathfrak{B}})$ den oben angegebenen Mittelwert von $\bar{\mathfrak{B}} = 17.800$ zu, so zeigt sich, daß der diesen zusammengehörigen Werten entsprechende Punkt sehr nahe in die Verlängerung der von mir in Fig. 1 (E. u. M. 1913, Seite 738) angegebenen Normalkurve fällt.

Der von Herrn Gumlich selbst angedeutete Weg, um die Unwahrscheinlichkeit meiner Formel theoretisch nachzuweisen, hat also, bei richtiger Einhaltung desselben, zu dem gegenteiligen Resultate, daß die vorstehenden Betrachtungen eine Stütze für die Richtigkeit derselben bilden, geführt.

Der Vollständigkeit halber muß noch bemerkt werden, daß selbstverständlich bei der Anwendung der Gleichung 5) auf die Versuchsresultate der einzelnen Stäbe sich im allgemeinen viel größere Abweichungen bei den Werten von K_2 als bei jenen der vorstehenden Tabelle ergeben. Dabei ist aber weiter zu berücksichtigen, daß dann auch schon die Gumlichsche Formel (2) Fehler bis zu 15% ergibt und, da die Gleichung 5) außer den Größen R und C noch die Hystereseverluste A_h enthält, also bei der Berechnung von K_2 durch die Gleichung 5) eine weitere Fehlerquelle hinzukommt.

Was nun die von Herrn Gumlich mitgeteilten Versuchsresultate anbelangt, so ist es jedenfalls sehr dankenswert, daß er sich der Mühe unterzog, meine auf die Resultate von nur wenigen Blechproben gegründete Formel mit Hilfe des reichen Versuchsmaterials der Physikalisch-technischen Reichsanstalt zu prüfen. Bezüglich der in Tabelle 2 enthaltenen Resultate läßt sich allerdings (in Übereinstimmung mit den von Herrn Goltze*) mitgeteilten Werten) noch feststellen, daß sich im allgemeinen die größeren Fehler zwischen Beobachtung und Rechnung bei den höheren Induktionen einstellen, und zwar fast ausschließlich dadurch, daß die berechneten Werte der Hystereseverluste kleiner sind als die durch Messung gefundenen Werte. Es könnten also diese Fehler durch eine Korrektion der Normalkurve für die höheren Induktionen einigermaßen herabgemindert werden. Unmöglich ist es aber, bei den von Herrn Gumlich in Tabelle 1 mitgeteilten Werten der Hystereseverluste für Ringe aus legiertem Blech, bei welchen sich so erhebliche Abweichungen bei $\bar{\mathfrak{B}} = 10000$ im entgegengesetzten Sinne wie früher zwischen Versuch und Rechnung ergeben, eine halbwegs bessere Anpassung an die bestehenden Verhältnisse zu finden. Überrascht bin ich allerdings durch diese Resultate deshalb nicht, weil ich seinerzeit bei der Anwendung meiner Formel auf die von Guggenheim**) mit legierten Stahlgußringen erhaltenen Resultate ähnliche Abweichungen feststellen konnte, wie sie Herr Gumlich bei den legierten Blechringen gefunden hat. Ich habe damals diese Abweichungen der verschiedenen Herstellungsart (durch Gießen statt durch Walzen) zugeschrieben und, da es sich bei meiner Arbeit nur um Eisenbleche handelte, denselben keine weitere Beachtung geschenkt. Jetzt hat es den Anschein, als ob diese stärkeren Abweichungen hauptsächlich durch das Legieren verursacht würden.

Sei dem wie immer, so muß jedenfalls der Anschauung Raum gegeben werden, daß es auf Grund dieser weiteren Untersuchungen nicht möglich ist, für alle Eisensorten ohne Rücksicht auf Zusammensetzung und Herstellungsweise, mit einer Normalkurve das Auslangen zu finden, wenn die Resultate des Versuches mit jenen meiner Formel für jeden Fall in eine entsprechende Übereinstimmung gebracht werden soll. Gerade so wie Herr Gumlich in seine Gleichung 2) für die Konstante a den Wert 0·44 statt 0·5 setzt, wenn es sich um Eisen in Blechform handelt, also eine Änderung des Wertes von a um 12% zur besseren Übereinstimmung eintreten läßt, ebenso dürfte sich durch die Aufstellung mehrerer Normalkurven für bestimmte Eisensorten eine günstigere Übereinstimmung meiner Formel mit den Versuchsergebnissen erzielen lassen.

Da mir leider für eine derartig ausgedehnte Untersuchung das erforderliche Versuchsmaterial nicht zur Verfügung steht, so muß ich mich auf diese Andeutungen beschränken und die Prüfung derselben jenen überlassen, welche das notwendige Versuchsmaterial hiezu besitzen.

Brünn, den 22. März 1914.

Zickler.

*) Da die in sie eingesetzte Formel 2) nur für hohe Sättigungsgrade gilt.

**) Diese Resultate werden von Herrn Gumlich in seinem vorstehenden Artikel selbst angeführt.

***) Durch Walzen, Schmieden oder Gießen hergestellt.

*) E. u. M. 1913, Seite 1037.

**) Bulletin des Schweiz. Elektrot. Vereines 1910, Seite 110.

Digitized by Google

Vereins-Nachrichten.

Protokoll der XXXII. ordentlichen Generalversammlung vom 18. März 1914.

Der Präsident, Herr Direktor Gebhard, begrüßt die erschienenen Mitglieder und gibt der Freude Ausdruck über die Anwesenheit des Herrn Generalsekretärs Dettmar des Verbandes deutscher Elektrotechniker. „Wir wissen", sagt der Vorsitzende, „den Wert deutscher Gründlichkeit und Wissenschaft einzuschätzen und ist es uns immer ein ganz besonderes Vergnügen, mit den Kollegen im deutschen Reiche zusammen arbeiten zu können." Hierauf teilt der Vorsitzende mit, daß die XXXII. ordentliche Generalversammlung statutengemäß der Behörde angezeigt und zeitgerecht einberufen wurde. Er stellt deren Beschlußfähigkeit fest, erklärt die Generalversammlung als eröffnet und gedenkt zunächst, einer traurigen Pflicht gehorchend, jener Vereinskollegen, die der Verein im verflossenen Jahre durch den Tod verloren hat. (Die Versammlung erhebt sich von den Sitzen.) Er erinnert dabei nochmals an die tiefen Wunden, die der Verein namentlich durch das Ableben von zwei ganz besonders hervorragenden Persönlichkeiten erlitten hat — es sind dies die Herren Prof. Dr. Karl Pichelmayer und Hofrat Prof. Dr. A. von Waltenhofen — und nennt hierauf die Namen der übrigen Mitglieder, die in ein besseres Jenseits abberufen worden sind. Es sind dies die Herren: Rudolf Aust (Wien), Franz Dagostini (Wien), Bela Fischer (Budapest), General W. von Florensoff (Petersburg), Hofrat Josef Kareis (Wien), Dozent Dipl. Ing. Oskar Peschl (Moskau), Adolf Simon (Wien), Karl Aurand (Wien), M. Schmidt (Wien), M. Vlcek (Blansko) und Eisenbahnpräsident E. A. Ziffer von Teschenbruck (Wien). Der Präsident teilt mit, daß er den Ausdruck der Erinnerung in das Protokoll der Generalversammlung aufnehmen lassen wird.

Hierauf ersucht er um Zustimmung, abweichend von der Tagesordnung, zuerst mit den Punkten 5 (Wahl eines Vizepräsidenten), 6 (Wahl von 10 Ausschußmitgliedern), 7 (Wahl der Rechnungsrevisoren und der Ersatzmänner) sowie 8 (Wahl von 20 Schiedsrichtern) beginnen zu dürfen. Über seinen Antrag werden hierauf die Herren Inspektor Dr. Dimmer und Inspektor Krejza zu Verifikatoren des Protokolls und die Herren Doktor Beck, Ober-Ing. Doctor und Hirschfeld als Wahlskrutatoren bestellt.

Es wird dann mitgeteilt, daß statutengemäß aus dem Ausschusse ausscheiden: Herr Vizepräsident Prof. Dr. Karl Pichlmayer (gestorben), ferner die Herren Ausschußmitglieder: Ing. Heinrich Bäuml, Direktorstellvertreter der österreichischen Bergmann-Elektrizitätswerke (Wien), Ing. Paul Dittes, k. k. Oberbaurat im Eisenbahnministerium (Wien), Ing. Fritz Emde, Professor für Elektrotechnik und Maschinenbau (Stuttgart), Ing. R. Jiretz, Direktor der Österreichischen Brown Boveri-Werke A.-G. (Wien), kais. Rat Ing. Friedr. König, ständ. beeideter Schätzmeister und Sachverständiger für Elektrotechnik (Wien), Anton Lederer, Direktor der Westinghouse Metallfaden-Glühlampenfabrik (Atzgersdorf), Emil Müller, k. k. Oberbaurat im Handelsministerium (Wien), Dr. Friedrich Niethammer, Professor an der k. k. Technischen Hochschule Brünn und Ing. Ernst Felix Petritsch, k. k. Bauoberkommissär (Wien).

Weiters scheiden aus: Die Rechnungsrevisoren und deren Ersatzmänner sowie die Schiedsrichter.

Der Vorsitzende spricht allen diesen Herren für die dem Vereine gewidmete große und vielfache Mühewaltung den herzlichsten Dank aus und ersucht den Obmann des Wahlkomitees, Herrn Oberbaurat Dittes, um Erstattung der Wahlvorschläge.

Herr Oberbaurat Dittes beantragt unter kurzer Begründung zur Wahl: Herrn Ludwig Kallir, stellvertretender Direktor der A. E. G.-Union Elektrizitäts-Gesellschaft (Wien), als Vizepräsident, ferner als Ausschußmitglieder die Herren: Ing. Rudolf Beron, Ober-Inspektor der städt. Elektrizitätswerke (Wien), Ing. Wilhelm Bonwitt, Geschäftsführender Gesellschafter der Firma Dr. Paul Holitscher & Co. (Wien), Dr. Ing. Karl Czeija, Professor an der Technischen Hochschule in Braunschweig, Ludwig Hoor, Direktor der Österreichischen Bergmann-Elektrizitätswerke, G. m. b. H. (Wien), Dr. Arnold Krasny, k. k. Ministerialrat im Eisenbahnministerium (Wien), Johann Kremenezky, Fabriksbesitzer (Wien), Robert Nowotny, k. k. Oberbaurat im Handelsministerium (Wien), Dr. Max Reithoffer, o. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien, Hans von Sääf, Direktor der Österreichischen Brown-Boveri-Werke A.-G. (Wien), Dr. Ing. Josef Zelisko, k. k. Bau-Oberkommissär im Handelsministerium, Privatdozent an der k. k. Technischen Hochschule in Wien.

In das Revisionskomitee werden zur Wiederwahl als Mitglieder beantragt die Herren: Gustav Swoboda, Prokurist der österreichischen Siemens-Schuckert-Werke (Wien), Emil Honigmann, Technisches Bureau (Wien) und Martin Kallir, Prokurist der A. E. G.-Union Elektrizitäts-Gesellschaft (Wien); als Ersatzmänner die Herren: Siegfried Ellenbogen, Direktor der Kabelfabriks- und Drahtindustrie-Aktiengesellschaft (Wien), Ing. Eduard Pick, Prokurist der Gesellschaft für elektrische Industrie (Wien), und Wilhelm Techen, Direktor der Aktiengesellschaft für elektrischen Bedarf (Wien).

Ebenso bedeutet der Vorschlag, der sich auf die Wahl von 20 Schiedsrichtern bezieht, eine Wiederwahl der bisherigen Mitglieder dieses Amtes; als neue Mitglieder werden die beiden Herren Oberbaurat O. Kunze und Hofrat Prof. Dr. Ernst Lecher in Antrag gebracht, insgesamt also die Herren: Karl Barth von Wehrenalp, k. k. Hofrat, Gustav Bergholtz, Direktor der Kabelfabrik der Siemens & Halske A.-G., A. Budau, o. Professor an der k. k. Technischen Hochschule, Wien, Friedrich Drexler, beh. aut. und beeideter Maschinenbau-Ingenieur und Elektrotechniker, E. Egger, Direktor der Vereinigten Elektrizitäts-A.-G., Dr. Richard Hiecke, Direktor der Allgemeinen österreichischen Elektrizitäts-Gesellschaft, Karl Hochenegg, k. k. Hofrat, o. Professor an der k. k. Technischen Hochschule, Wien, J. Kremenezky, Fabriksbesitzer, O. Kunze, Oberbaurat im k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten, Dr. L. Kusminsky, Hofrat der k. k. Normal-Eichungskommission, Dr. Ernst Lecher, k. k. Hofrat, o. Professor an der k. k. Universität, Wien, Emil Müller, k. k. Oberbaurat im Handelsministerium, Ferdinand Neureiter, Direktor der Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke, Ing. J. von Petravic, Maschinenfabrikant, Wien, Dr. Max Reithoffer, o. Professor, Rektor der k. k. Technischen Hochschule, Friedrich Roß, Ingenieur, Dr. Johann Sahulka, o. Professor an der k. k. Technischen Hochschule, Hubert Sauer, Direktor der städt. Elektrizitätswerke, Prof. Karl Schlenk, k. k. Regierungsrat, Vorstand der Eichstation für Elektrotechnik, Ludwig Schulmeister, Mechaniker.

Über weiteren Antrag des Vorsitzenden werden die vorgeschlagenen Rechnungsrevisoren und Ersatzmänner sowie die 20 Schiedsrichter per acclamationem gewählt, womit die Punkte 7 und 8 der Tagesordnung erledigt ind. Für die Wahlen in den Ausschuß werden die Stimmzettel eingeholt.

Hierauf erteilt der Vorsitzende das Wort dem Generalsekretär des Verbandes deutscher Elektrotechniker, Herrn Dettmar zur folgenden Ansprache:

„Sehr geehrte Herren! Von Ihrem Verein sind bei unseren Jahresversammlungen fast immer Vertreter anwesend und deswegen hat es mich gefreut, auch hier einmal Ihrer Generalversammlung beiwohnen zu können. Bei den angenehmen Beziehungen, welche zwischen Ihrem Vereine und dem Verbande deutscher Elektrotechniker bestehen, war es mir ganz besonders angenehm, in Ihrer Sitzung erscheinen zu können. Ich hoffe, daß die Beziehungen, die im letzten Geschäftsjahr durch ein besonderes Abkommen geregelt worden sind, auf die Dauer so bleiben und für alle Beteiligten von bestem Erfolge begleitet sein mögen." (Bravorufe.)

Es folgt nun Punkt 1 der Tagesordnung, Bericht über die Vereinstätigkeit im Vereinsjahr 1913/1914 Von der Verlesung dieses Berichtes, den jeder einzelne Teilnehmer gedruckt in die Hand erhielt, wird mitZustimmung der Versammlung abgesehen. Dieser Bericht lautet:

„Tätigkeitsbericht über das Vereinsjahr 1913—1914.

(Vorgelegt der XXXII. ordentlichen Generalversammlung am 18. März 1914.)

Der vorliegende Bericht soll in knappen Umrissen einen Überblick geben über die Entwicklung unseres Vereines im abgelaufenen Vereinsjahre, über die Aktionen und fachlichen Arbeiten, welche den Vereinsausschuß und die einzelnen Komitees vornehmlich beschäftigt haben, über Veranstaltungen uns nahestehender Korporationen, an welchen wir teilgenommen haben, sowie über die Ausgestaltung unserer Vereinszeitschrift und über die übrigen, vom Vereine periodisch herausgegebenen Druckschriften.

Über den Mitgliederstand ist zu berichten:

Zu Beginn des Kalenderjahres 1913 zählte der Verein 1317 Mitglieder; im Laufe des Jahres 1913 sind 167 (i. V. 170) Mitglieder eingetreten.

Ausgetreten sind 32 Mitglieder (i. V. 52); 57 (i. V. 56) Mitglieder mußten wegen Nichtleistung der Vereinsbeiträge im Sinne der Statuten aus der Mitgliederliste gestrichen werden; gestorben sind 11 Mitglieder (i. V. 9).

Digitized by Google

Unser Verein hat somit Ende des Kalenderjahres 1913 um 67 Mitglieder (i. V. 53) mehr als Anfang 1913, im ganzen somit 1384 Mitglieder.

Im Jahre 1914 sind bis zum heutigen Tage 85 Mitglieder (in der gleichen Periode des Jahres 1913, 45 Mitglieder) neu beigetreten.

Unser Verein hat somit am heutigen Tage 1469 Mitglieder. Hievon entfallen auf Wien 511 Mitglieder, auf die österreichischen Provinzen 641 Mitglieder, auf Ungarn und das Ausland 317 Mitglieder.

Die Tätigkeit im Ausschuß und in den einzelnen Komitees war im Berichtsjahr eine überaus intensive. Außer dem Vereinsausschusse haben nachfolgende Komitees Beratungen abgehalten:

Komitee für technische Angelegenheiten (Obmann Herr Regierungsrat Prof. C. Schlenk).

Finanz- und Wirtschaftskomitee (Obmann Herr Direktor E. Reich).

Vortrags- und Exkursionskomitee (Obmann Herr Oberbaurat P. Dittes).

Redaktionskomitee (Obmann Herr Prof. Dr. K. Pichelmayer).

Bibliothekskomitee (Obmann Herr Direktorstellvertreter H. Bäuml).

Österreichisches Elektrotechnisches Komitee der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (Präsident Herr Regierungsrat Prof. C. Schlenk).

Regulativkomitee (Obmann Herr Hofrat Prof. C. Hochenegg).

Komitee für Prüfungs- und Konstruktionsvorschriften (Obmann Herr Oberingenieur E. Rudolph).

Komitee für die Normalisierung der Pauschalfassungen (Obmann Herr Oberingenieur E. Pick).

Komitee für Schwachstromanlagen (Obmann Herr Dr. J. Miesler).

Komitee für die Revision der Theatervorschriften (Obmann Herr Regierungsrat Prof. C. Schlenk).

Komitee für Unfallstatistik (Obmann Herr Direktor Dr. R. Hiecke).

Insgesamt wurden 8 Ausschußsitzungen und 38 Komiteesitzungen abgehalten.

Über die Tätigkeit des Wasserwirtschaftsverbandes der österreichischen Industrie, dem wir nach wie vor als delegierende Körperschaft angehören, haben wir zu berichten, daß er in seinen Aktionen auf dem Gebiete der Wasserkraftausnutzung und der Hydrotechnik zielbewußt fortschreitet. Richtunggebend war sein Eingreifen in der Frage des Elektrizitätsgesetzes, das wir nachhaltig unterstützt haben; bedeutungsvoll für die wasserelektrischen Anlagen war die von ihm angebahnte Hochwasserversicherung, womit auch solchen Werken die Möglichkeit geboten ist, sich vor den Risken elementarer Schäden zu sichern. Hervorzuheben ist die Stellungnahme des Verbandes bei der internationalen Regelung des Wassergesetzes anläßlich des Basler Kongresses, die für die Vorrechte unseres Landes als Oberlieger der größten Wasserläufe eindringlich plaidiert. Nicht minder verdient hervorgehoben zu werden die Rührigkeit, mit welcher der Verband die überspannten Forderungen der Landwirtschaft in der Abwässerfrage abzuwehren trachtet.

Eine beflissene gutachtliche Tätigkeit, sowie die Veranstaltung von Vorträgen, welche gleichermaßen durch die Namen der Berichterstatter, wie durch die Aktualität der behandelten Themen hervorragen, ergänzen in glücklicher Weise das weitgehende Programm des Verbandes, in welches neuestens die Diskussion über einzelne großzügige Projekte, über den Schutz heimischer Arbeit und eine Rundschau über die wasser-, landwirtschaftliche und ökonomische Bedeutung der großen Gewässerstrecken eingegliedert wurden. Es versteht sich von selbst, daß wir allen unser Spezialfach so vielfältig berührenden Bemühungen des Verbandes, an welchen unsere in seiner Leitung vertretene Delegierte bestens mitwirken, unser vollstes Interesse bewahren.

Die vorerwähnte Angelegenheit der Schaffung eines Elektrizitätsgesetzes, bezw. eines Elektrizitätswegegesetzes stand auch in unserem Vereine auf der Tagesordnung der Beratungen, und sei hervorgehoben, daß wir an das Herrenhaus und an das Abgeordnetenhaus eine Eingabe gerichtet haben, in welcher unter eingehender Begründung die dringende Notwendigkeit einer gesetzlichen Regelung des Wegerechtes für elektrische Anlagen dargelegt und um endliche Schaffung eines diesbezüglichen Gesetzes ersucht wird.

Das Österreichische Elektrotechnische Komitee der Internationalen Elektrotechnischen Kommission, das seinen Satzungen entsprechend im Jahre 1913 neugewählt wurde, hat sich im abgelaufenen Jahre mit den Fragen der Nomenklatur, der Symbole, der einheitlichen Bemessung der Maschinen und Apparate und der Frage der Antriebsmaschinen in Elektrizitätswerken sowohl in Eigenberatungen als auch in Konferenzen mit den Vertretern anderer Komitees aufs eingehendste beschäftigt.

Was die zuerst berührten Fragen der Nomenklatur und der Symbole anbelangt, so hat nach Beratungen der Vertreter einiger nationaler Komitees in Zürich im Jänner 1913, bei welchen das Österreichische Elektrotechnische Komitee durch den seither verstorbenen Prof. Dr. Karl Pichelmayer von der Technischen Hochschule in Wien vertreten war, und nach Überprüfung der dort gemachten Vorschläge in einer Reihe von Sitzungen der Kongreß der Internationalen Elektrotechnischen Kommission, der in Berlin im September des vergangenen Jahres tagte, eine Liste von Fachausdrücken aus dem Gebiete der Elektrotechnik in französischer und englischer Sprache und die dazugehörigen Definitionen aufgestellt, ferner eine Zusammenstellung der vorkommenden Bezeichnungen entworfen und deren Einheitlichkeit durchgeführt. Die aufgestellte Liste der Fachausdrücke wurde durch die deutschen Ausdrücke und die im Deutschen hiefür üblichen Definitionen ergänzt, zu welchem Zweck im Jänner d. J. zwischen dem Österreichischen, Deutschen und Schweizer Elektrotechnischen Komitee in Berlin Verhandlungen gepflogen wurden, mit deren Durchführung das österreichische Komitee Herrn Prof. Dr. Niethammer betraut hatte*).

Die allergrößte Bedeutung kommt den beiden anderen eingangs angeführten Fragen, das ist der Bemessung und Bewertung elektrischer Maschinen und Apparate und der Frage der Antriebsmaschinen in Elektrizitätswerken zu. Die Beratungen in Zürich erstreckten sich auf die Definition der Leistungen von Transformatoren, auf internationale Normale für Handelskupfer, auf die Daten, die beim Einkauf und Verkauf von Maschinen zu beobachten sind und auf jene, die auf der Maschine anzubringen sind und endlich auf die Bemessung der elektrischen Maschinen selbst. Die Beratung betreffend die Antriebsmaschinen, an welcher in Vertretung des österreichischen Komitees Herr Prof. Kobes von der k. k. Technischen Hochschule in Wien teilnahm, haben sich vorerst auf die Wasserkraftmaschinen erstreckt und bezogen sich hier auf die Grundlage für die Bewertung der Wasserkräfte, auf die Festlegung der bei Wasserkraftanlagen in Betracht kommenden „Gefälle", auf die in hydroelektrischen Zentralen maßgebenden Leistungen, auf die wichtigsten Bestimmungsgrößen der Turbinen und auf die Regulierung. In allen diesen Fragen hat die Konferenz in Zürich Vorschläge gemacht, die in den nationalen Komitees zur Beratung gestellt wurden. Auch das Österreichische Elektrotechnische Komitee hat über diese Vorschläge eingehend beraten und für manche derselben eine Abänderung vorgeschlagen. Auf dem Kongreß in Berlin, welchem die Aufgabe zufiel, die auseinandergehenden Anschauungen der Komitees auszugleichen und auf dem das österreichische Komitee durch die Herren Prof. Kobes (Wien), Prof. Niethammer (Brünn) und Prof. Rothert (Lemberg) vertreten war, sind nur einige wenige dieser Fragen als spruchreif erledigt worden. Die nächste Konferenz ist im Jahre 1914 in Madrid geplant.

Bei der vorjährigen Generalversammlung wurde bekanntgegeben, daß in unserem Regulativkomitee ein Entwurf des Verbandes deutscher Elektrotechniker über „Normalien für Freileitungen" in Behandlung steht.

Dieser Entwurf, über welchen zwischen unserem Regulativkomitee und dem Verbande ein reger Meinungsaustausch stattgefunden hat, wurde auf der diesjährigen Jahresversammlung in Breslau als für Deutschland gültig angenommen. Über Beschluß unseres Regulativkomitees wurden die „Normalien für Freileitungen" und die im Zusammenhange notwendige „Neufassung der §§ 66, 74, 75 und 76 unserer Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen" in unserer Vereinszeitschrift veröffentlicht und zur allgemeinen Diskussion gestellt. Es sind eine Reihe von Abänderungsvorschlägen eingelangt, welche seitens des Regulativkomitees zum größten Teile angenommen worden sind.

Auch beim Verbande Deutscher Elektrotechniker wurden in letzter Zeit verschiedene, zum Teil weitgehende Abänderungsvorschläge in Behandlung genommen. Um nun eine soweit als tunlich mit der Fassung der Normalien des Verbandes übereinstimmende Fassung für Österreich zum Vorschlage bringen zu können, hat das Regulativkomitee beschlossen, von der Herausgabe der „Normalien für Freileitungen" vorerst abzusehen, und zu beantragen,

*) Siehe die Liste in dem vorliegenden Heft, Seite 330.

Digitized by Google

daß bis zur endgültigen Regelung dieser Angelegenheit die vom k. k. Handelsministerium im Einvernehmen mit den anderen beteiligten Ressort-Ministerien verlautbarten „grundsätzlichen Bestimmungen", welche von den behördlichen Organen bei Amtshandlungen in Angelegenheiten elektrotechnischer Freileitungsanlagen als Direktiven anzuwenden sind (veröffentlicht im Heft Nr. 11 d. J. der Vereinszeitschrift), als provisorischen Ersatz für die §§ 74 bis 76 unserer Sicherheitsvorschriften der diesjährigen Generalversammlung zur Annahme zu beantragen.

Das vom Verein eingesetzte Komitee für die Normalisierung der Glühlampensockel für Pauschalanlagen, in welchem auch die Vereinigung österrreichischer und ungarischer Elektrizitätswerke und die Glühlampenfirmen vertreten sind, hat seine Arbeiten beendet. Im Einvernehmen mit dem Verbande Deutscher Elektrotechniker wurde eine von der Firma Imme & Löbner stammende Konstruktion als Normalpauschalfassung aufgestellt.

Bei diesem System trägt der Glühlampensockel einen zylindrischen Fortsatz, welcher in einen in die Lampenfassung einzulegenden Isolierring paßt; durch entsprechende Dimensionierung des Durchmessers des Fortsatzes, bezw. des Loches im Einsatzring erfolgt die Abstufung für die Verwendung verschiedener Lampentypen, und zwar derart, daß die Verwendung von Lampen mit höherer Kerzenstärke in Fassungen, welche für Lampen mit niederer Kerzenstärke bestimmt sind, unmöglich ist.

Die Bestimmungen über diese beschlossenen Normalpauschalfassungen wurden in einem Entwurf von „Vorschriften für die Prüfung und Konstruktion von Installationsmaterial" des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, welcher auch mit unserem Vereine in Beratung steht, aufgenommen, und werden der Generalversammlung seinerzeit mit diesem Entwurfe zur Beschlußfassung vorgelegt werden.

Von der Normalisierung der derzeit vielfach in Verwendung stehenden Differentialfassungen wurde Abstand genommen; die genaue Prüfung hat ergeben, daß so verschiedene Dimensionen bei Differentialfassungen im Handel vorkommen, daß die Aufstellung eines Mittelwertes aus allen Dimensionen nicht möglich ist. In diesem Belange wurde dem Komitee seitens der Direktion der Etsch-Werke in Meran umfangreiches Material mit tabellarischen Zusammenstellungen zur Verfügung gestellt, welches für die Beurteilung dieser Frage von besonderem Wert war.

Es steht zu erwarten, daß nach Aufstellung der vom Komitee beschlossenen Normalfassung „Imme & Löbner", welche gegenüber dem System der Differentialfassungen ganz außergewöhnliche Vorteile bietet, die Differentialfassungen in absehbarer Zeit vom Markte vollkommen verschwinden werden und damit endlich die vielen Unzukömmlichkeiten, welche für Glühlampenerzeuger und Elektrizitätswerke durch die Verwendung der Differentialfassungen entstehen, endgültig beseitigt sein werden.

Die vorgenannten „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial" samt dazugehörigen Erläuterungen, weiters die Entwürfe des Verbandes Deutscher Elektrotechniker von „Vorschriften über die Konstruktion und Prüfung von Schaltapparaten bis 750 *V*" samt Erläuterungen und "Vorschriften über Handgebrauchsapparate", weiters die vom Verbande bereits angenommenen „Richtlinien für die Konstruktion und Prüfung von Wechselstrom-Hochspannungsapparaten von 1500 *V* aufwärts" stehen in dem im Vorjahre eingesetzten Komitee für Prüfungs- und Konstruktions-Vorschriften in Beratung. Über die vorgenannten Vorschriftenentwürfe wurden seitens des Komitees eine Reihe von Abänderungs- und Ergänzungsvorschläge beschlossen und dem Verbande in Vorschlag gebracht, welche derzeit noch in Diskussion stehen.

Die von unserem Vereine herausgegebenen „Sondervorschriften für Theater" wurden behördlich nicht anerkannt, da einzelne Bestimmungen derselben mit den bezüglichen Vorschriften des niederösterreichischen Theaterlandesgesetzes vom 14. März 1911 nicht übereinstimmen. Es wurde beschlossen, unsere Theatervorschriften einer Revision zu unterziehen und für diese Bearbeitung ein eigenes Komitee eingesetzt, welches die Beratungen im Vormonate begonnen hat.

Für die Beratung von fachlichen Vorschriften der Schwachstromtechnik wurde im Vorjahre ein eigenes Komitee gebildet. In diesem Komitee stehen derzeit folgende Verbandsvorschriften in Behandlung: „Leitsätze für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen", „Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen Blitz" und ein Entwurf über „Normalien für Fernmeldeanlagen". Die Aufstellung von Vorschriften für Schwachstromanlagen wird allgemein auch für Österreich als wünschenswert erachtet.

Wie alljährlich, wurde auch im Berichtsjahre an Behörden, Körperschaften und Private eine große Anzahl von Gutachten und fachlichen Auskünften abgegeben; mit der Erledigung dieser Agenden ist vornehmlich unser Komitee für technische Angelegenheiten betraut. Hervorgehoben sei ein abgegebenes Gutachten über einen vom k. k. Handelsministerium stammenden Entwurf betreffend Revision der Ministerialverordnung vom 25. März 1883, R. G. Bl. Nr. 41 („Gewerbsmäßige Anlagen zum Zwecke der Erzeugung und Leitung von Elektrizität").

In nächster Zeit wird eine „Österreichische Beleuchtungstechnische Kommission" gegründet werden, welcher auch unser Verein als Mitglied beitreten wird. Die Gründung wird durch den Verein der Gas- und Wasserfachmänner erfolgen und war unser Verein bei den Vorberatungen durch Herrn Hofrat Dr. Kusminsky und Herrn Regierungsrat Prof. Schlenk vertreten. Nach den Statuten fällt dieser Kommission die Aufgabe zu, die von der Internationalen Beleuchtungstechnischen Kommission gemachten Vorschläge, welche sich auf das Studium und die Beratung von Fragen der Beleuchtungstechnik und die sie stützenden Wissenschaften beziehen, zu diskutieren, selbst zu solchen Fragen Anregung zu geben; ferner obliegt dieser Kommission die Ernennung der österreichischen Delegierten für die Internationale Beleuchtungstechnische Kommission, sowie die Obsorge für die Veröffentlichung der gefaßten Beschlüsse.

Wie bekannt, führt unser Verein seit Jahren eine „Statistik der Starkstromunfälle für Österreich". Ein Vergleich unserer statistischen Angaben mit den bezüglichen Berichten der k. k. Gewerbeinspektoren hat nun gezeigt, daß die gewerblichen Betriebe die unserem Vereine gegenüber übernommene Anzeigepflicht von Starkstromunfällen nicht einhalten und wenn die Anzeigen erfolgen, die Fragebogen oft recht mangelhaft beantwortet werden. Auf eine bezugliche Anregung des Herrn Ing. Rosenbaum, welcher über diese Statistik referiert, wurde diese Angelegenheit im Ausschusse besprochen und ein Komitee zur Regelung dieser so hochwichtigen Statistik eingesetzt. An den Beratungen nehmen über Einladung unseres Vereines Herr Dozent Dr. Jellinek als Delegierter des Elektropathologischen Museums der k. k. Universität Wien und Herr Ober-Inspektor Beron als Delegierter der Vereinigung der österreichischen und ungarischen Elektrizitätswerke teil.

Die von unserem Vereine im Einvernehmen mit der Vereinigung österreichischer und ungarischer Elektrizitätswerke in Angelegenheit der Popularisierung der Elektrizität unternommene Aktion hat bedauerlicherweise zu keinem positiven Resultat geführt. Wenn auch die Notwendigkeit einer Propagandaaktion gerade für Österreich als notwendig und äußerst wünschenswert erachtet wird, so erscheint es nicht möglich, eine entsprechende finanzielle Beteiligung der vor allem interessierten Elektrizitätswerke zur Gründung einer „Geschäftsstelle für Elektrizitätsverwertung" — wie sie in Deutschland schon seit Jahren mit bestem Erfolge besteht — zu erreichen. Sowohl unser Verein, als auch die Vereinigung österreichischer und ungarischer Elektrizitätswerke haben sich bemüht, die Elektrizitätswerke zu einer Beteiligung an der Gründung einer Geschäftsstelle zu veranlassen, ohne jedoch Erfolg zu haben.

Über die im letzten Vereinsjahre abgehaltenen Versammlungen, über die einzelnen Vorträge, sowie über die Vereinsexkursionen wurde in unserer Vereinszeitschrift unter „Chronik des Vereines" im Laufe des Jahres eingehend berichtet.

Auf der vorjährigen (XXXI.) ordentlichen Generalversammlung wurde, wie bekannt, unser erster Zweigverein in Brünn gegründet. Die konstituierende Versammlung des Zweigvereines fand am 6. April 1913 unter zahlreicher Beteiligung im Neubau der Deutschen Technischen Hochschule in Brünn statt. An der Versammlung nahmen in Vertretung unseres Vereinsausschusses die Herren: Vize-Präsident Hofrat Dr. L. Kusminsky, und Ing. F. Drexler teil. Zum Obmann des Zweigvereines wurde Herr Prof. Dr. Niethammer gewählt, unter dessen zielbewußter Leitung sich der Verein bestens entwickelt. Bezüglich der in der vorjährigen Generalversammlung genehmigten Statuten ist zu berichten, daß dieselben einer Revision unterzogen werden sollen, und wird ein diesbezüglicher Antrag einer späteren Generalversammlung vorgelegt werden. Die diesbezüglichen Verhandlungen mit dem Brünner Zweigverein sind derzeit im Zuge.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß wir auch im Vorjahre zu den Jahresversammlungen der uns nahestehenden Korporationen Delegierte entsendet haben; an der X. Jahresversammlung der Vereinigung österreichischer und ungarischer Elektrizitätswerke, welche in Budapest abgehalten worden ist, hat Herr Direktor Dr. Hiecke, an der XXI. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, welche in Breslau abgehalten worden ist, hat Herr Direktor Kallir als Vertreter unseres Vereinsausschusses teilgenommen.

In Bezug auf unser Vereinsorgan, die Zeitschrift Elektrotechnik und Maschinenbau, haben wir zu bemerken, daß selbe, wie in den früheren Jahren, eine stetige Entwicklung aufweist.

Digitized by Google

Die Auflage mußte gegenüber 1912 noch weiter erhöht werden. Neben der ausgewiesenen Erhöhung der Zahl der Mitglieder können wir auch einen erfreulichen Zuwachs an Abonnenten verzeichnen. Wir bringen bei dieser Gelegenheit zur Kenntnis, daß wir unsere alte Verbindung mit der Verlagsfirma Spielhagen & Schurich gelöst und den Kommissionsverlag in die Hände der Firma R. Lechner & Sohn gelegt haben.

Über die „Statistik der Elektrizitätswerke" haben wir mitzuteilen, daß entsprechend dem seinerzeitigen Beschlusse für das Jahr 1914 nur eine Nachtragsstatistik bearbeitet wurde, die dieser Tage erscheint".

Zum Punkte 2 der Tagesordnung, Bericht des Kassaverwalters über den Gebarungsausweis und die Bilanz pro 1913, übergehend, erteilt der Vorsitzende das Wort dem Kassaverwalter Herrn Direktor Reich, welcher den folgenden Bericht erstattet:

„Sehr geehrte Herren! Das Ihnen vorliegende, im Heft Nr. 9 in den Einzelheiten ausgewiesene Endergebnis des Jahres 1913 weist gegenüber dem Präliminare nur eine geringe Erhöhung des Zuwachses an Vereinsvermögen aus. Die Hauptursache für diese Erscheinung liegt darin, daß der Gebarungsüberschuß der Zeitschrift nur einen minimalen Fortschritt gegenüber dem Voranschlage aufweist. Unter den ungünstigen wirtschaftlichen Verhältnissen, welche während des Jahres 1913 in der österr.-ungar. Monarchie geherrscht haben, war es der Administration unserer Zeitschrift nicht mehr möglich, eine weitere Steigerung der Einnahmen der Zeitschrift zu erreichen und wir mußten uns damit zufriedengeben, daß wenigstens ein Rückgang in den Ergebnissen nicht zu verzeichnen war. Die Aussichten für das laufende Jahr sind ebenfalls nicht günstig und die Vereinsleitung hat bei Aufstellung des Präliminares pro 1914 diese Verhältnisse berücksichtigen müssen.

Auf die einzelnen Posten des Gebarungsausweises übergehend, bemerke ich, daß der Zuwachs an Mitgliedsbeiträgen nicht in wünschenswerter Weise fortschreitet. Einerseits dürfte dies mit den bereits erwähnten wirtschaftlichen Verhältnissen im Zusammenhange stehen, andererseits müssen wir leider feststellen, daß in den elektrotechnischen Fachkreisen noch immer nicht genügend Gewicht darauf gelegt wird, die Wirksamkeit unseres Vereines durch die Erwerbung der Mitgliedschaft entsprechend zu unterstützen. Die Vereinsleitung befaßt sich eingehend mit der Erörterung der Mittel, welche angewendet werden sollen, um nach dieser Richtung hin, eine Besserung herbeizuführen. Es dürfte die diesbezügliche Beratung im Jahre 1914 abgeschlossen werden und sich zu Vorschlägen an die nächste Generalversammlung verdichten.

Das scheinbare Mindererträgnis im Gebarungsüberschuß der Zeitschrift ist nur die Folge einer geänderten Buchung diverser Ausgaben, wie dies auf der Ausgabenseite durch eine entsprechende Ersparnis bei den Bureauspesen ausgewiesen erscheint. Die im Gebarungsausweis ausgewiesene Subvention von K 2600 stammt zum größten Teil aus einer munifizenten Zuwendung der Gemeinde Wien — städt. Elektrizitätswerke und nimmt die Vereinsleitung diese Gelegenheit wahr, um der Direktion der städtischen Elektrizitätswerke in Wien den verbindlichsten Dank für diese Unterstützung der Vereinstätigkeit auszusprechen.

Bei den Ausgaben erscheinen als Hauptpost, welche gegenüber dem Voranschlage überschritten wurde, die Ausgaben für die anläßlich des 30jährigen Vereinsjubiläums veranstalteten Festlichkeiten. Die Vereinsleitung ging von dem Standpunkte aus, daß diese Festlichkeiten der Stellung entsprechend sein müssen, welche der Elektrotechnische Verein wissenschaftlich und gesellschaftlich in der Monarchie einnimmt, und hat sich dadurch veranlaßt gesehen, die Festlichkeiten in größerem Rahmen abzuhalten, als ursprünglich in Aussicht genommen wurde. Die hiedurch verursachten Mehrauslagen haben, wie Sie aus dem Gebarungsausweis ersehen, die Vermögenslage des Vereines nicht beeinflußt, da sie aus den laufenden Einnahmen gedeckt werden konnten.

Am Effektenbesitz mußten wir leider eine neuerliche Abschreibung zufolge der niedrigen Kurse am 31. Dezember 1913 vornehmen, welche rein buchmäßige Ausgabe im Voranschlage nicht vorgesehen war.

Unter den Passiven figuriert ein Betrag von K 1000, welcher vom k. u. k. Major a. D. Herrn Grünebaum, dem Verein zur Verfügung gestellt wurde, unter der Voraussetzung, daß dieser Betrag seinerzeit für den Bau des neuen Vereinshauses zur Verwendung gelange und gleichzeitig hat auch Herr Major Grünebaum seine weitere finanzielle Unterstützung in Aussicht gestellt, falls das Projekt des Vereinshausbaues eine konkrete Form annehmen werde. Die Vereinsleitung spricht Herrn Major Grünebaum sowohl für die Spende, als auch für die in Aussicht gestellte weitere Unterstützung den tiefstgefühlten Dank aus.

Das Präliminare pro 1914 ist auf den Ergebnissen des Jahres 1913 aufgebaut, mit Ausnahme des Gebarungsüberschusses der Zeitschrift, bei welchem wir mit Rücksicht auf die bereits geschilderten wirtschaftlichen Verhältnisse mit einer Mindereinnahme gerechnet haben.

Wir wollen nichtsdestoweniger der Hoffnung Ausdruck geben, daß es gelingen wird, das Endergebnis des Jahres 1914 günstiger zu gestalten.

Der Administration unserer Zeitschrift gebührt für das unter ungünstigen wirtschaftlichen Verhältnissen erzielte Resultat die wärmste Anerkennung der Vereinsleitung."

Da zu diesem Berichte niemand das Wort wünscht, wird zum Punkte 3 der Tagesordnung Bericht der Revisoren geschritten und der Revisor Herr Gustav Swoboda eingeladen, den Revisionsbefund bekanntzugeben. Derselbe lautet: „Wir unterzeichneten Revisoren haben die Bücher und Rechnungen eingehend geprüft und uns durch vielfache Stichproben von der richtigen Buchführung volle Überzeugung verschafft.

Wir bestätigen auch, daß uns der Nachweis über den pro 31. Dezember 1913 vorhanden gewesenen Effektenbestand erbracht wurde.

Wir beantragen daher der Generalversammlung, dem Ausschuß das Absolutorium zu erteilen und dem Herrn Kassaverwalter für seine Bemühungen den wärmsten Dank auszudrücken.

Wien, am 11. März 1914.

Das Revisionskomitee:

Emil Honigmann m. p. *Ing. Ed. Pick* m. p. *G. Swoboda* m. p.

Der Vorsitzende bringt diesen Antrag auf Grund des Punktes 4 der Tagesordnung, Beschlußfassung über den Rechnungsabschluß, zur Abstimmung. Der Antrag wird einstimmig genehmigt.

Der Vorsitzende spricht dem Kassaverwalter, Herrn Direktor Reich, für seine dem Vereine gewidmete außerordentliche Mühewaltung den Dank aus; er dankt ferner dem Revisionskomitee für dessen Tätigkeit und geht sodann über zum Punkte 9 der Tagesordnung, Ernennung von Ehrenmitgliedern. Er bemerkt, daß im Vorjahre anläßlich der Feier des 30jährigen Vereinsjubiläums eine Anzahl von Herren mit der Würde der Ehrenmitgliedschaft bedacht worden seien. Bei der Aufstellung der betreffenden Liste scheint aber ein Irrtum insofern unterlaufen zu sein, als zwei sehr verdienstvolle Persönlichkeiten vergessen wurden. Die eine ist Herr kais. Rat Floris Wüste, an den sich die meisten der Anwesenden noch erinnern werden, wie er in der aufopferungsvollsten Weise dem Vereine als Kassaverwalter gedient hat, so daß es ein Gebot der Billigkeit und des schuldigen Dankes ist, ihn unter die Ehrenmitglieder aufzunehmen. Die zweite Persönlichkeit betrifft den Herrn Ing. Ludwig Kohlfürst, der seit 1883 Mitglied, sich durch seine zahlreichen literarischen Arbeiten um die Elektrotechnik ganz besonders verdient gemacht hat. Auch ihm gebührt die Ehrenmitgliedschaft.

Der Antrag, den beiden genannten Herren die Ehrenmitgliedschaft zuzuerkennen, wird einstimmig genehmigt.

Der Vorsitzende dankt der Versammlung für die Annahme dieses Antrages mit dem Bemerken, daß die beiden neuen Ehrenmitglieder von diesem Beschlusse der Generalversammlung telegraphisch verständigt werden. Es folgen nun Punkt 10, Beschlußfassung in Angelegenheit der Revision der Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen (Neufassung der §§ 74, 75 76, betreffend Freileitungen), und Punkt 11, Beschlußfassung in Angelegenheit der „Normalien für Freileitungen."

Direktor Kallir, dem zu diesen beiden Punkten das Wort erteilt wird, führt folgendes aus:

„Das Regulativ-Komitee hat bereits im Winter 1911 bis 1912 in Erkenntnis der Notwendigkeit einer Revision der Sicherheitsvorschriften hinsichtlich der in denselben enthaltenen Bestimmungen für die Ausführung von Freileitungen und über mehrfach in dieser Hinsicht gegebene Anregung eine Neubearbeitung dieser Vorschriften in Angriff genommen und in längeren Beratungen Normalien für Freileitungen ausgearbeitet, welche sich im wesentlichen an die damals Geltung habenden Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker anlehnten. Insbesondere waren in diesem Entwurf die Bestimmungen hinsichtlich der der Berechnung der Leitungen zugrunde zu legenden Bedingungen und der zulässigen Beanspruchungen im Sinne der Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker festgelegt. Die Arbeiten des Regulativ-Komitees waren im Sommer 1912 beendet und das Regulativ-Komitee beabsichtigte im Herbst 1912, diese neuen Vorschriften Ihnen zur Beschlußfassung vorzulegen. Inzwischen wurde jedoch dem Regulativ-Komitee bekannt, daß der Verband Deutscher Elektrotechniker, bezw. das hiefür zuständige Komitee desselben sich mit einer Neubearbeitung der Normalien für Freileitungen befasse. Unser Verein war überdies hinsichtlich anderer Vorschriften mit

Digitized by Google

dem Verbande Deutscher Elektrotechniker in nähere Fühlung getreten und es war beschlossen worden, hinsichtlich der Herausgabe neuer Vorschriften und Normalien, nach Tunlichkeit zusammenzuarbeiten. Das Regulativ-Komitee sah sich aus diesem Grunde veranlaßt, mit der Herausgabe der von ihm ausgearbeiteten Normalien zuzuwarten, um so mehr als die Beratungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker im raschen Tempo geführt wurden und die neuen Vorschriften bereits der Jahres-Versammlung im Jahre 1913 zur Annahme vorgelegt werden sollten. Tatsächlich wurden auch diese Vorschriften bis zur Versammlung in Breslau im Sommer 1913 fertiggestellt, und auf dieser Verbands-Versammlung angenommen. An den Beratungen dieser neuen Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker hat das Regulativ-Komitee im Sinne der mit dem Verbande Deutscher Elektrotechniker hinsichtlich des Zusammenarbeitens gefaßten Beschlusses bereits teilgenommen, Vorschläge unterbreitet und der Berichterstatter war auch in der Lage, bei mehreren Sitzungen das Regulativ-Komitee persönlich zu vertreten.

Das Regulativ-Komitee hat hierauf im Herbst des Jahres 1913 auf Grund der vom Verbande Deutscher Elektrotechniker angenommenen neuen Normalien seine Arbeiten wieder aufgenommen und im Heft 49 des Jahrganges 1913 unserer Vereins-Zeitschrift zwei Vorschläge zur Veröffentlichung gebracht, und zwar einerseits Normalien für Freileitungen, die sich mit Ausnahme weniger Abweichungen den Deutschen Normalien völlig anschließen; andererseits Vorschläge für den Ersatz der §§ 74 bis 76 der Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen, da durch die Annahme der neuen Normalien die Abänderung der das gleiche Gebiet behandelnden Paragraphen der Sicherheitsvorschriften erforderlich gemacht war.

Inzwischen ist jedoch der Verband Deutscher Elektrotechniker bereits in den Herbstmonaten in eine Neubearbeitung der von ihm im Sommer 1913 beschlossenen Normalien eingetreten und es werden, wie wir in den letzten Wochen erfahren haben, wohl eine Reihe von wesentlichen Änderungen der Deutschen Freileitungs-Normalien der diesjährigen Jahresversammlung zur Annahme vorgelegt werden. Das Regulativ-Komitee konnte sich unter diesen Umständen nicht entschließen, Ihnen zu empfehlen, die auf Grund der Deutschen Normalien vom Jahre 1913 ausgearbeiteten und im Heft 49 der Zeitschrift veröffentlichten Bestimmungen anzunehmen. Vielmehr möchte das Regulativ-Komitee das Ergebnis der im Zuge befindlichen Beratungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker abwarten. Hiezu konnte sich das Regulativ-Komitee um so eher entschließen, als die den derzeitigen Verhältnissen nicht mehr entsprechenden Bestimmungen der Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen unseres Vereines inzwischen durch einen Erlaß des hohen k. k. Handelsministeriums vom 5. Februar außer Kraft gesetzt worden sind. Das hohe k. k. Handelsministerium hatte nämlich in der zweiten Hälfte des Jahres 1913 auf Grund der bis dahin geführten Beratungen des Regulativ-Komitees „Grundsätzliche Bestimmungen für Freileitungen" verfaßt, die an Stelle der §§ 74 bis 76 der Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen des Elektrotechnischen Vereines in Wien zu treten haben. Diese Bestimmungen, welche den in Betracht kommenden politischen Landesbehörden durch einen Runderlaß zugegangen sind, die im übrigen im Heft 11 unserer Zeitschrift abgedruckt erschienen, tragen den derzeitigen Anschauungen, wie eine Durchsicht derselben Sie wohl gelehrt haben dürfte, im vollen Maße Rechnung. Man kann wohl sagen, daß durch diese Bestimmungen bessere Verhältnisse erreicht wurden, als sie vor Beschluß der neuen Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker im Jahre 1913 in Deutschland bestanden.

Das Regulativ-Komitee hat daher beschlossen, und der Ausschuß des Vereines hat diesen Beschluß angenommen, Ihnen zu empfehlen, zu beschließen, daß bis zu dem Zeitpunkte, in welchem die Beratungen über neue Normalien für Freileitungen im Einvernehmen mit dem Verbande Deutscher Elektrotechniker einem Abschluß zugeführt werden können, derart, daß den dann vorliegenden Normalien eine längere Geltungsdauer erhofft werden kann, die vor kurzem vom k. k. Handelsministerium im Einvernehmen mit dem k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten, dem k. k. Ministerium des Innern und dem k. k. Eisenbahnministerium verlautbarten grundsätzlichen Bestimmungen als provisorischer Ersatz für die in den §§ 74 bis 76 unserer Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen enthaltenen Bestimmungen zu gelten haben. Das Regulativ-Komitee wird selbstverständlich an den weiteren Arbeiten des Verbandes teilnehmen und dieselben so weit als möglich fördern. Es ist zu hoffen, daß die Abänderungen der Normalien von der diesjährigen Jahresversammlung beschlossen werden und daß es dem Regulativ-Komitee sodann möglich sein wird, Ihnen definitive Vorschläge hinsichtlich dieser Normalien und hinsichtlich dementsprechend verfaßter Ersatzvorschriften für die §§ 74 bis 76 der Sicherheitsvorschriften vorzulegen, sowie es auch beabsichtigt ist, dann an die in Betracht kommenden Ministerien mit der Bitte heranzutreten, diese Ausarbeitungen des Elektrotechnischen Vereines den in Betracht kommenden Landesbehörden zur Verwendung bei allen einschlägigen Amtshandlungen vorzuschreiben.

Für die Zwischenzeit bittet das Regulativ-Komitee, eine Regelung durch Annahme des vorangeführten Antrages herbeizuführen."

Der Antrag wird zur Abstimmung gebracht und einstimmig angenommen.

Generalsekretär Dettmar: „Ich bitte zu gestatten, daß ich noch zum Berichte des Herrn Direktor Kallir eine Auskunft gebe. Es wird vielleicht nicht ganz klar sein, warum die im Vorjahre beschlossenen Normalien für Freileitungen schon wieder revidiert werden sollen. Das ist aber durchaus nichts Überraschendes, es war vielmehr von vornherein vorgesehen, und zwar aus folgenden Gründe: Die früheren Normalien für Freileitungen waren bereits derart veraltet, daß man glaubte, mit denselben nicht noch ein Jahr arbeiten zu sollen. Da man aber im Vorjahre mit der Revision nicht ganz fertig werden konnte, so entschloß man sich zur Herausgabe des fertigen Teiles, wobei jedoch gleichzeitig ausdrücklich erklärt wurde, die Arbeiten fortzusetzen und zu Ende zu führen."

Es gelangt nun Punkt 12, eventuelle Anträge (§ 3 der Statuten), zur Verhandlung. Da niemand zu diesem Punkte das Wort wünscht, erscheint derselbe erledigt.

Der Vorsitzende gibt nun noch bekannt, daß sämtliche vorgeschlagenen Ausschußmitglieder einstimmig gewählt wurden, und begrüßt insbesondere den neuen Vizepräsidenten. Herr Direktor Kallir erklärt die Annahme der auf ihn gefallenen Wahl und spricht die Versicherung aus, seine Kräfte gerne dem Vereine zur Verfügung zu stellen. Zum Schlusse spricht der Präsident dem Vereinsbureau und namentlich dem Chefredakteur Herrn Ing. Seidener und dem Sekretär Herrn Ing. Marx für die dem Vereine zugewendete, sehr ersprießliche Tätigkeit und erfolgreiche Bemühung den besten Dank aus und erklärt die XXXII. ordentliche Generalversammlung als geschlossen.

Der Präsident:

L. Gebhard m. p.

Die Verifikatoren:

Dr. G. Dimmer m. p.

W. Krejza m. p.

Der Sekretär:

Ing. A. Marx m. p.

Vereins-Nachrichten.

Elektrotechnischer Verein in Brünn.

Einladung zur I. Generalversammlung, welche Sonntag den 26. April 1914, 10 Uhr vormittags, im Hörsaale Nr. 90 im Erweiterungsbau der Deutschen technischen Hochschule, Jodokstraße Nr. 10, mit nachstehender Tagesordnung stattfindet:

1. Beratung und Beschlußfassung über den Rechenschaftsbericht, Rechnungsabschluß und Voranschlag für das Jahr 1913.

2. Änderung der Statuten.

3. Eventuelle Anträge.

Der Vorstand.

Vereinsversammlungen.

Die Vereinsversammlungen werden, wenn nicht anders angegeben, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse Nr. 11, I. Stock, abgehalten und wurden hiefür für die Vortragsaison 1913/14 folgende Tage festgesetzt:

21. April 1914.

Vortrag.

Dienstag den 21. April, 7 Uhr abends, im Festsaale des niederösterr. Gewerbevereines, I. Eschenbachgasse 11, I. Stock, Vortrag des Herrn Direktor Hubert Sauer über: „Die städtischen Elektrizitätswerke der Gemeinde Wien und deren Betriebsmittel". (Mit Lichtbildern.) 3. Teil: Kabelnetze, Transformatoren, Stromzählapparate, geschäftliche Organisation und finanzielle Ergebnisse.

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 14. April 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 126, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechszehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M.; Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Beiträge zur Frage der Wellenformen und Deformationen bei Ausgleichsvorgängen längs gestreckter Leiter. Von W. O. Schumann 345
Zur Berechnung elektrischer Leitungsnetze. Von Karl Fuchs, Preßburg 350
Der gegenwärtige Stand der Elektrifizierung von Bahnen in Bayern 354
Rundschau:
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 356
Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 357
Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 357
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 357
Leitungen 358
Elektrische Beleuchtung 359
Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen 359
Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 360
Telegraphie und Telephonie 360
Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen 361
Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie 361
Chronik 362
Literatur-Bericht 362
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Schalter (Schluß) 363
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *221—236*.

Beiträge zur Frage der Wellenformen und Deformationen bei Ausgleichsvorgängen längs gestreckter Leiter.

Von **W. O. Schumann.**

Die folgenden Zeilen sollen sich mit den Veränderungen befassen, die in erster Linie die steile Stirn einer Wanderwelle erleidet, wenn eine solche auf Widerstände, Induktivitäten oder Kapazitäten trifft, die in irgendeiner Weise mit den Leitungen verbunden sind.

Für die auftreffende Welle ist allgemein die Rechteckform angenommen. Es sollen eine Reihe möglicher Schaltungen ganz kurz charakterisiert werden, besonders während oder kurz nach dem Auftreffen der steilen Stirn. Der vollständige Ausgleichvorgang hat mit Hinsicht auf die gestellte Aufgabe kein Interesse. Die mathematische Behandlung setze ich als bekannt voraus und beschränke mich auf die Wiedergabe der Resultate.

Es bedeuten im folgenden:

p_1 die (konstante) Spannung der ankommenden Rechteckwelle;

p_1' die in die erste Leitung zurückreflektierte Welle;

p_2 die in die zweite Leitung eindringende Welle;

$\alpha_1\,\alpha_2$ die Wellenwiderstände der beiden Leitungen, an deren Verbindungsstelle sich die Schaltung befindet. ($\beta_1\,\beta_2$ die entsprechenden reziproken Werte);

$i_1\,i_1'\,i_2$ die den Spannungen $p_1\,p_1'\,p_2$ entsprechenden Ströme, wobei bekanntlich die Spannung der ersten Leitung $(p_1 + p_1')$ und der Strom der ersten Leitung $(i_1 - i_1')$ ist*).

Der Vollständigkeit halber seien zuerst einige schon untersuchte Schaltungen skizziert**).

I. Einfacher Kondensator zwischen den Leitungen (Fig. 1).

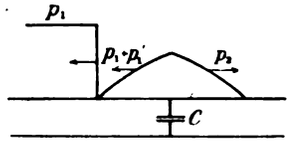


Fig. 1.

$$p_2 = 2\,p_1\,\frac{\beta_1}{\beta_1 + \beta_2}\left(1 - e^{-\frac{\beta_1+\beta_2}{C}t}\right).$$

$$p_1 + p_1' = p_2.$$

$$i_c = 2\,p_1\,\beta_1\,e^{-\frac{\beta_1+\beta_2}{C}t}.$$

$$\frac{dp_2}{dt} = 2\,p_1\,\frac{\beta_1}{C}\,e^{-\frac{\beta_1+\beta_2}{C}t}.$$

Zur Zeit $t = 0$ (Auftreffen der Welle):

$$p_2 = 0. \quad p_1' = -\,p_1.$$

$$\left(\frac{dp_2}{dt}\right)_{max} = \frac{2\,p_1}{C\,\alpha_1}, \quad \left(\frac{dp_2}{dx}\right)_{max} = \frac{1}{v_2}\left(\frac{dp_2}{dt}\right)_{max}.$$

Der Kondensator wirkt im ersten Moment wie ein vollständiger Kurzschluß, da seine Ladung Null ist und

*) Die Spannungen $p_1\,p_2$ und die Ströme $i_1\,i_2$ als Funktionen der Zeit t geben den Verlauf an den Verbindungspunkten der Leitungen mit der betreffenden Schaltung an. Führt man statt der Zeit t das Argument $\frac{x}{v}$ ein, so erhält man räumliche Verteilung von Strom und Spannung auf den Leitungen, wenn man von der Dämpfung auf diesen absieht.

**) Siehe Pfiffner, E. u. M. 1912, Seite 953, Petersen, E. T. Z. 1913, Seite 267, K. W. Wagner, E. T. Z. 1912, Seite 1325. Während der Drucklegung erschien auch eine Arbeit von J. Biermanns, Archiv für Elektrot. 1914, Heft 6 (vergl. das Referat in E. u. M. 1914, Heft 13, Seite 273), die z. T. den gleichen Gegenstand behandelt.

Digitized by Google

sich nicht unstetig ändern kann. Die Spannungen $p_1 + p_1'$ und p_2 sind daher im Anfang Null. Es wird der volle Spannungssprung der Rechteckwelle mit negativem Vorzeichen reflektiert. Die Spannung in der zweiten Leitung steigt nach einer Exponentialfunktion an, um so langsamer, je größer die Kapazität des Kondensators ist. Eine merkbare Reduktion der maximalen Spannung gegenüber der ohne Kondensator tritt nur dann ein, wenn die Länge der ankommenden Welle gleich oder kleiner ist als

$$v_1 \frac{C}{\beta_1 + \beta_2}.$$

Im ersten Falle beträgt sie $\frac{100}{e}$ %, im zweiten entsprechend mehr. Der Spannungsanstieg in der zweiten Leitung ist nur von der Charakteristik der ersten abhängig. Der gleiche Kondensator schützt ein Kabel gegen eine aus einer Freileitung kommenden Welle zirka zehnmal besser als umgekehrt bezüglich der Umbildung der Wellenstirn. Der Kondensator entzieht der Welle Energie bis zum Betrag

$$\frac{2 p_1^2}{C} \left(\frac{\beta_1}{\beta_1 + \beta_2}\right)^2,$$

aber nur vorübergehend. Im ersten Moment ist die Energieabsorption gleich Null.

II. Einfache Drosselspule in den Leitungen (Fig. 2).

$$p_2 = 2 p_1 \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} \left(1 - e^{-\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{L} t}\right).$$

$$p_1 + p_1' = p_1 \left(\frac{2 \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} + \frac{2 \alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} e^{-\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{L} t}\right).$$

$$\frac{d p_2}{d t} = 2 p_1 \frac{\alpha_2}{L} e^{-\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{L} t}.$$

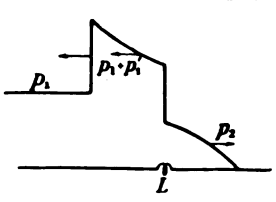


Fig. 2.

Zur Zeit $t = 0$ (Auftreffen der Welle):

$p_2 = 0$. $p_1 + p_1' = 2 p_1$.

$$\left(\frac{d p_2}{d t}\right)_{max} = p_1 \frac{\alpha_2}{L}.$$

Die Drosselspule wirkt im ersten Moment wie eine Unterbrechung des Kreises, da ihr Strom Null ist und sich nicht unstetig ändern kann. Es wird die volle Spannung reflektiert und es tritt eine Erhöhung auf die doppelte einfallende Spannung auf. Es wird auch hier der volle Spannungssprung reflektiert. Die Spannung in der zweiten Leitung steigt nach einem Exponentialgesetz an, um so langsamer, je größer L ist. Die maximale, in die zweite Leitung übertretende Spannung wird nur dann wesentlich in ihrer Amplitude reduziert, wenn die Länge der auftreffenden Welle gleich oder kleiner als

$$v_1 \frac{L}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

ist. Der Spannungsanstieg in der zweiten Leitung ist nur von deren Charakteristik abhängig. Auch hier ist ein Kabel mit der gleichen Spule besser geschützt als eine Freileitung. Die Spule entzieht der Welle ebenfalls vorübergehend Energie bis zum Betrag

$$2 p_1^2 \frac{L}{(\alpha_1 + \alpha_2)^2}.$$

Im Moment des Auftreffens ist die Energieabsorption gleich Null. Soll die Drosselspule den gleichen Effekt haben, wie ein Kondensator in bezug auf die durchgehende Welle, so ist $\frac{L}{C} = \alpha_1 \alpha_2$*) zu machen.

III. Serienkondensator (Fig. 3).

(Übertritt einer Welle von einem Sammelschienensystem auf ein anderes, wobei die Schienen eines Systems relativ weit auseinanderliegen im Verhältnis der gegenseitigen Entfernung der beiden Systeme.)

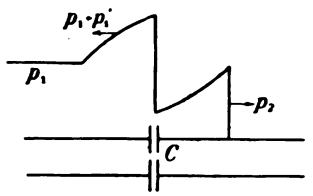


Fig. 3.

$$p_2 = 2 p_1 \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} e^{-\frac{1}{(\alpha_1 + \alpha_2) C} t}.$$

$$p_1 + p_1' = 2 p_1 \left(1 - \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} e^{-\frac{1}{(\alpha_1 + \alpha_2) C} t}\right).$$

Zur Zeit $t = 0$:

$$p_2 = 2 p_1 \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} = p_1 + p_1'.$$

In die zweite Leitung tritt ein Spannungsstoß über, der um so größer ist, je größer deren Charakteristik ist und um so rascher abklingt, je kleiner die Kapazität C ist. Auf die Art kann zum Beispiel von einem Kabel auch auf eine nicht direkt angeschlossene Leitung annähernd die doppelte Spannung übertragen werden. Der Kondensator verhält sich im ersten Moment wieder wie ein Kurzschluß **). Das Reflexionsgesetz im ersten Moment ist das bekannte an der Verbindungsstelle zweier Leitungen verschiedener Charakteristik.

IV. Paralleldrosselspule (Fig. 4).

(Zum Beispiel an die Leitung angeschlossener Transformator.)

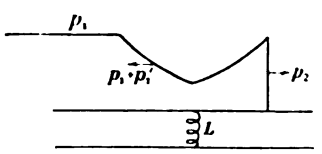


Fig. 4.

$$p_2 = 2 p_1 \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} e^{-\frac{1}{L(\beta_1 + \beta_2)} t}$$

$$p_1 + p_1' = 2 p_1 \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} e^{-\frac{1}{L(\beta_1 + \beta_2)} t}$$

$$i_L = \frac{2 p_1}{\alpha_1} \left(1 - e^{-\frac{1}{L(\beta_1 + \beta_2)} t}\right).$$

Zur Zeit $t = 0$:

$$p_2 = 2 p_1 \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} \quad p_1' = p_1 \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} \quad i_L = 0.$$

Die Drosselspule verhält sich wegen der erforderlichen Stetigkeit des Stromes im ersten Momente so, als ob sie offen wäre. Die anfänglichen Reflexionen (das heißt die Unstetigkeiten) sind nur von den Leitungskonstanten abhängig.

*) Siehe auch R. Rüdenberg, E. T. Z. 1913, Seite 571.

**) Dieses Verhalten des Kondensators und das im Abschnitt II angedeutete der Drosselspule gilt gegenüber jeder Unstetigkeit. Es läßt sich aus dieser Eigenschaft sehr leicht das Verhalten jeder Schaltung im Moment des Auftreffens eines Stoßes voraussagen. Während des Druckes dieser Arbeit erschien im Archiv f. Elektr. Seite 299 ein Aufsatz von Herrn K. W. Wagner der dasselbe ausdrücklich betont. (Vergl. das Referat in E. u. M. 1914, Heft 15, Seite 312.)

Digitized by Google

V. Serienwiderstand (Fig. 5).

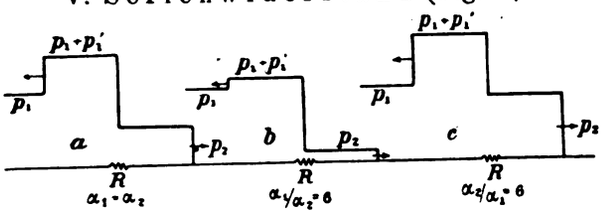


Fig. 5.

Bei einem Widerstande bleibt die Rechteckform der Welle erhalten, nur die Größen der Spannungen und Ströme ändern sich.

$$p_2 = 2\,p_1 \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2 + R}$$

$$p_1 + p_1' = 2\,p_1 \frac{R + \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2 + R}.$$

Wenn keine reflektierte Welle auftreten soll, muß $p_1' = 0$, das heißt $R = \alpha_1 - \alpha_2$ sein; es wird dann

$$p_2 = p_1 \frac{\alpha_2}{\alpha_1}.$$

Ist

$$\beta_1 = \beta_2 = \beta,$$

so wird

$$p_2 = 2\,p_1 \frac{\alpha}{2\,\alpha + R} \qquad p_1 + p_1' = 2\,p_1 \frac{\alpha + R}{2\,\alpha + R}$$

und wenn

$$p_2 = \frac{p_1}{n}$$

sein soll, muß der dazu erforderliche Widerstand

$$R = 2\,(n - 1)\,\alpha$$

sein, zum Beispiel für

$$n = 2 \qquad R = 2\,\alpha$$

und

$$p_2 = \frac{p_1}{2} \qquad p_1' = \frac{p_1}{2}.$$

Die größte Energieabsorption im Widerstande findet statt, wenn

$$R = \alpha_1 + \alpha_2$$

ist. Dann ist der Verlust im Widerstande

$$i_2^2 R = p_1^2 \beta_1 \cdot \frac{\beta_2}{\beta_1 + \beta_2}$$

und

$$p_2 = p_1 \frac{\beta_1}{\beta_1 + \beta_2} = p_1 \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} = p_1',$$

das heißt in diesem Falle ist die reflektierte Welle gleich der durchgelassenen.

Im besonderen gilt:

1. $\beta_1 = \beta_2$.

Fig. 5a. Homogene Leitung mit eingeschaltetem Widerstand.

$$R = 2\,\alpha \qquad p_2 = \frac{p_1}{2} = p_1'.$$

Es wird die halbe ankommende Spannungswelle durchgelassen und die halbe Welle reflektiert. Der Verlust im Widerstand ist

$$V = i_2^2 R = p_1^2 \frac{\beta_1}{2} = \frac{W_z}{2},$$

wenn W_z die durch die ankommende Welle zugeführte Leistung bedeutet, die also zur Hälfte dauernd absorbiert wird.

2. $\alpha_1 > \alpha_2 \qquad \beta_1 < \beta_2$.

Fig. 5b. Freileitung-Kabel.

$$R \cong \alpha_1 \qquad i_2^2 R \cong p_1^2 \beta_1 = W_z.$$

$$p_2 = p_1' \cong 0.$$

In diesem Fall wird die Welle nicht durchgelassen, es wird auch nichts reflektiert und fast die ganze ankommende Energie wird absorbiert.

3. $\alpha_1 < \alpha_2 \qquad \beta_1 > \beta_2$.

Fig. 5c. Kabel-Freileitung.

$$R \cong \alpha_2 \qquad i_2^2 R \cong 0 \qquad p_1' = p_2 \cong p_1.$$

Es wird fast keine Energie absorbiert, die volle Spannungswelle durchgelassen und zugleich reflektiert.

VI. Parallelwiderstand (Fig. 6).

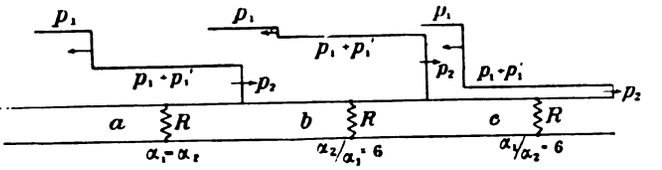


Fig. 6.

$$p_2 = 2\,p_1 \frac{\beta_1}{\frac{1}{R} + \beta_1 + \beta_2}$$

$$p_1' = p_2 - p_1 = p_1 \frac{\beta_1 - \beta_2 - \frac{1}{R}}{\beta_1 + \beta_2 + \frac{1}{R}}$$

$$= p_1 \frac{R\,(\alpha_2 - \alpha_1) - \alpha_1\,\alpha_2}{R\,(\alpha_1 + \alpha_2) + \alpha_1\,\alpha_2}.$$

Soll $p_2 = a\,p_1$ sein, so muß

$$R = \frac{1}{\beta_1 \left(\frac{2}{a} - \frac{\beta_2}{\beta_1} - 1 \right)}$$

sein und für $\beta_1 = \beta_2$

$$R = \frac{1}{2\,\beta_1 \left(\frac{1}{a} - 1 \right)},$$

zum Beispiel für $a = \frac{1}{2}$ wird

$$R = \frac{1}{2\,\beta} = \frac{\alpha}{2}.$$

Es wird dann nur die halbe Spannungswelle durchgelassen und die halbe negativ reflektiert.

Soll $p_1' = 0$ sein, das heißt nichts reflektiert werden, so muß

$$\frac{1}{R} = \beta_1 - \beta_2$$

sein. Dann ist $p_2 = p_1$.

Ist $\beta_2 = 0$, das heißt liegt der Widerstand am Ende einer Leitung, so gibt das die bekannte Bedingung $R = \alpha_1$.

Der maximale Energieverbrauch im Widerstand ist vorhanden für

$$R = \frac{1}{\beta_1 + \beta_2}.$$

Der Verlust ist dann

$$V = i_R^2 R = p_1^2 \beta_1 \frac{\beta_1}{\beta_1 + \beta_2}$$

und

$$p_2 = p_1 \frac{\beta_1}{\beta_1 + \beta_2} \qquad p_1' = -\,p_1 \frac{\beta_2}{\beta_1 + \beta_2}.$$

Digitized by Google

Im besonderen gilt:

1. $\beta_1 = \beta_2 = \beta$. Fig. 6*a*.

Homogene Leitung.

$$R = \frac{1}{2\beta} = \frac{\alpha}{2} \qquad p_2 = \frac{p_1}{2} \qquad p_1' = -\frac{p_1}{2}$$

$$i_R^2 R = p_1^2 \frac{\beta_1}{2} = \frac{1}{2} W_z.$$

Die halbe ankommende Energie wird absorbiert, die halbe Spannungswelle durchgelassen und die halbe negativ reflektiert.

2. $\beta_1 > \beta_2$. Fig. 6*b*.

Kabel-Freileitung.

$$R \cong \frac{1}{\beta_1} = \alpha_1 \qquad p_2 \cong p_1 \qquad p_1' \cong 0.$$

$$i_R^2 R \cong p_1^2 \beta_1 = W_z.$$

Fast die ganze ankommende Energie wird absorbiert, die ganze Spannungswelle durchgelassen, aber nichts reflektiert.

3. $\beta_2 > \beta_1$. Fig. 6*c*.

Freileitung-Kabel.

$$R \cong \frac{1}{\beta_2} = \alpha_2 \qquad p_2 \cong 0 \qquad p_1' \cong -p_1.$$

$$i_R^2 R \cong 0.$$

Es wird keine Energie absorbiert und fast die ganze Spannungswelle reflektiert.

VII. Parallelkondensator mit Vorschaltwiderstand (Fig. 7)*).

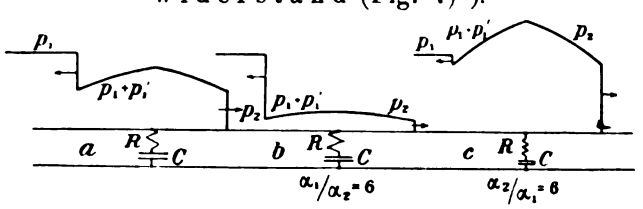


Fig. 7.

$$p_2 = 2 p_1 \beta_1 \left[\frac{e^{-\lambda t}}{\beta_1 + \beta_2 + \frac{1}{R}} + \frac{1}{\beta_1 + \beta_2}(1 - e^{-\lambda t}) \right] =$$

$$= p_1 + p_1'.$$

$$\lambda = -\frac{\beta_1 + \beta_2}{C[1 + R(\beta_1 + \beta_2)]}.$$

Kondensatorstrom

$$i_c = 2 p_1 \beta_1 \frac{\frac{1}{R}}{\beta_1 + \beta_2 + \frac{1}{R}} e^{-\lambda t}$$

Zur Zeit $t = 0$:

$$i_c = 2 p_1 \beta_1 \frac{\frac{1}{R}}{\frac{1}{R} + \beta_1 + \beta_2} \qquad p_2 = 2 p_1 \frac{\beta_1}{\frac{1}{R} + \beta_1 + \beta_2}.$$

Ist die auftreffende Welle sehr lang, so beträgt die ganze ihr entzogene und in Wärme umgesetzte Energie:

$$V_t = \int_0^\infty i_c^2 R \, dt = 4 p_1^2 \beta_1 \frac{\beta_1}{\beta_1 + \beta_2} \cdot \frac{R C}{2[R(\beta_1 + \beta_2) + 1]}$$

und wenn $R(\beta_1 + \beta_2) = 1$ ist, so ist sie

$$V_t = p_1^2 \beta_1 \frac{\beta_1}{\beta_1 + \beta_2} \cdot \frac{C}{\beta_1 + \beta_2}.$$

*) Nach G. Campos. Atti dell' Associazione elettrotecnica italiana. Juli 1911.

Sie ist also im allgemeinen von Leitungskonstanten, Kapazität und Widerstand abhängig.

Größeres Interesse besitzen jedoch die Erscheinungen im Moment des Auftreffens.

Der Kondensator wirkt wegen der erforderlichen Stetigkeit seiner Ladung im ersten Moment so, als ob er kurzgeschlossen wäre. Die Wirkungsweise der Schaltung im Moment des Auftreffens ist daher vollständig identisch mit Fall VI, dem Parallelwiderstand.

Der maximale Verlust im ersten Moment ergibt sich analog wie dort, wenn

$$R = \frac{1}{\beta_1 + \beta_2}.$$

Es wird dann

$$\lambda = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2C}$$

$$i_c = p_1 \beta_1 e^{-\frac{\beta_1 + \beta_2}{2C} t}$$

$$p_2 = p_1 \frac{\beta_1}{\beta_1 + \beta_2}(2 - e^{-\lambda t}).$$

Für das Verhalten im ersten Moment gelten wieder die drei charakteristischen Fälle VI 1, 2, 3.

Die Vorgänge in den drei Fällen sind in den Fig. 7 *a b c* angedeutet. Das Vorschalten eines Widerstandes bedingt also in fast allen Fällen einen durchlaufenden Spannungssprung.

VIII. Seriendrosselspule mit Parallelwiderstand (Fig. 8)*).

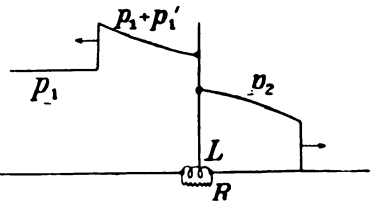


Fig. 8.

Strom der Drosselspule

$$i_L = 2 p_1 \frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2}\left(1 - e^{-\frac{R}{L}\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2 + R} t}\right)$$

$$p_2 = 2 p_1 \alpha_2 \left[\left(\frac{1}{R + \alpha_1 + \alpha_2} - \frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2}\right) e^{-\frac{R}{L}\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2 + R} t} + \frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2}\right].$$

$$p_1' = p_1 \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\alpha_2 + \alpha_1} -$$

$$- 2 p_1 \alpha_1 \left[\frac{1}{R + \alpha_1 + \alpha_2} - \frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2}\right] e^{-\frac{R}{L}\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2 + R} t}.$$

Strom im Widerstand:

$$i_R = \frac{2 p_1}{R + \alpha_1 + \alpha_2} e^{-\frac{R}{L}\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2 + R} t}.$$

Trifft eine sehr lange Welle auf die Schaltung, so ist die gesamte ihr entzogene und in Wärme umgesetzte Energie

$$V_t = \int_0^\infty i_R^2 R \, dt = 2 p_1^2 \frac{L}{(R + \alpha_1 + \alpha_2)(\alpha_1 + \alpha_2)}$$

und wenn $R = \alpha_1 + \alpha_2$

$$V_t = \frac{p_1^2}{\alpha_1} \cdot \frac{L}{\alpha_1 + \alpha_2} \cdot \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2}.$$

Da jede Induktivität sich im ersten Moment wie eine Unterbrechung verhält, ist diese Schaltung im

*) G. Campos l. c.

Digitized by Google

Moment des Auftreffens vollständig mit dem einfachen Serienwiderstand (Fall V) identisch. Die drei charakteristischen Fälle sind also durch V 1, 2, 3 gegeben. Das Schema des Vorgangs zeigt Fig. 8.

IX. Parallelkondensator mit Serienwiderstand (Fig. 9).

$$p_2 = 2\,p_1 \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2 + R}\left(1 - e^{-\frac{\frac{\alpha_1}{\alpha_2} + \frac{R}{\alpha_2} + 1}{(\alpha_1 + R)\,C}\,t}\right)$$

$$\left(\frac{dp_2}{dt}\right)_{t=0} = 2\,p_1 \frac{1}{(\alpha_1 + R)\,C}$$

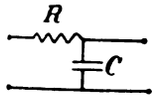


Fig. 9.

$$i_c = \frac{2\,p_1}{\alpha_1 + R}\, e^{-\frac{\frac{\alpha_1}{\alpha_2} + \frac{R}{\alpha_2} + 1}{(\alpha_1 + R)\,C}\,t}$$

$$p_1 - p_1' = 2\,p_1 \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2 + R} + + e^{-\lambda t} \cdot 2\,p_1\left(\frac{\alpha_1}{\alpha_1 + R} - \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2 + R}\right).$$

Für $t = 0$ ist

$$p_1 - p_1' = 2\,p_1 \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + R}$$

und der Verlust im ersten Moment, beim Auftreffen der Welle beträgt

$$V = 4\,p_1^2 \frac{R}{(\alpha_1 + R)^2}.$$

Er wird ein Maximum für

$$R = \alpha_1.$$

Dann ist für $t = 0$:

$$V = \frac{p_1^2}{\alpha_1} = W_z, \qquad p_2 = p_1' = 0$$

und

$$\frac{dp_2}{dt} = \frac{p_1}{\alpha_1 C}.$$

Es wird weder ein Spannungsstoß im ersten Moment durchgelassen, noch wird ein solcher nach rückwärts reflektiert und es wird die ganze ankommende Energie im ersten Moment im Widerstand absorbiert, da der Kondensator einen momentanen Kurzschluß bildet.

X. Seriendrosselspule und Parallelwiderstand (Fig. 10).

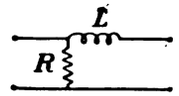


Fig. 10.

$$p_2 = p_{2s}(1 - e^{-\lambda t})$$

$$p_{2s} = 2\,p_1 \frac{\alpha_2 R}{R(\alpha_1 + \alpha_2) + \alpha_1 \alpha_2}$$

$$\lambda = \frac{R(\alpha_1 + \alpha_2) + \alpha_2 \alpha_2}{L(R + \alpha_1)} = \frac{R(\beta_1 + \beta_2) + 1}{\beta_1 L(R + \beta_2)}.$$

Maximaler Verlust im ersten Moment, wenn

$$R = \alpha_1 : V_{t=0} = \frac{p_1^2}{\alpha_1} = W_z$$

$$p_{2s} = 2\,p_1 \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + 2\,\alpha_2} \qquad \lambda = \frac{\alpha_1 + 2\,\alpha_2}{2\,L}$$

$$\left(\frac{dp_2}{dt}\right)_{t=0} = p_1 \frac{\alpha_2}{L}$$

$$(p_1 + p_1')_{t=0} = p_1. \qquad p_{1\,t=0}' = 0.$$

Es wird auch hier im ersten Moment weder ein Stoß durchgelassen noch einer nach rückwärts reflektiert und die ganze Wellenenergie absorbiert, da die zweite Leitung im ersten Moment wie vollständig getrennt von der ersten sich verhält.

XI. Parallelkondensator und Parallelwiderstand (zum Beispiel Schutzwiderstand und Schutzkondensator (Fig. 11).

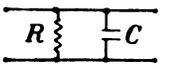


Fig. 11.

$$p_2 = \frac{2\,p_1}{\sigma_1} \cdot \frac{1}{\frac{1}{R} + \beta_1 + \beta_2}\left[1 - e^{-\frac{1}{C}\left(\frac{1}{R} + \beta_1 + \beta_2\right)t}\right]$$

$$i_R = \frac{p_2}{R}.$$

Für $t = 0$ ist

$$p_2 = 0 \qquad p_1' = -\,p_1. \qquad i_R = 0$$

Der Verlust im Widerstand ist im ersten Moment gleich Null und wächst dann. Nach sehr langer Zeit ist er am größten, wenn

$$R = \frac{1}{\beta_1 + \beta_2}$$

ist (siehe auch Nr. VI).

Es wird dann

$$V_{t=\infty} = p_1^2 \beta_1 \frac{\beta_1}{\beta_1 + \beta_2} \qquad p_{1\,t=\infty} = p_1 \frac{\beta_1}{\beta_1 + \beta_2}.$$

Durch den parallelgeschalteten Kondensator wird also das Funktionieren des Widerstandes im ersten Moment unmöglich gemacht.

XII. Gegeninduktivität (zum Beispiel ein Stromwandler) (Fig. 12).

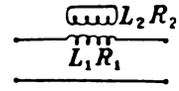


Fig. 12.

Die Differentialgleichung für p_2 lautet:

$$\frac{d^2 p_2}{dt^2} + \frac{r_2 L_2}{L_1 L_2 - M^2}\left(\frac{R_1 + \alpha_1 + \alpha_2}{\alpha_2} + \frac{R_2 L_1}{L_2 \alpha_2}\right)\frac{dp_2}{dt} + + \frac{\alpha_2 R_2}{L_1 L_2 - M^2}\,\frac{R_1 + \alpha_1 + \alpha_2}{\alpha_2}\,p_2 - \frac{\alpha_2 R_2}{(L_1 L_2 - M^2)} \times \times 2\,p_1 = 0.$$

Die Lösung für den stationären Zustand ist

$$p_2 = 2\,p_1 \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2 + R_1} = K.$$

Besitzt der Transformator sehr kleine Streuung ($L_1 L_2 \cong M^2$), so wird p_2 durch eine einfache Exponentialfunktion dargestellt. Im anderen Falle treten zwei solche Funktionen auf.

Im streuungslosen Falle wird der Exponent

$$\lambda = \frac{R_2}{L_2}\,\frac{R_1 + \alpha_1 + \alpha_2}{R_1 + \alpha_1 + \alpha_2 + \frac{L_1}{L_2} R_2}.$$

Es wird dann

$$p_2 = \frac{K}{R_2}(L_2 \lambda - R_2)\, e^{-\lambda t} + K$$

$$i_{22} = -\,\frac{M\lambda}{\alpha_2}\,\frac{K}{R_2}\, e^{-\lambda t}.$$

Und für $t = 0$:

$$p_2 = 2\,p_1 - \frac{\alpha_2}{R_1 + \alpha_1 + \alpha_2 + \frac{L_1}{L_2} R_2}$$

Digitized by Google

$$i_{22} = -2p_1 \frac{M}{L_2} \frac{1}{R_1 + \alpha_1 + \alpha_2 + \frac{L_1}{L_2} R_2} = -\frac{M}{L_2} i_2.$$

$$p_1' = p_1 - p_2 \frac{\alpha_1}{\alpha_2}.$$

Maximaler Gesamtverlust im ersten Moment ist dann vorhanden, wenn

$$R_1 + \frac{L_1}{L_2} R_2 = \alpha_1 + \alpha_2$$

ist. Die Verteilung des Widerstandes auf primäre und sekundäre Wicklung ist also gleichgültig.

Es wird dann

$$p_2 = p_1' = p_1 \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

und

$$V = \frac{p_1^2}{\alpha_1} \cdot \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

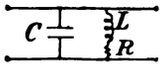
(siehe auch Nr. VIII, der die Schaltung dann ganz äquivalent ist).

Wenn aber merkbare Streuung vorhanden ist, wird die volle Front im Anfang reflektiert.

XIII. Kondensator und parallel dazu Drosselspule und Widerstand (Fig. 13).

(Schutzkondensator und Transformator.)

Fig. 13.



$$p_2 = A e^{-\lambda_1 t} + B e^{-\lambda_2 t} + 2p_1 \frac{R\beta_1}{1 + R(\beta_1 + \beta_2)},$$

wobei die λ die Wurzeln der Gleichung

$$\lambda^2 + \lambda\left(\frac{\beta_1 + \beta_2}{C} + \frac{L}{R}\right) + \frac{1 + R(\beta_1 + \beta_2)}{LC} = 0$$

sind. Der Strom im Widerstand ist

$$i_R = A e^{-\lambda_1 t}(C\lambda_1 - \beta_1 - \beta_2) + B e^{-\lambda_2 t}(C\lambda_2 - \beta_1 - \beta_2) + 2p_1 \frac{\beta_1}{1 + R(\beta_1 + \beta_2)},$$

wobei

$$A = -2p_1 \frac{\beta_1}{1 + R(\beta_1 + \beta_2)} \frac{1 - R(C\lambda_2 - \beta_1 - \beta_2)}{C(\lambda_1 - \lambda_2)}$$

$$B = +2p_1 \frac{\beta_1}{1 + R(\beta_1 + \beta_2)} \frac{1 - R(C\lambda_1 - \beta_1 - \beta_1)}{C(\lambda_1 - \lambda_2)}.$$

Für $t = 0$ ist

$$p_2 = 0 \qquad p_1' = -p_1 \qquad i_R = 0.$$

Einen Spezialfall gibt $R = 0$.

Es ist dann

$$\lambda_{1,2} = \frac{\beta + \beta_2}{2C} \pm \sqrt{\left(\frac{\beta_1 + \beta_2}{2C}\right)^2 - \frac{1}{LC}},$$

wobei $\lambda_2 \ll \lambda_1$ für fast alle praktischen Fälle.

$$p_2 = 2p_1 \frac{\beta_1}{C(\lambda_2 - \lambda_1)} (e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t})$$

und

$$\left(\frac{dp_2}{dt}\right)_{t=0} = 2p_1 \frac{\beta_1}{c}.$$

Der Fall nähert sich fast immer sehr stark dem Falle I. Der Einfluß der Induktivität ist meist verschwindend.

$p_{2\max}$ existiert zur Zeit

$$t = \frac{1}{\lambda_2 - \lambda_1} \ln \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

und beträgt

$$p_{2\max} = 2p_1 \frac{\beta_1}{C(\lambda_2 - \lambda_1)} \left\{\left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^{\frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2}} - \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^{\frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}}\right\}.$$

Damit der Vorgang nicht oszillierend sei, muß

$$(\beta_1 + \beta_2)^2 > 4\frac{c}{L}$$

sein, was immer der Fall ist.

(Schluß folgt.)

Zur Berechnung elektrischer Leitungsnetze.

Von **Karl Fuchs**, Preßburg.

Es sei die Aufgabe gestellt, aus den Belastungen $i_1 i_2 \ldots$ der Knoten $p_1 p_2 \ldots$ eines großen elektrischen Leitungsnetzes die Spannungsabfälle $e_1 e_2 \ldots$ der Knoten zu berechnen.

Wenn das Netz n Knoten hat, dann gilt es hier, aus n linearen Gleichungen $G_1 G_2 \ldots$ n Unbekannte $e_1 e_2 \ldots$ zu berechnen. Wenn man irgendeines der allgemeinen Näherungsverfahren anwendet, dann gestaltet sich die Rechnung infolge des besonderen Baues der Knotengleichungen sehr unangenehm und langwierig. Es soll hiemit gezeigt werden, wie man durch Verfahren, die dem besonderen Bau der Gleichungen Rechnung tragen, die Arbeit sehr vereinfachen und rasch zum Ziele gelangen kann.

Die Gleichung eines Knotens p, an den Knoten $p_1 p_2 \ldots$ durch Leitungen $l_1 l_2 \ldots$ von den Leitwerten $g_1 g_2 \ldots$ angeschlossen sind, ist in der vorliegenden Arbeit in folgender Form gedacht:

$$g_1(e - e_1) + g_2(e - e_2) + \ldots = i.$$

Das Stufenverfahren.

In einem Leitungsnetze kann man verschiedene Klassen oder Stufen von Knoten unterscheiden. Aus den Speisepunkten $p_0 p_0' p_0'' \ldots$ geht Strom nach den Primärknoten $p_1 p_1' \ldots$ Von diesen Knoten aus gehen einerseits Nutzströme $i_1 i_1' \ldots$ nach den Verbrauchsstellen, andererseits geht von ihnen aus Strom nach den Sekundärknoten $p_2 p_2' \ldots$ Von diesen aus gehen einerseits Nutzströme $i_2 i_2' \ldots$ nach den Verbrauchsstellen, andererseits andere Ströme nach den Tertiärknoten $p_3 p_3' \ldots$, von denen aus Nutzströme $i_3 i_3' \ldots$ nach den Verbrauchsstellen abgehen. Quaternärknoten kommen in der Praxis wohl nicht vor.

Die Nutzströme i der drei Knotenklassen $p_1 p_2 p_3$ geben gewisse Summen:

$$\left.\begin{aligned} J_1 &= i_1 + i_1' + \ldots \quad J_2 = i_2 + i_2' + \ldots \\ J_3 &= i_3 + i_3' + \ldots \end{aligned}\right\}.$$

Von dem Leitungsnetze können wir uns ein instruktives Raumbild machen. Auf einer horizontalen Ebene N denken wir uns das Netz aufgezeichnet. In jedem Knotenpunkt p denken wir uns eine Ordinate e gleich dem Spannungsabfall e des Knotens vertikal nach unten errichtet, und den Knoten p denken wir uns im Raumbilde am unteren Ende der Ordinate befindlich. Zwischen diesen Knoten p seien dann die Schenkel l der Leitung gespannt.

In diesem Raumbilde fließen alle Schenkelströme abwärts, das heißt von einem Knoten kleineren Abfalles e zu einem Knoten größeren Abfalles e. Es ist klar, daß im Raumbilde die Primärknoten p_1 tiefer

Digitized by Google

liegen müssen als die Speisepunkte, die Sekundärknoten p_2 tiefer als die Primärpunkte usw.

Durch dieses Raumbild legen wir unterhalb der Grundebene N noch vier horizontale Ebenen: Die Ebene N_0 liege in der mittleren Tiefe E_0 der Speisepunkte p_0, die Ebene N_1 in der mittleren Tiefe E_1 der Primärknoten, die Ebene N_2 in der mittleren Tiefe E_2 der Sekundärknoten p_2, und die Ebene N_3 in der mittleren Tiefe E_3 der Tertiärknoten. Zwischen den Ebenen ergeben sich dann die folgenden Höhenunterschiede:

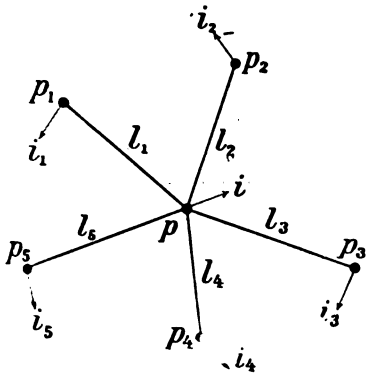


Fig. 1. Schema eines „Knotenkranzes".

$$H_0 = E_0 \quad H_{01} = E_1 - E_0 \quad H_{12} = E_2 - E_1 \quad H_{23} = E_3 - E_2 \Big\}.$$

Durch die Schenkel $l_{01}\, l_{01}' \ldots$, die von den Speisepunkten p_0 nach den Primärknoten führen, muß dann ein Gesamtstrom

$$S_{01} = J_1 + J_2 + J_3 \quad \ldots\ldots 1)$$

fließen, der den Gesamtbedarf an Nutzstrom deckt. Durch die Schenkel $l_{12}\, l_{12}' \ldots$, die von den Primärknoten nach den Sekundärknoten führen, muß ein Gesamtstrom

$$S_{12} = J_2 + J_3 \quad \ldots\ldots 2)$$

fließen, der den Strombedarf der sekundären und tertiären Knoten deckt. Endlich muß durch die Schenkel $l_{23} \ldots$, die von den sekundären Knoten zu den tertiären führen, ein Strom

$$S_{23} = J_3 \quad \ldots\ldots 3)$$

fließen.

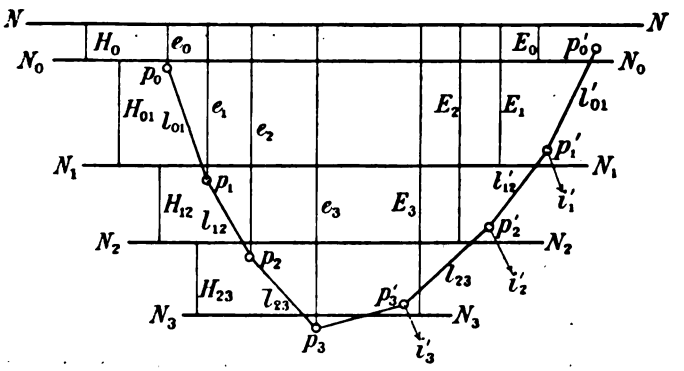


Fig. 2. Schematische Darstellung der „Netzstufen".

Ganz allgemein gilt das Gesetz, daß der Strom i_{12}, der von irgendeinem Knoten p_1 durch einen Schenkel l_{12}, vom Leitwert g_{12} nach einem Knoten p_2 strömt, der Differenz der Spannungsabfälle proportional ist:

$$i_{12} = g_{12}\,(e_2 - e_1).$$

Um dieses Gesetz leicht anwenden zu können, denken wir uns alle Speisepunkte p_0 in der Ebene N_0 gelegen, alle Primärknoten p_1 in der Ebene N_1 usw. Durch irgendeinen Schenkel l_{01}, der von irgendeinem Speisepunkt nach irgendeinem Primärknoten führt, fließt dann ein Strom

$$i_{01} = g_{01}\, H_{01}$$

und durch alle Schenkel l_{01} zusammengenommen, fließt dann ein Strom $[i_{01}] = S_{01}$ oder laut 1):

$$[g_{01}]\; H_{01} = J_1 + J_2 + J_3.$$

Auf gleiche Weise fanden wir auch für H_{12} und H_{23} die Bestimmungen:

$$[g_{12}]\; H_{12} = J_2 + J_3 \quad [g_{23}]\; H_{23} = J_3.$$

Wenn wir aus diesen drei Gleichungen die Höhenunterschiede $H_{01}\, H_{12}\, H_{23}$ berechnet haben, dann können wir auch die mittleren Spannungsabfälle der drei Knotenklassen berechnen:

$$E_1 = H_0 + H_{01}$$
$$E_2 = H_0 + H_{01} + H_{02}$$
$$E_3 = H_0 + H_{01} + H_{12} + H_{23}.$$

Das sind nun die ersten Näherungswerte der Unbekannten. In den gegebenen Gleichungen setzen wir für die Spannungsabfälle aller Primärknoten denselben Wert $e = E_1$ ein, für die Abfälle aller Sekundärknoten denselben Wert $e = E_2$ usw. Wenn wir diese Werte in die gegebenen Gleichungen einführen, dann werden die Absoluten i mit einem Schlage sehr weit herabgesetzt, und — was für uns die Hauptsache ist — die Absoluten i der Knotengleichungen werden teils positiv, teils negativ ausfallen.

Dieses erste Näherungsverfahren heißt das Stufenverfahren. Auf einen Lageplan des Leitungsnetzes mag man zu den einzelnen Knoten die verminderten Belastungen i schreiben: Die positiven Belastungen schwarz, die negativen rot.

Wenn das Netz sehr groß ist, ist es wohl zweckmäßiger, das Verfahren felderweise und nicht sofort am ganzen Netze anzuwenden.

2. Das Nivellierverfahren.

Es soll ein Verfahren beschrieben werden, das die teils positiven, teils negativen Absoluten i der Knotengleichungen nivelliert, das heißt ausgleicht und dem Werte Null näher bringt.

An einen Knoten p vom Spannungsabfall e soll ein Kranz von Knoten $p_1\, p_2 \ldots$ angeschlossen sein, deren Abfälle $e_1\, e_2 \ldots$ kleiner sein mögen als e_1 und die anschließenden Schenkel $l_1\, l_2 \ldots$ sollen die Leitwerte $g_1\, g_2 \ldots$ haben. Der Knoten p erhält dann vom umgebenden Knotenkranz die Zuströme $s_1\, s_2 \ldots$

$$s_1 = g_1\,(e - e_1) \quad s_2 = g_2\,(e - e_2) \quad \ldots\ 4),$$

also insgesamt den Zustrom

$$g_1\,(e - e_1) + g_2\,(e - e_2) + \ldots = i \quad \ldots\ G).$$

Das ist die Gleichung des Knotens p. Von den entsprechenden Gleichungen $G_1\, G_2 \ldots$ der Knoten $i_1\, i_2 \ldots$ seien nur die Glieder angeschrieben, die den Abfall e enthalten:

$$\ldots + g_1\,(e_1 - e) = i_1 \ldots + g_2\,(e_2 - e) = i_2 \ldots (G_1\, G_2 \ldots).$$

Wenn wir in diesen Gleichungen $G\, G_1\, G_2 \ldots$ der Größe e einen Zuwachs λ geben, dann erhält die Absolute i eine Abnahme j:

$$j = [g]\,\lambda \quad \ldots\ 5),$$

während die Absoluten $i_1\, i_2 \ldots$ Zuwächse $j_1\, j_2$ erhalten:

$$j_1 = g_1\,\lambda \quad j_2 = g_2\,\lambda \quad \ldots\ 6).$$

Wenn wir setzen:

$$\gamma_1 = \frac{g_1}{[g]} \quad \gamma_2 = \frac{g_1}{[g]} \quad \ldots\ 7).$$

dann finden wir:

$$j_1 = \gamma_1\, j \quad j_2 = \gamma_2\, j \quad \ldots\ 8).$$

Die Größen $j_1\, j_2 \ldots$ sind also die nach den Leitwerten proportionierten Teile von j, denn es gilt auch

$$\gamma_1 + \gamma_2 + \ldots = 1 \quad j_1 + j_2 + \ldots = j \quad \ldots\ 9).$$

Digitized by Google

Aus diesen Entwicklungen ergibt sich der Satz: wenn wir dem Abfall e des Knotens p einen Zuwachs λ:

$$\lambda = \frac{j}{[g]} \quad \ldots\ldots\ldots 10)$$

geben, dann wird dadurch eine Last j vom Knoten p in proportionierten Teilen auf die angeschlossenen Knoten $p_1\ p_2 \ldots$ übertragen oder zerstreut. Wenn wir λ negativ wählen, dann wird auch j negativ und es wird eine Last j von den angeschlossenen Knoten in proportionierten Teilen auf den Knoten p zusammengetragen oder gesammelt.

Das Nivellierverfahren besteht darin, daß man fort und fort immer die größten positiven oder negativen Lasten verstreut und auf den betreffenden Kranz überträgt. Der Vorteil der gemischten Vorzeichen ist jetzt erkenntlich: wenn man eine positive Last zerstreut und der Kranz hat negative Lasten, dann wird durch die Zerstreuung nicht nur die eine positive Last, sondern es werden mit demselben Schlage auch die negativen Lasten dem Werte Null näher gebracht.

Die Rechnung wird sehr erleichtert, wenn man in einer Vorarbeit für jeden Knoten die Werte γ voraus berechnet. In den meisten Fällen hat man an demselben Netz sehr oft zu rechnen, schon wegen den wechselnden Belastungen. Da ist es denn vorteilhaft, nicht nur die Werte γ, sondern auch deren erste zehn Vielfache voraus zu berechnen. Da man doch meist einzifferige Lasten zerstreuen wird, so hat man dann den Vorteil, die proportionierten Teile unmittelbar ablesen zu können.

Im Laufe der Rechnung wird man von demselben Knoten p aus verschiedene Lasten $j, j', j'' \ldots$ zerstreuen. Man notiert diese Lasten und erst am Ende der Rechnung bestimmt man aus der Summe $j + j' + \ldots$ den zweiten Näherungswert λ des Abfalls e des Knotens:

$$\lambda = \frac{j + j' + \ldots}{[g]} \quad \ldots\ldots 11).$$

Einige nicht überflüssige Bemerkungen. Wenn ein Knoten p eine größere positive Last i hat und die umgebenden Knoten haben ebenfalls vorwiegend positive Lasten $i_1\ i_2 \ldots$, dann ist es gut, von p aus eine Last j zu verteilen, die bedeutend größer ist, als i, so daß p nach der Zerstreuung geradezu eine negative Last $-i$ erhält. Wenn p jedoch von vorwiegend negativen Lasten $i_1\ i_2 \ldots$ umgeben ist, dann ist es besser, j kleiner als i zu wählen.

Wenn wir einen Primärknoten entlasten, dann wird der angeschlossene Speisepunkt ebenso in Rechnung gezogen, wie ein gewöhnlicher Knoten. Der positive Zuteil, den der Speisepunkt bei der Verteilung erhält, ist dann aus dem Netz entfernt und fällt aus der Rechnung. Wenn wir umgekehrt einen Primärknoten belasten, dann ist der Zuteil, der dem Speisepunkt entnommen wird, in das Netz neu eingeführt.

3. Das Schwerpunktverfahren.

Wenn an einen Knoten p ein Kranz von Knoten $p_1\ p_2 \ldots$ angeschlossen ist, dann lautet die Gleichung des Knotens:

$$g_1 (e - e_1) + g_2 (e - e_2) + \ldots = i \quad \ldots 13).$$

Hieraus ergibt sich der folgende Wert des Abfalles e:

$$e = \frac{g_1 e_1 + g_2 e_2 + \ldots}{g_1 + g_2 + \ldots} + \frac{i}{[g]} \quad \ldots 14).$$

Der erste Bruch ist offenbar eine Schwerpunktbestimmung. Wenn wir im Raumbilde des Netzes den Kranzknoten $p_1\ p_2 \ldots$ Maßen zuschreiben, die gleich sind den Leitwerten $g_1\ g_2 \ldots$ der entsprechenden Schenkel $l_1\ l_2 \ldots$, dann gibt der erste Bruch die Ordinate e_0 des Schwerpunktes p_0 des Knotenkranzes:

$$e_0 = \frac{g_1 e_1 + g_2 e_2 + \ldots}{g_1 + g_2 + \ldots} \quad \ldots\ldots 15),$$

wofür wir einfach schreiben:

$$e_0 = \gamma_1 e_1 + \gamma_2 e_2 + \ldots \quad \ldots\ldots 16).$$

Die Gleichung 14) sagt also: im Raumbilde befindet sich der Knoten p in der Tiefe h:

$$h = \frac{i}{[g]} \quad \ldots\ldots\ldots 17)$$

unter dem Schwerpunkte des Knotenkranzes. Wenn i negativ ist, ist auch h negativ. Wir nennen h den Hang des Knotens p.

Das Schwerpunktverfahren gestaltet sich folgendermaßen. Wir denken uns das Netz auf der Grundebene N aufgezeichnet. Für jeden Knoten p berechnen wir aus seiner gegebenen Belastung i seinen Hang h. Aus dem ebenen Netzbilde machen wir dann ein Raumbild, indem wir jedem Knoten p einen Hang h zur Ordinate geben. Da die Lasten i teils positiv, teils negativ sind, sind es auch die Hänge.

Nun soll aber laut Gleichung 14) die Ordinate e eines Knotens p nicht gleich dem Hange h, sondern gleich dem Hange h plus Ordinate e_0 des Kranzschwerpunktes p_0 sein. Wir berechnen also auf Grund der vorhandenen Hänge $h_1\ h_2 \ldots$ für jeden Knoten p die Schwerpunktordinate e_0 oder λ nach Gleichung 16), die jetzt so lautet:

$$\lambda = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \ldots \quad \ldots\ldots 18).$$

Die beabsichtigte Ordinate e eines Knotens p ist dann

$$e = h + \lambda \quad \ldots\ldots\ldots 19).$$

Diese Besserung λ wird im allgemeinen klein ausfallen, weil die Hänge h teils positiv, teils negativ sind, die Glieder in Gleichung 18) sich also teilweise aufheben.

Wenn wir das Netz so überarbeitet haben, indem wir für jeden Knoten die Besserung λ aus den ursprünglich gegebenen Hängen h berechnet haben, können wir die verbesserten Werte der Ordinaten e in die Gleichungen 18) einsetzen. Diese erhalten dann die Form:

$$\lambda + \Delta\lambda = \gamma_1 (h_1 + \lambda_1) + \gamma_2 (h_2 + \lambda_2) + \ldots \quad 20).$$

Es ergibt sich also für den betreffenden Knoten p eine weitere Besserung

$$\Delta\lambda = \gamma_1 \lambda_1 + \gamma_2 \lambda_2 + \ldots \quad \ldots\ldots 21).$$

So können wir das ganze Netz überarbeiten, indem wir aus den kleinen Besserungen λ die noch kleineren Besserungen $\Delta\lambda$ berechnen. Es ist klar, daß wir in einer dritten Überarbeitung aus den Besserungen $\Delta\lambda$ noch kleinere Besserungen $\Delta^2\lambda$ berechnen können:

$$\Delta^2\lambda = \gamma_1 \Delta\lambda_1 + \gamma_2 \Delta\lambda + \ldots \quad \ldots\ldots 22).$$

So können wir mit sehr rasch konvergierenden Zuwächsen beliebig genaue Werte der Ordinaten e berechnen. Der Endwert einer Ordinate e ist dann:

$$e = h + \lambda + \Delta\lambda + \Delta^2\lambda + \ldots \quad \ldots\ldots 23).$$

Daß die Zuwächse so schnell klein werden, das verdanken wir wieder dem Umstande, daß die Absoluten i, also auch die Hänge h teils positiv, teils negativ sind.

Digitized by Google

Einen Wert e auf Grund einer Gleichung von der Form

$$x = \gamma_1 x_1 + \gamma_2 x_2 + \dots$$

kann man am schnellsten mittels einer Wage genügend genau berechnen. In einer Reihe haben wir plattenförmige oder stabförmige Gewichtsstücke von den Gewichten 1, 2, 3 ... bis 30. Vor dieser Gewichtreihe befindet sich eine Tafel T, die auf einer Achse A ruht und als Wage dient. Auf der Tafel sind der Achse parallel Gerade gezogen, die als Skala dienen. Wenn man das Gewichtstück 17 so auf die Tafel schreibt, daß sein vorderes Ende an den Skalenstrich 24 reicht, dann hat der Schwerpunkt des Gewichtstückes einen Abstand 24 (etwa *mm*) von der Achse A. Um den Wert x zu bestimmen, schiebt man also die Gewichtstücke $\gamma_1 \gamma_2 \dots$ so auf die Tafel, daß sie an die Skalenstriche $x_1 x_2 \dots$ reichen. Die Momentensumme x kann man dann mittels eines Laufgewichtes bestimmen; bequemer ist es aber, wenn man die Wage mit einem feinen Dynamometer verbindet, an dem man den Wert e unmittelbar abliest, sobald die Gewichte aufgeschoben sind.

Man braucht nur 30 Gewichtstücke 1, 2 ... 30, weil die Verhältniszahlen γ in der Praxis vom Werte 0·01 an nur selten über den Wert 0·30 hinausgehen. Für die seltenen Fälle, daß einmal etwa $\gamma = 0{\cdot}48$ ist, hat man das Gewicht 30 in zwei oder drei Exemplaren, so daß $\gamma = 0{\cdot}48$ durch zwei Gewichte $\gamma = 30$ und $\gamma = 18$ dargestellt werden kann.

Mittels dieser Wage geht die Berechnung der Werte $\lambda \Delta\lambda \dots$ sehr schnell vonstatten.

Wenn man die Werte e genug genau bestimmt zu haben glaubt, setzt man die Werte in die Gleichungen ein und sieht dann, wie weit die Werte i an Null angenähert sind.

Nach dem Stufenverfahren kann man beliebig nur das Nivellierverfahren oder nur das Schwerpunktverfahren oder erst das eine, dann das andere anwenden.

4. Gruppenstufung.

Wenn man das Stufenverfahren im Leitungsnetz. oder in einem größeren Felde desselben durchgeführt hat, dann werden sich in der Regel dennoch Gruppen von Knoten $p_1 p_2 \dots$ finden, deren Belastungen $i_1 i_2 \dots$ einen vom Werte Null stark abweichenden Mittelwert haben, etwa weil diese Absoluten alle positiv oder alle negativ sind. Solche Gruppen setzen sowohl dem Nivellierungsverfahren als auch dem Schwerpunktverfahren zähen Widerstand entgegen, da die Vorteile beider Verfahren nur dann zur Geltung kommen, wenn in jeder größeren Knotengruppe der Mittelwert der Absoluten i, also auch deren Summe $[i]$, nahezu gleich Null ist. Wie man eine solche lästige Gruppe gleichsam auflösen kann, soll an dem Falle Fig. 3 gezeigt werden, wo die Knotengruppe $p_1 \dots p_5$ vorwiegend positive Belastungen i haben möge.

Die Gleichung irgendeines Knotens p (Fig. 1) lautet so:

$$g_1 (e - e_1) + g_2 (e - e_2) + \dots = i.$$

Hier ist e die eigene Unbekannte des Knotens p_1, während $e_1 e_2 \dots$ die Unbekannten fremder Knoten sind. Wenn wir der eigenen Variablen e einen Zuwachs λ geben, dann wird dadurch die Absolute i der Knotengleichung verkleinert, und zwar um den Betrag $\lambda\,[g]$. Wenn hingegen eine der fremden Variabeln $e_1 e_2 \dots$ einen Zuwachs λ erhält, dann wird dadurch der Wert der Absoluten i vergrößert. Auf diese Bemerkung stützt sich das weitere Verfahren.

Wenn wir die lästige Gruppe $p_1 \dots p_5$ mit einer Linie U umreißen, dann zerschneiden wir dabei eine Reihe von Schenkeln $l_1 l_2 \dots$, durch die die lästige g-Gruppe mit anderen Knoten $\bar{p}_1 \bar{p}_2 \dots$ verbunden wird. Wir nennen diese Schenkel Brückenschenkel.

Wir geben nun den Spannungsabfällen $e_1 e_2 \dots$ der lästigen Knoten allen denselben Zuwachs λ_1 und untersuchen nun die Folgen.

Wir betrachten einen inneren Schenkelstrom der lästigen Gruppe, etwa den Strom s_{12}, der vom Knoten p_1 zum Knoten p_2 fließt:

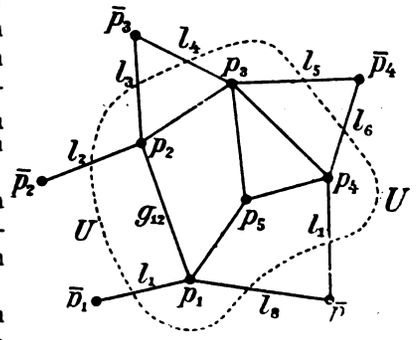


Fig. 3. Eine „lästige Knotengruppe".

$$s_{12} = g_{12} (e_2 - e_1).$$

Dieser Strom erleidet offenbar keine Änderung, wenn sowohl e_1 als auch e_2 einen Zuwachs λ erhält. Die inneren Schenkelströme der lästigen Gruppe erleiden also keine Änderung.

Nun betrachten wir auch einen Brückenstrom, etwa den Strom s_1, der vom Außenknoten $\bar{p}_1$ durch den Schenkel l_1 vom Leitwert g_1 nach dem Knoten p_1 strömt:

$$s_1 = g_1 (e_1 - \bar{e}_1).$$

Dieser Strom s_1 erhält offenbar einen Zuwachs $g_1 \lambda$. Die Folge davon wird sein, daß in der Gleichung des Knotens p_1 die Absolute i_1 eine Verminderung um den Betrag g_1 erfährt, während die Absolute $\bar{i}_1$ des Knotens $\bar{p}_1$ einen Zuwachs $g_1 \lambda$ erhält. Diese Entwicklung gilt für jeden einzelnen Brückenschenkel. Die Absoluten der Knoten $p_1 \dots p_4$ erhalten also die folgenden Verminderungen:

$$\Delta i_1 = -(g_1 + g_8)\lambda \quad \Delta i_3 = -(g_4 + g_5)\lambda$$
$$\Delta i_2 = -(g_2 + g_3)\lambda \quad \Delta i_4 = -(g_6 + g_7)\lambda.$$

Die Absoluten der Außenknoten $\bar{p}_1 \dots \bar{p}_5$ aber erhalten die folgenden Zuwächse:

$$\Delta \bar{i}_1 = +g_1\lambda \quad \Delta \bar{i}_3 = +(g_3 + g)\lambda \quad \Delta \bar{i}_5 = +(g_7 + g_8)\lambda$$
$$\Delta \bar{i}_2 = +g_2\lambda \quad \Delta \bar{i}_4 = +(g_5 + g_6)\lambda.$$

Die Absolute i_5 des Knotens p_5 bleibt ungeändert, da in diesen Knoten nur drei Binnenschenkel münden.

Den zweckmäßigsten Wert des Zuwachses λ berechnet man so. Durch alle Brückenströme zusammengenommen, werden die Absoluten der lästigen Gruppe insgesamt um den Betrag

$$(g_1 + g_2 + \dots + g_8)\lambda = [g]\lambda$$

herabgesetzt. Diese Verminderung soll gleich sein der Summe $[i]$ der Absoluten der lästigen Gruppe (wobei i_5 natürlich mitgerechnet wird). Für das beste λ ergibt sich also die Bestimmung:

$$\lambda = \frac{[i]}{[g]}.$$

Wenn $[i]$ negativ ist, das heißt wenn die lästige Gruppe vorwiegend negative Belastungen i hat, dann fällt auch λ negativ aus.

Digitized by Google

Diese Stufung der lästigen Gruppe um eine Stufe λ macht viel weniger Mühe, als die Auflösung der Gruppe durch Nivellierung oder Schwerpunktrechnung. Ins Gewicht fällt dabei auch der Umstand, daß in der Praxis in der Regel mehrere der Knoten $\bar{p}$ Speisepunkte sind, deren Absolute $\bar{i}$ in der Netzrechnung gar nicht vorkommen, so daß man deren Änderungen auch gar nicht zu rechnen braucht.

Man kann auch die ganze Netzberechnung auf dem Wege der Gruppenstufung durchführen, doch ist das wenig zweckmäßig.

Der gegenwärtige Stand der Elektrifizierung von Bahnen in Bayern.

Die kgl. bayerische Regierung hat vor kurzem zwei Berichte herausgegeben, die über den gegenwärtigen Stand der Elektrizitätsversorgung in Bayern*), über die Ausnutzung der der Staatseisenbahnverwaltung vorbehaltenen staatlichen Wasserkräfte und über die Einführung des elektrischen Betriebes auf Staatsbahnstrecken wertvolle Mitteilungen enthalten, die allgemeines Interesse verdienen.

Während der erste, vom Bayerischen Staatsministerium des Inneren erstattete „Bericht über den Stand der Elektrizitätsversorgung in Bayern am Ende des Jahres 1913"**) die Besitz- und Betriebsverhältnisse der Kraftwerke, deren Anlagekosten, Stromtarife usw. behandelt, bezieht sich der zweite, vom Bayerischen Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten bearbeitete „Bericht über den Stand der Ausnutzung der der Staatseisenbahnverwaltung vorbehaltenen staatlichen Wasserkräfte" in erster Linie auf den Bau und die Inbetriebsetzung des Saalachkraftwerkes bei Bad Reichenhall und auf den gegenwärtigen Stand der Vorarbeiten für den Ausbau des Walchenseekraftwerkes***). Im Zusammenhange damit werden der Stand der Arbeiten für die Elektrifizierung der vom Saalachkraftwerke mit Strom zu versorgenden Eisenbahnlinie Salzburg—Freilassing—Bad Reichenhall—Berchtesgaden und die mit dem geplanten Ausbau des Walchenseekraftwerkes in Konnex stehenden Projekte für die Einführung der elektrischen Traktion auf anderen Bahnlinien erörtert.

Der Bericht des Ministeriums für Verkehrsangelegenheiten, der hier kurz besprochen werden soll, beginnt mit einer Einleitung, in der zunächst angeführt wird, daß aus den der bayerischen Staatseisenbahnverwaltung für die Elektrifizierung des Bahnbetriebes vorbehaltenen Wasserkräften†) (Walchenseekraft, Isarstufe Puppling—Aumühle, oberste Alzstufe Truchtlaching—Altenmarkt im Zusammenschluß mit einer Hochdruckanlage an der unteren Alz; Illerstufe nördlich von Kempten; oberste Saalachstufe Landesgrenze—Jettenberg; Innstufe zwischen Wasserburg und Mühldorf; Saalachstufe Kibling—Kirchberg; Lachstufe Füssen—Lochbruck) rund 90.000 *PS* gewonnen werden können. Von den beiden, in den außerordentlichen Budgets für die Jahre 1908 bis 1911 genehmigten Raten von 7 Millionen Mark und 6 Millionen Mark war die erste bestimmt für den Ausbau des Saalachkraftwerkes bei Bad Reichenhall und für die elektrische Ausrüstung der Linien Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden, Garmisch-Partenkirchen—Scharnitz und Garmisch-Partenkirchen—Griesen, die zweite Rate (6 Millionen Mark) dagegen als Teilbetrag für den Bau des Walchenseekraftwerkes und für die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Linien München—Garmisch-Partenkirchen, Tutzing—Kochel mit Penzberg, München—Gauting und für die Inangriffnahme eines Fernleitungsnetzes.

In den außerordentlichen Budgets für die Jahre 1912 und 1913 sowie 1914 und 1915 wurde genehmigt, daß die Mehrausgaben von Mk. 600.000 und 993.000, die gegenüber dem ursprünglich angenommenen Bedarf für den Bau des Saalachkraftwerkes und für die Beschaffung von Fahrbetriebsmitteln für die Strecken Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden und Garmisch-Partenkirchen—Griesen erwachsen sind, aus der zweiten Rate von 6 Millionen Mark bestritten werden††).

*) Siehe hierüber E. T. Z. 1914, Seite 324 ff.

**) Vgl. E. u. M. 1914, Heft 6, Anhang, Seite 82.

***) Koehn, Der internationale Walchensee-Wettbewerb. Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 1910, Seite 1936, 1191 ff. E. T. Z. 1910, Heft 26.

†) Siehe unter anderem auch E. T. Z. 1910, Seite 593.

††) Es verbleiben somit von der oben angeführten zweiten Rate von 6 Millionen Mark nur mehr Mk. 4 407 000 verfügbar. Was die Überschreitungen anbetrifft, so sollen nach dem „Bericht" die Mk. 690 000 zur Deckung der Mehrausgaben am Saalachkraftwerke verwendet werden. Diese Mehrausgaben wurden in erster Linie durch die unvorhergesehenen Schwierigkeiten bei der Gründung der Sperre bei Kibling veranlaßt (siehe hierüber unter anderem: Ing. M. Singer, „Geologische Erfahrungen im Talsperrenbau", Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines 1913, Seite 305 ff., wo auch ein Übersichtslageplan der Kraftwerksanlage Kirchberg und eine photographische Aufnahme des Saalachdurchbruches bei Reichenhall wiedergegeben ist). Der Betrag von Mk. 993.000 ist bestimmt zur Deckung der Überschreitung bei der Beschaffung der elektrischen Lokomotiven für die Strecken Garmisch-Partenkirchen—Griesen und Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden. Hierauf wird später noch zurückgekommen werden.

Der zweite Abschnitt des Berichtes gibt an der Hand eines Lageplanes und diverser Abbildungen eine detaillierte Beschreibung des nunmehr vollendeten Saalachkraftwerkes bei Bad Reichenhall aus der im nachfolgenden die wichtigsten Daten mitgeteilt seien.

Bei Kibling, 1 *km* oberhalb des Reichenhaller Triftwehres, wurde an einer Engstelle eine Sperre errichtet, die den Wasserspiegel um 9·6 *m* hebt, wodurch ein See von 2·6 *km* Länge, 450 *m* größter Breite mit einer Oberfläche von 85 *ha* geschaffen wurde. Von diesem Staubecken gelangt das Betriebswasser mittels eines Einlaufbauwerkes und eines 576 *m* langen Stollens durch das Müllnerhorn zum Wasserschloß, von da mit einer kurzen Druckrohrleitung in das Krafthaus und durch einen 600 *m* langen Unterwasserkanal zurück in das Saalachbett.

Das Einzugsgebiet der Saalach an der Sperrenstelle beträgt rund 1000 km^2; der Fluß führt dort während zwölf Monaten mindestens 10 m^3/Sek., während neun Monaten mindestens 15 und während fünf Monaten mindestens 20 m^3/Sek., im Jahresmittel mindestens 16·4 m^3/Sek. Das Flußgefälle zwischen Sperrenstelle und Ausmündung des Unterwassers ist 11·1 *m*; es wird durch den oben erwähnten Aufstau auf 20·7 *m* erhöht. Das Nettogefälle bei normalem Betrieb ist rund 20 *m*. Die 24stündige gleichmäßige Leistung der Wasserkraft beträgt mindestens 2000, höchstens 3900 und im Mittel 3200 *PS*. Der Stollen zwischen Stausee und Wasserschloß ist so bemessen, daß bis zu 35 m^3/Sek. übergeleitet werden können, was einer Höchstleistung von 7000 *PS* entspricht.

An der Sperrenstelle weist der Talquerschnitt beiderseits anstehenden Fels auf, dagegen ist der Fels an der Sohle auf rund 24 *m* Tiefe von postglazialem Schutt und Geschiebe überlagert. Die Sperre selbst ist auf festgefügtem Geschiebe gegründet; vor ihr ist quer über den Fluß eine bis 22·17 *m* unter die Flußsohle reichende Abschlußmauer versenkt, um eine Grundwasserströmung unter der Sperre hintanzuhalten.

Der Stollen von 576 *m* Länge hat ein Gefälle von 1‰ und einen Querschnitt von 14 m^2, bei 4·35 *m* Höhe und 3·9 *m* Breite; er ist in Beton ausgemauert und sein Scheitel liegt am Einlauf 1·85 *m* unter dem normalen Seespiegel. Das Wasserschloß weist 21·15 *m* Länge, 21 *m* Breite und 6·8 *m* normale Wassertiefe auf.

Das Kraftwerk selbst gliedert sich in die Maschinenhalle und das an diese angebaute Schalthaus mit Nebenräumen. Die Transformatoren sind aus Gründen der Sicherheit und der Übersichtlichkeit in einem besonderen Gebäude aufgestellt worden. Die Wasserführung vom Wasserschloß in das Maschinenhaus geschieht durch ein kurzes, genietetes Blechrohr von 2·6 *m* lichter Weite. Die Maschinenhalle bietet bei 41·5 *m* innerer Länge und 15 *m* innerer Breite Raum für fünf Aggregate, von denen zunächst vier eingebaut sind. Zur Krafterzeugung dienen Francis-Zwillingsturbinen der Kesselbauart mit einer Leistung von 3000 bis 2400 *PS* (je nach dem Gefälle, das bei großem Hochwasser infolge Rückstau von 20 auf 17 *m* zurückgehen kann). Das Werk hat zwei Aufgaben, und zwar erstens den Bahnbetrieb und zweitens die Versorgung der Umgegend mit elektrischer Energie für allgemeine Zwecke. Daher mußten Generatoren für zwei Stromarten aufgestellt werden. Hier heißt es nun in dem Berichte, daß nach einem Ende 1912 mit der preußischen und der badischen Staatseisenbahnverwaltung getroffenen Übereinkommen, wonach die Einrichtungen für den elektrischen Hauptbahnbetrieb innerhalb des Gebietes der beteiligten deutschen Staatseisenbahnverwaltungen möglichst zu vereinheitlichen sind, für den Bahnbetrieb einphasiger Wechselstrom von $16^2/_3$ Perioden und 15.000 *V* Fahrdrahtspannung verwendet wird. Für die Stromabgabe zu allgemeinen Zwecken muß Drehstrom von 50 Perioden erzeugt werden. Demgemäß erhielten zwei der Turbinen je einen Einphasengenerator zu 2000 *kW* bei 1500 *V* für den Bahnbetrieb, eine Turbine einen Drehstromgenerator zu 1700 *kW* bei 5000 *V* und eine Turbine einen Doppelsatz, bestehend aus einem Einphasengenerator und einem Drehstromgenerator. Letztere Anordnung soll es ermöglichen, zur Nachtzeit bei schwacher Beanspruchung des Werkes beide benötigten Stromarten mit nur einer Turbine zu erzeugen und hiedurch das im Stausee aufgespeicherte Wasser möglichst sparsam zu verwenden. In der Maschinenhalle sind noch zwei Umformer zur Versorgung der Stadt Bad Reichenhall mit Kraft- und Lichtstrom für das bestehende Einphasenwechselstromnetz von 62·5 Perioden aufgestellt (der

Digitized by Google

Umbau des Reichenhaller Netzes auf Drehstrom von 50 Perioden wäre zu kostspielig gewesen). Von dem an die Maschinenhalle angebauten, dreistöckigen Schalthaus führen zwei begehbare Kabelkanäle zu dem Transformatorenhaus. Da das Kraftwerk sehr günstig in bezug auf die Bahnlinien liegt (ungefähr in der Mitte der 40·4 *km* langen Strecke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden) genügt für die Stromversorgung der Bahn die Fahrleitungsspannung von 15.000 *V*. Die Drehstromverteilung in der Nähe des Kraftwerkes erfolgt direkt mit der Maschinenspannung von 5000 *V*, während für die Fernübertragung eine Transformierung auf 20.000 *V* nötig ist.

Das Transformatorenhaus weist eine sehr zweckmäßige und betriebssichere Anordnung auf (räumlich vollkommen getrennt vom Schalthause, jeder Transformator in einer besonderen, gelüfteten Kammer; die Kammern liegen symmetrisch zu einem in der Mitte befindlichen Raum, der die Hebe- und Ausbauvorrichtungen für die Transformatoren enthält und mit dem Ölschalterraum des Schalthauses durch ein Geleise verbunden ist).

Die Fortleitung der elektrischen Energie erfolgt für Bad Kirchberg und Bad Reichenhall mit Erdkabeln (5000 *V*), während für die Überlandversorgung bis nach St. Zeno zwei Freileitungen für 20.000 *V* verlegt sind, von denen vorläufig eine nach dem Bahnhof Freilassing weiterführt und im dortigen bahneigenen Elektrizitätswerk endigt. Diese beiden Freileitungen speisen das Überlandwerk und die Bahnhofanlagen in Freilassing.

Die Bahnlinie Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden wird mit Erdkabeln im Bahnhof Bad Reichenhall-Kirchberg und mit Freileitungen in den Bahnhöfen Bad Reichenhall und Freilassing gespeist.

Die elektrische Streckenausrüstung der Bahn wird teils von den Siemens-Schuckert-Werken (Strecke Salzburg bis inklusive Bahnhof Freilassing, dann Bad Reichenhall-Kirchberg bis Berchtesgaden), teils von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft (Bahnhof Freilassing bis Bahnhof Bad Reichenhall-Kirchberg) ausgeführt. Da jede der beiden Firmen ihren eigenen — nach Angaben der Staatseisenbahnverwaltung geänderten und ergänzten — Aufbau verwendet, wird es möglich sein, beide Systeme hinsichtlich ihres Verhaltens im Betriebe zu vergleichen. Der Fahrdrahtquerschnitt beträgt 100 mm^2 auf der freien Strecke und für die Hauptgeleise der Bahnhöfe, 80 mm^2 für die Nebengeleise und wenden beide genannte Firmen ihre bekannten Nachspannvorrichtungen an, um den Fahrdraht bei allen Temperaturgraden in möglichst horizontaler Lage zu erhalten. Die Ausführung der Fahrleitung bietet insoferne noch besonderes Interesse, als zwecks Erlangung von Vergleichen für das Verhalten der Fahrdrahtaufhängeseile gegen Witterungs- und sonstige Einflüsse (Lokomotivrauch, salzhaltige Luft der Salinenabdampfanlagen bei Reichenhall) für diese Seile verschiedene Materialien, wie Siliziumbronze, Monnotmetall (kupferüberzogene Stahlseele) und verzinktverbleite Stahldrähte verwendet wurden. Der „Bericht" kommt sodann auf die Verwendung der vom Saalachkraftwerke erzeugten elektrischen Arbeit und weist darauf hin, daß sich das Werk vermöge des durch die Sperre nächst Kibling gebildeten Stausees mit einer Staufläche von 850.000 m^2 nicht nur sehr gut für den Bahnbetrieb eignet, sondern auch ein Überlandversorgungsgebiet mit sehr schwankenden Belastungen übernehmen kann, da das Wasser in der Nachtzeit und in den Arbeitspausen nicht nutzlos abläuft, sondern angestaut und tagsüber zu einem, die mittlere Leistung wesentlich übersteigenden Bedarf verwendet werden kann. Nach der Mindestwasserführung der Saalach beläuft sich die ständige Jahresleistung des Werkes auf 11,380.000 *kWh*; mit Einrechnung der Sommerwässer bis 20 m^3/Sek. auf 16 Millionen *kWh*. Nach den im Jahresmittel vorhandenen Wassermengen ergibt sich eine Jahresleistung von 14·4 Millionen *kWh* und mit Einschluß der Sommerwässer bis zu 35 m^3/Sek. eine solche von 24 Millionen *kWh*.

Der Bahnbetrieb Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden wird zunächst 2 770 000 *kWh* benötigen, für die Stadt Reichenhall, die Saline, Bahnhof und Werkstättenanlage Freilassing, die anderen an der Strecke gelegenen Bahnhöfe und zwei nicht abgelöste Triebwerke (mit 70 *PS* im Sommer und 50 *PS* im Winter) werden 1 580 000 *kWh* erforderlich sein, so daß vorläufig mit einem Absatz von 4 350 000 *kWh*, das ist also rund 18% der verfügbaren Jahresleistung zu rechnen ist. Der Rest steht für ein Überlandwerk zur Verfügung, dessen Gebiet die Bezirksämter Berchtesgaden-Bad Reichenhall, Laufen, Traunstein, Mühldorf und Altötting umfassen soll.

Für die Inbetriebnahme des Saalachkraftwerkes war es von ausschlaggebender Bedeutung, daß die bisher von der Saalach gespeisten Mühlbäche außerhalb der Kurzeit in Bad Reichenhall, also im Winter eingefüllt werden mußten und gleichzeitig mit dem Abstellen der Mühlbäche die Stromlieferung an die Stadt Bad Reichenhall — deren zwei Elektrizitätswerke bisher von den Mühlbächen betrieben wurden — sowie die zwei oben erwähnten nicht abgelösten Triebwerke durchzuführen war. Nachdem ein Hochwasser im Herbst 1913 die rasche Füllung des Stausees ermöglicht hatte, konnten die erwähnten Überleitungsarbeiten bald darauf erledigt werden, so daß nach Ablauf der für die Erprobung der sicheren Betriebsfähigkeit der ganzen Anlage nötigen Zeit die Abgabe von Bahnbetriebsstrom wird erfolgen können. Die Streckenausrüstung der Bahn ist nahezu vollkommen fertiggestellt. Sie konnte während des letzten Sommers infolge des regen Zugsverkehrs nur langsam und meist nur während der Nacht gefördert werden.

Die Aufnahme des Probebetriebes soll noch im Laufe dieses Monats mit einer der Lokomotiven der Strecke Garmisch-Partenkirchen—Griesen—Reutte zunächst zwischen Bad Reichenhall und Berchtesgaden und dann möglichst bald auf der übrigen Strecke erfolgen. Die Anlieferung der für die Strecke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden bestellten elektrischen Lokomotiven soll im April dieses Jahres beginnen und im Juli 1914 beendet sein. Die Bestellung der Lokomotiven konnte erst im letzten Vierteljahr 1912 eingeleitet werden, da — wie der Bericht sagt — die vielfachen Schäden, die an den andernorts gebauten Versuchslokomotiven aufgetreten waren, ein Zuwarten unbedingt geboten erscheinen ließen. Bei der Durcharbeitung der Lokomotivbauart ergaben sich erhebliche, mit zeitraubenden Untersuchungen verbundene Schwierigkeiten dadurch, daß die frühere Annahme, man könne für die Reichenhaller Strecke mit einer einzigen Lokomotivtype auskommen, sich nicht aufrechterhalten ließ. Es wurden demgemäß zwei verschiedene Bauarten gewählt, eine für die Zuglokomotive und eine für die Schublokomotive. Die ersteren, die auf der 21·6 *km* langen Talstrecke zwischen Salzburg und Bad Reichenhall mit großer Geschwindigkeit (bis zu 80 *km*/Std.) verkehren sollen, werden als 2 C 1-Lokomotiven mit einem hochliegenden, großen Motor, der mit Triebstangen über eine Blindwelle auf die drei Treibachsen arbeitet, ausgeführt, während die Schublokomotiven (für die 7 *km* lange, Steigungen bis 40‰ aufweisende Steilrampe Bad Reichenhall-Kirchberg—Hallthurm), die bei verhältnismäßig geringen Geschwindigkeiten (35 *km*/Std.) große Zugkräfte entwickeln müssen, als D-Lokomotiven mit Zahnradantrieb ausgeführt werden. Den mechanischen Teil aller zur Bestellung gelangten zwölf Lokomotiven liefert die Firma Kraus & Cie. in München, während — um möglichst eingehende Erfahrungen mit verschiedenen Bauarten sammeln zu können — die elektrischen Einrichtungen an vier Firmen, und zwar an die Siemens-Schuckert-Werke und die Maffei-Schwartzkopff-Werke (je vier Einrichtungen der Zugslokomotiven), ferner an die Bergmann-Werke und die Firma Brown Boveri & Cie. (je zwei Einrichtungen der Schublokomotiven) vergeben wurden*). Die Lokomotiven sollen in der Reihenfolge der Anlieferung in den Probebetrieb eingestellt werden, so daß zunächst ein gemischter Zugsförderungsdienst mit elektrischen und Dampflokomotiven einge-

*) Bei der Beschaffung der elektrischen Lokomotiven hat sich, wie schon auf Seite 4 erwähnt wurde, eine namhafte Überschreitung (Mk. 993.000) der ursprünglich präliminierten Kosten ergeben. Es dürfte interessieren, die Ursachen dieser Überschreitung zu untersuchen. Hiefür geben die in der „Denkschrift über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den bayerischen Staatsbahnen" (herausgegeben im Jahre 1908 vom kgl. Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten, wiedergegeben unter anderem auch in E. K. B. 1908, Seite 245 ff.) und die von der bayerischen Regierung in der Kammer der Reichsräte Ende 1913 abgegebenen Erklärungen (siehe diesbezüglich unter anderem E. T. Z. 1913, Seite 1283) eine gewisse Grundlage. Im außerordentlichen Budget 1912/13 waren für die Beschaffung elektrischer Lokomotiven vorgesehen: für die Strecke Garmisch-Partenkirchen—Griesen Mk. 527.000 und für die Strecke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden Mk. 780.000, zusammen also Mk. 1,307.000. Die fünf für Garmisch-Partenkirchen—Griesen beschafften 1 C 1-Lokomotiven haben pro Stück Mk. 118.500, zusammen also Mk. 592.500 gekostet, während für Salzburg—Reichenhall—Berchtesgaden vier Zuglokomotiven zu Mk. 150.500, vier weitere Zuglokomotiven zu Mk. 154.700, zwei Schublokomotiven zu Mk. 112.000 und zwei weitere Schublokomotiven zu Mk. 116.850, insgesamt also acht Zug- und vier Schublokomotiven um den Gesamtbetrag von Mk. 1,678.500 bestellt wurden. Unter Einrechnung von Mk. 29.000 für Unvorhergesehenes beträgt das faktische Erfordernis für die Lokomotiven beider Bahnlinien Mk. 2,300.000, also um Mk. 993.000 mehr als ursprünglich vorgesehen war. Während bei den fünf Lokomotiven für Garmisch-Partenkirchen—Griesen die Überschreitung nur eine mäßige ist, kosten die Lokomotiven für Salzburg — Reichenhall—Berchtesgaden mehr als das Doppelte des präliminierten Betrages. Nun waren aber (siehe die früher erwähnte „Denkschrift") bei der Präliminierung im Jahre 1908 für die letztgenannte Strecke für den im Jahre 1910, unter Zugrundelegung der normalen Verkehrssteigerung, zu erwartenden Verkehr nur acht Lokomotiven (mit Zahnradantrieb) in Aussicht genommen worden, während faktisch aus den schon oben erwähnten Gründen und wohl auch mit Rücksicht auf den gegen 1910 gesteigerten Verkehr zwölf Lokomotiven bestellt werden mußten. Außerdem unterliegt es keinem Zweifel, daß seit 1908 die Preise pro Gewichtseinheit elektrischer Lokomotiven auf Grund der mittlerweile gemachten Erfahrungen seitens der Lieferfirmen wesentlich in die Höhe gesetzt wurden. All dies (Vermehrung der Zahl der Lokomotiven, Änderung der ursprünglich in Aussicht genommenen Bauart, Steigerung der Preise) erklärt wohl zur Genüge die bedeutende Überschreitung des für die Lokomotiven präliminierten Betrages, wenngleich diese Überschreitung für das wirtschaftliche Ergebnis der in Rede stehenden Bahnstrecke gewiß nicht von Vorteil sein kann.

Digitized by Google

richtet wird. Vom Ausfall des Versuchsbetriebes wird es abhängen, von welchem Zeitpunkte an die gesamte Zugförderung wird elektrisch erfolgen können.

Über die Wirtschaftlichkeit des Saalachkraftwerkes im allgemeinen und des elektrischen Betriebes auf der Strecke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden im besonderen können, wie der „Bericht" sagt, zurzeit sichere Angaben noch nicht gemacht werden. Von ausschlaggebender Bedeutung werde der Preis sein, zu welchem die überschüssige, das heißt für den elektrischen Bahnbetrieb nicht benötigte elektrische Arbeit des Saalachkraftwerkes verkauft werden könne, worüber Verhandlungen im Zuge seien. Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Bahnbetriebes fehlen noch sichere Erfahrungen über den Personalbedarf, über die Kosten der Instandhaltung der elektrischen Lokomotiven, der Streckenausrüstung und des Oberbaues.

Der III. Abschnitt des „Berichtes" betrifft das Walchenseekraftwerk und gibt eine eingehende Darstellung der in den letzten zwei Jahren durchgeführten Vorarbeiten (Ausarbeitung der Detailprojekte für die einzelnen Teile der Anlage, der Behelfe für die Einleitung des wasserpolizeilichen Verfahrens*), vergleichende Untersuchungen der verschiedenen Projektsvarianten, insbesondere hinsichtlich der eventuellen Ausnutzung einer im Entwurfe der Staatsregierung nicht vorgesehenen Ausnutzung einer Gefällstufe zwischen Isar und Walchensee, Verhandlungen mit den Flößereiinteressenten, Bearbeitung von Projekten für eine Lokalbahn und zwei Waldbahnen, deren Erbauung zur Befriedigung der Bedürfnisse des Holzverkehrs in Erwägung gezogen wurde usw.). Auf diesen Teil des Berichtes soll hier vorläufig nicht näher eingegangen werden, hingegen seien einige interessante Daten aus jenem Absatze des Berichtes wiedergegeben, der die Verwendung der Walchenseekraft zur Elektrifizierung der bayerischen Staatseisenbahnen betrifft. Die Staatsregierung hatte in der Kammer der Reichsräte im August 1910 erklärt, daß der auf den Liniengruppen München—Garmisch-Partenkirchen und München—Holzkirchen samt Nebenlinien einzurichtende elektrische Betrieb, wenn er nicht teurer als der heutige Dampfbetrieb sein soll, Mk. 1,138.000 an das Walchenseekraftwerk für elektrischen Strom zahlen können (hiebei lag es aber nicht in der Absicht der Staatseisenbahnverwaltung diesen Betrag in voller Höhe wirklich zu bezahlen, da ja der elektrische Betrieb gegenüber dem heutigen Dampfbetrieb auch wirtschaftliche Vorteile bringen sollte). Aus diesem Betrage ergibt sich nach vorläufiger Ausscheidung der derzeit vom Ruetzwerk mit Strom versorgten Strecke Garmisch—Scharnitz und Garmisch—Griesen und nach Ermittlung des Arbeitsbedarfes (32,560.000 *kWh*) der zulässige Höchstpreis („kritischer Strompreis") zu 3·08 Pfg. pro *kWh*. Diese Berechnung basiert auf den in der „Denkschrift" vom Jahre 1908 enthaltenen Grundlagen, die für die damalige Zeit richtig waren, auf Grund der in den letzten Jahren eingetretenen geänderten Verhältnisse (Verbesserung des Dampfbetriebes durch Verwendung moderner, leistungsfähiger Heißdampflokomotiven einerseits und Preissteigerung der elektrischen Lokomotiven andererseits) aber richtiggestellt werden müssen. Auf Grund der neuen Annahmen wird nun ein „kritischer Strompreis" von 2·1 Pfg. für die Kilowattstunde ermittelt. Hiebei werden für den Dampfbetrieb mit Einschluß einer Reserve von 25% 101 Lokomotiven im Gesamtpreis von Mk. 6,639.000 und für den elektrischen Betrieb mit Einschluß einer Reserve von 10% 75 Lokomotiven im Gesamtpreis von Mk. 11,180.000 veranschlagt. Die Lebensdauer der Dampf- und der elektrischen Lokomotiven wird mit 25 Jahren, jene des Fahrdrahtes mit 15, der Speiseleitungen, Maste, Isolatoren usw. mit 50 und jene der Transformatorenstationen mit 25 Jahren angenommen. Die Ausgaben für das Lokomotivpersonal im elektrischen Betrieb sind unter der Annahme einmänniger Besetzung der Lokomotiven ermittelt, aber unter dem Vorbehalte, daß erst die Erfahrung lehren müsse, ob der Führer auf Hauptbahnen, namentlich bei schnellfahrenden Zügen imstande sei, neben der Beobachtung der Strecke auch das Triebwerk der Maschine allein richtig zu überwachen und erforderlichenfalls nachzuölen, oder ob er dazu ständig einer sachverständigen Beihilfe bedürfe. Die Höhe der Instandhaltungskosten der elektrischen Lokomotiven wurde mit 4% des Beschaffungswertes eingesetzt**).

Hier wird auch nochmals die in den letzten Jahren eingetretene Erhöhung der Preise der elektrischen Lokomotiven erwähnt und unter anderem bemerkt, daß es nicht ausgeschlossen sein möchte, daß sich die Baufirmen bei ihren früheren Preisstellungen mangels genügender Erfahrungen über die Höhe ihrer Selbstkosten getäuscht haben. Auch wird der Vermutung Ausdruck gegeben, daß sich die Lokomotivpreise später, wenn die Durchbildung von Normaltypen gelungen sein wird und die Lokomotiven serienweise hergestellt werden können, wieder sinken dürften.

Über die Frage, ob und wann der elektrische Betrieb auf den bayerischen Staatsbahnen in größerem Umfange eingeführt werden könne, äußert sich der Bericht dahin, daß erst dann eine Entscheidung getroffen werden könne, wenn man auf Grund der Erfahrungen der anderen Verwaltungen wie auf Grund der eigenen Erfahrungen auf den Probestrecken Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden und Innsbruck—Garmisch—Reutte über die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes ein klares Bild sich zu machen in der Lage sei. Die von der bayerischen Verkehrsverwaltung auf der letztgenannten Strecke gemachten Erfahrungen in technischer Beziehung haben bisher nicht voll befriedigt, da infolge von Stromunterbrechungen (verursacht durch Beschädigungen der Leitungen infolge von Felsstürzen, Beschädigungen der Isolatoren infolge von Blitzschlägen usw.), aber auch infolge von Schäden an den Lokomotiven empfindliche Verkehrsstörungen aufgetreten seien. Für die Beurteilung des genannten Betriebes in wirtschaftlicher Beziehung fehlen derzeit noch wichtige Grundlagen, speziell die Höhe der Instandhaltungskosten der Lokomotiven und der Streckenausrüstung. Alle diese Momente lassen es der bayerischen Verkehrsverwaltung angezeigt erscheinen, vor der Einführung des elektrischen Betriebes auf den weiter hiefür in Aussicht genommenen Linien noch die Erfahrungen abzuwarten, die in nächster Zeit auf der bereits elektrisch betriebenen Strecke Innsbruck—Garmisch-Partenkirchen—Reutte und sodann auf der noch heuer für den elektrischen Betrieb zu eröffnenden Strecke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden gemacht werden. Der Bericht behandelt sodann noch die verschiedenen möglichen wirtschaftlichen Formen für den Ausbau des Walchenseekraftwerkes im Interesse der Versorgung des Landes mit Elektrizität. (Ausbau durch ein gemischtwirtschaftliches Unternehmen oder Ausbau durch den Staat allein.) Nach den Ausführungen des Berichtes zu schließen, hat ein gemischtwirtschaftliches Unternehmen kaum Aussicht auf Realisierung und steht der Ausbau durch den Staat allein im Vordergrunde. Da aber der Ausbau zunächst nicht für den Zweck der Elektrifizierung der Staatseisenbahnen, sondern im Interesse der zum kgl. Ministerium des Inneren ressortierenden Versorgung des Landes mit Elektrizität erfolgen soll, so sind die beteiligten Staatsministerien übereingekommen, den Ausbau des Walchenseekraftwerkes vom Ministerium für Verkehrsangelegenheiten auf das Ministerium des Inneren zu übertragen, die auf Eisenbahnanlehen bewilligten Kredite einzuziehen sowie neue Kredite für das allgemeine Staatsanlehen zu erwirken.

Am Schlusse des Berichtes sind die Bestimmungen angeführt, durch die die Interessen der Staatseisenbahnverwaltung beim Ausbau der Wasserkräfte gewahrt werden sollen.

Der hiemit in seinem wesentlichsten Inhalte wiedergegebene hochinteressante Bericht hinterläßt bei dem Leser den Eindruck, daß in den derzeit maßgebenden Kreisen der bayerischen Eisenbahnverwaltung eine vielleicht zu weitgehende Vorsicht gegenüber der Elektrifizierung weiterer Bahnlinien herrscht und daß die bevorstehende Aufnahme des elektrischen Betriebes auf der Strecke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden und die Ergebnisse dieses Betriebes in wirtschaftlicher und technischer Beziehung von hervorragendem Einflusse auf die fernere Entwicklung der elektrischen Vollbahntraktion in Bayern sein werden. Der mit großer Wahrscheinlichkeit zu erwartende günstige technische und wirtschaftliche Erfolg des elektrischen Betriebes auf der genannten Linie wäre mit um so größerer Freude zu begrüßen, als er nicht nur in Bayern, sondern im allgemeinen und speziell in Bayerns Nachbarländern fördernd und belebend wirken dürfte.

*) Der große Umfang der Vorarbeiten wird unter anderem dadurch charakterisiert, daß im ganzen 826 Parteien als unmittelbar Beteiligte ermittelt und zu den Tagfahrten persönlich geladen wurden. Gegen die Durchführung des Walchenseekraftwerkes wurden insgesamt zirka 160 Einsprüche erhoben, die zurzeit geprüft werden.

**) Der „Bericht" bemerkt hiezu, daß nach allem, was über den heutigen Stand der Sache bekannt sei, der Satz von 4% nicht zu hoch gegriffen sein dürfte. Rechnet man nach den im Bericht enthaltenen Daten die Instandhaltungskosten pro Lokomotivkilometer aus, so ergibt sich ein Betrag von 12 Pfg. pro Lokomotivkilometer, womit wohl das Auslangen gefunden werden dürfte.

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Die Bedeutung des „schädlichen Raumes" für die Ökonomie der Gleichstromdampfmaschine. P. Berger. Der Verfasser verweist darauf, daß der bereits erloschene Streit um die Bedeutung des schädlichen Raumes für die Wirtschaftlichkeit der Dampfmaschine mit erneuter Heftigkeit entbrannte, als die Gleichstrommaschine auf den Plan trat. Der Flächenschaden des schädlichen Raumes war ohne Zweifel durch den bei dem neuen Maschinentyp in gleichbleibender Richtung den Zylinder durchströmenden Dampf wesentlich gemildert worden. Dagegen machte sich insbesondere bei der mit Auspuff arbeitenden Gleichstrommaschine der sogenannte „Raumschaden" in bedenklichem Maße geltend. Dieser Raumschaden ergibt sich daraus, daß das ganze

Digitized by Google

den Zylinder füllende Dampfquantum von einer verhältnismäßig noch hohen Spannung (3 bis 4 Atm.) entweicht, sobald der Kolben am Hubende die Schlitze freilegt. Auch die aufgewendete große Kompressionsarbeit ist keineswegs in der geleisteten Expansionsarbeit voll enthalten. Auch bei der Gleichstrommaschine hat daher der Satz zu gelten, je kleiner der schädliche Raum, um so günstiger wird ihre Ökonomie. Tatsächlich kann der schädliche Raum bei dieser Maschinengattung sehr klein gehalten und ein hohes Vakuum erzielt werden, so daß eine Einzylinder-Kondensationsgleichstromdampfmaschine mit hohem Vakuum nahezu die Ökonomie der gewöhnlichen Verbunddampfmaschine erreicht. Durch Beobachtung ähnlicher Grundsätze kann auch die Ökonomie der Verbundmaschine gehoben werden, indem man deren Niederdruckzylinder als Gleichstromzylinder ausbildet, wodurch auch besondere Auslaßorgane erspart werden. Die mit solchen „Halbgleichstrom-Verbundmaschinen" erzielten Dampfverbrauchsresultate sind durchaus günstig. Das anzustrebende Ziel im Dampfmaschinenbau ist jedoch die vollkommene Gleichstrom-Verbundmaschine. Den Weg zur Lösung dieser Aufgabe weist das D. R. P. Nr. 252 792*). Nach diesem Patent erhält die zwei- oder mehrzylindrige Gleichstrom-Verbundmaschine nur ein einziges Steuerorgan, und zwar am besten einen Kolbenschieber am Hochdruckzylinder. Der Dampf strömt kaskadenartig in wirklichem Gleichstrom durch alle Zylinder und wird in den dem Hochdruckzylinder nachgeordneten Niederdruckzylindern durch die Kolben selbst derartig gesteuert, daß alle Zylinder bei jeder Füllung die gleiche Arbeitsleistung entwickeln und dieselben größten Kolbendrücke aufweisen. Eine Regulierung der Hochdruckfüllung teilt sich unmittelbar den nachgeordneten Zylindern mit, weil die Regulierung verzögernde Aufnehmerräume nicht vorhanden sind. Die Einrichtung nach dem Patent ermöglicht, den schädlichen Raum des Hochdruckzylinders theoretisch beliebig klein zu halten, ohne irgendwelche zusätzlichen Steuer- oder Auslaßorgane anwenden zu müssen. Erreicht wird dies dadurch, daß bei Beginn der Kompression ein großer dem Auspuffkanal der gewöhnlichen Schiebermaschine entsprechender Raum automatisch durch den Schieber selbst mit dem schädlichen Raum in Verbindung gebracht und in dem Augenblicke ebenfalls automatisch wieder abgeschaltet wird, wo die Kompressionsspannung in den vereinigten Räumen eine bestimmte beabsichtigte Höhe erreicht hat. Durch die beschriebene Einrichtung wird der Raumschaden des schädlichen Raumes im Hochdruckzylinder fast vollkommen beseitigt und ergibt bei Anwendung kaskadenartiger Gleichstromdampfführung gute Diagramme in beiden Zylindern.

In wärmetheoretischer Beziehung ist zu bemerken, daß die Maschine die Verwirklichung des Carnotschen Kreisprozesses im Hochdruckzylinder mit fast idealer Annäherung ermöglicht.

(Z. f. Dampfkessel u. Maschinenbetrieb, 13. 2. 1914.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Turbinenschaltung für schwankende Gefälle. Von Friedrich W. Schmidt. Betriebstechnisch wird das Programm einer Wasserkraftanlage durch die Schwankungen im Strombedarf und im Wasserzufluß bestimmt, zu welchem Zweck das Wasser in Talsperren aufgestapelt wird. Für diese letzteren wird in niederschlagarmen Zeiten auch das Problem der veränderlichen Gefällshöhen aktuell. Der Verfasser führt zur Illustration einige besonders krasse Falle an, wo die Differenz der Gefällshöhen zu verschiedenen Zeiten bis zu 25 *m* beträgt. (Weistritztalsperre, Edertalsperre.) Man hilft sich in dem einen Falle mit dem Anschlusse an ein normales Flußkraftwerk, in dem anderen Falle durch unterhalb der Turbinen gelegene Ausgleichsweiher.

Hinsichtlich der Turbinenanordnung gibt es noch keine einheitlichen Normen. An der Möhnetalsperre**) hat man beispielsweise versucht, die Turbinen einmal mit 375 und das andere Mal mit 300 Umdrehungen zu betreiben. Je zwei Turbinen waren in einer Richtung angeordnet; zwischen beiden stand ein 300touriger Generator, der sowohl mit einer Turbine allein, als auch mit beiden gleichzeitig gekuppelt werden konnte. An den äußeren Turbinenseiten war je ein 375touriger Drehstromgenerator angeordnet. Die Turbinen konnten also sowohl mit dem äußeren, als auch mit dem gemeinsamen inneren Generator gekuppelt werden. Die Edertalsperre sieht vollständig getrennte Maschinensätze vor, und zwar vorläufig zwei Aggregate zu 3350 *kW* mit 375 Umdrehungen (Hochdruck) und zwei ebensolche zu 2500 *kW* mit 300 Umdrehungen. Im Frühjahr bei 41 *m* Bruttogefälle und rund 11 m^3 Wasser pro Sekunde geben die Turbinen eine Nutzleistung von 4020 *PS*. Im Oktober und November bei 15 *m* Gefälle gibt die Turbine nur rund 500 *PS*, also nur etwa 12% der Maximalleistung. Dies ist nach Ansicht des Verfassers der schwächste Punkt der Anlage, und zwar ergibt sich eine Gegenläufigkeit der Nachfrage nach Wasser und Strom. Wollte man aber umgekehrt die Turbinen $\frac{1}{0{\cdot}12}$ mal so groß anlegen, damit die Generatoren auch bei 14 *m* Wasserstand voll ausgenutzt werden können, so dürften dieselben bei 41 *m* nur mit rund 12% beaufschlagt bezw. ausgenutzt werden. Der Verfasser macht nun für derartige Fälle den Vorschlag, ein Aggregat von zwei Turbinen bei normalem Gefälle in Serie, das heißt hintereinander zu schalten und bei niedrigem Wasserstand in Parallelbetrieb umzustellen. Die Turbinen werden mit einer gemeinsamen Rohrleitung verbunden, in welcher hinter den Abzweigungsleitungen passende Absperrschieber vorgesehen sind. Bei Gefällsschwankungen zwischen 14 und 41 *m* würde demnach jede Turbine nur für ein Gefälle von 14 bis 27 *m* anzulegen sein, so daß beispielsweise für die Edertalsperre im allgemeinen nur halb so viel komplette Maschinensätze erforderlich wären. Noch bessere Wirkungsgrade kann man durch Einschaltung von drei Turbinen in zwei Rohrleitungen erhalten, die untereinander abschaltbar verbunden sind und in verschiedenen Kombinationen zusammen arbeiten. In der einen Rohrleitung ist eine Turbine für 22 *m* Gefälle, in der anderen Rohrleitung sind zwei Turbinen für 11 *m* und 5·5 *m* Gefälle hintereinander geschaltet. Alle Turbinen sind für gleiche Wassermengen berechnet. Es kann nun das Gesamtgefälle nach den drei Stufen 5·5 + 11 + 22 = 38·5 *m* unterteilt bezw. die einzelnen Arbeitsstufen von 16·5 — 22 — 27·5 — 33 und 38·5 *m* Gefälle mit einem jedesmaligen Turbinenregelungsbereich von ± 2·75 erhalten und dadurch die verschiedensten Betriebsmöglichkeiten geschaffen werden.

(Z. f. d. ges. Turbinenwesen, 10. 3. 1914.)

*) Siehe E. u. M. 1913, Seite 67.
**) Siehe E. u. M. 1913, Seite 501.

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Selbstanlasser für Gleich- und Wechselstrom. Bruno Thieme verwendet zum reihenweisen Kurzschließen der Stufen des Vorschaltwiderstandes von Motoren die Ausdehnung bezw. Krümmung von Bimetallstreifen. Wird die Feder *Z* von 2 *A* Strom durchflossen, so legt sie sich an Kontakt *B* und schaltet die Stufe W_1 kurz, wobei sie bei etwas stärkerer Erhitzung, zum Beispiel bei dem auftretenden Strom von 3 *A* einen sicheren Kontakt gibt. Jetzt tritt ein Strom von 4 *A* auf, der die nächste auf 3 *A* berechnete Feder zum Kontakt bringt usw. Je zwei Spiralen mit ihren Federn bilden so eine Gruppe. Beim Ausschalten ist die Tätigkeit der Federn und ihre Reihenfolge die entgegengesetzte. Man kann auch die Federn auf gleiche Stromstärke bemessen, nur muß dann der Weg verschieden bemessen sein, den sie bis zum Kontaktschluß zurückzulegen haben.

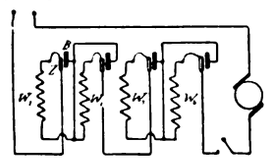


Fig. 1.

Die Einrichtung läßt sich für alle Motoren anwenden und kann leicht an bestehenden Anlassern angebaut werden, um diese automatisch zu machen. Bisher sind die Erfahrungen mit diesen Apparaten, die einfach sind und geringe Abnutzung zeigen, sehr gute.

(E. T. Z. Heft 11, 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Eine Kontrollmethode der Wattmeterverbindungen für Drehstrom gibt X. N. de Chazournes an. Die Kontrolle der Wattmeterverbindungen bei ungleich belasteten Phasen ist sehr schwierig und die einzige Methode, welche manche Monteure kennen, besteht darin, Wattmeteranzeige mit der Stromanzeige zu vergleichen. Es kann jedoch vorkommen, daß die Anzeige des Apparates richtig und doch die Verbindungen falsch sind, je nach der Phasenverschiebung der Leitung. Verfasser untersucht daher die falschen Verbindungen und die ihnen entsprechenden Anzeigewerte an Hand der Fig. 2, und zwar jene, wo die Anzeigen positiv oder Null sind, bei cos φ gleich oder größer als 0·5. Die hier möglichen zwölf Fälle kann man in zwei Gruppen einteilen, je nachdem der den Spannungsspulen des Apparates gemeinsame Punkt *A* richtig an Phase 3 angeschlossen ist, oder mit einer der beiden anderen Phasen verbunden wird. Mit E_1 E_2 E_3 und I_1 I_2 I_3 seien Spannungen und Ströme der einzelnen Phasen bezeichnet.

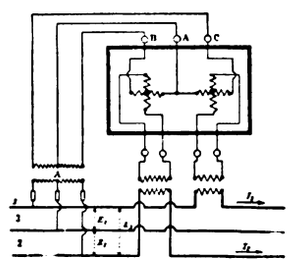


Fig. 2.

I. Gruppe. Punkt *A* an Phase 3 angeschlossen. 1. Fall. Anstatt I_1 mit E_3 zu verbinden, werden I_2 mit E_3 verbunden, dementsprechend auch — I_1 mit E_1. Die Wattmeteranzeige ist gleich der Summe der geometrischen Produkte (— I_1 E_1) und (I_1 E_2), das heißt $P_1 = EI \cdot \sin \varphi$. 2. Fall. Man verbindet I_1 mit E_2, I_2 mit E_1. Man erhält $P_2 = O$. Das Wattmeter bleibt konstant auf Null. 3. Fall. Man verbindet — I_1 mit E_2, I_2 mit E_1. Man erhält $P_3 = 2\,EI \cdot \sin \varphi$. II. Gruppe. Der Punkt *A* ist nicht auf Phase 3 geschaltet. 4. Fall. Man verbindet I_1 mit E_1, I_2 mit E_3. Man erhält $P_4 = O$. Das Wattmeter bleibt konstant auf Null.

Digitized by Google

Dasselbe gilt vom fünften Fall, wo I_1 mit E_3 und $-I_2$ mit E_2 verbunden sind. 6. Fall. Man verbindet I_1 mit E_1 und I_2 mit E_2 und erhält $P_6 = 2\left(EI + \frac{\pi}{6}\right)$. 7. Fall. Man verbindet I_1 mit E_3 und $-I_2$ mit E_2 und erhält $P_7 = 2 \cdot EI \cdot \cos\left(\varphi - \frac{\pi}{6}\right)$. 8. Fall. Man verbindet $-I_1$ mit E_2 und $-I_2$ mit E_3 und erhält

$$P_8 = EI \cdot \cos\left(\varphi - \frac{\pi}{6}\right).$$

9. Fall. Man verbindet $-I_1$ mit E_2 und I_2 mit E_3 und erhält

$$P_9 = EI \cdot \sqrt{3} \cdot \sin\left(\varphi - \frac{\pi}{6}\right).$$

10. Fall. Man verbindet I_1 mit E_2 und $-I_2$ mit E_3 und erhält

$$P_{10} = P_9 = -EI \cdot \sqrt{3} \cdot \sin\left(\varphi - \frac{\pi}{6}\right).$$

11. Fall. Man verbindet I_1 mit E_3 und I_2 mit E_1 und erhält

$$P_{11} = EI \cdot \sqrt{3} \cdot \sin\left(\varphi + \frac{\pi}{6}\right).$$

12. Fall. Man verbindet I_1 mit E_3 und $-I_2$ mit E_1 und erhält

$$P_{12} = EI \cdot \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{6}\right).$$

In den Fällen 2, 4 und 5 bleibt das Wattmeter konstant auf Null. Für jeden anderen Fall ist ein Kosinuswert vorhanden, für den die Anzeige genau ist.

Eine rasche Kontrolle des eingeschalteten Wattmeters besteht in folgendem: Man überzeugt sich zuerst, ob Punkt A richtig auf Phase 3 geschaltet ist, entweder mit Hilfe einer Probierlampe oder mittels Voltmeter. Hierauf werden die an B und C angeschlossenen Drähte vertauscht und die neue Anzeige beobachtet. Zeigt der Apparat jetzt Null, so waren die ursprünglichen Verbindungen richtig, denn man hat dann den zweiten Fall. Zeigt das Wattmeter die halbe erste Anzeige, so waren die ursprünglichen Verbindungen falsch (3. Fall); man beläßt die Drähte B und C vertauscht und kehrt die Stromrichtung in einer der Stromspulen um. Gibt das Wattmeter die doppelte erste Anzeige, so waren die ursprünglichen Verbindungen ebenfalls falsch (1. Fall) und zur Richtigstellung werden B und C in die erste Lage gebracht, jedoch die Stromrichtung in einer der Stromspulen umgekehrt. Das sind die einzigen möglichen Fälle.

In welcher Stromspule die Umkehrung zu erfolgen hat, sieht man sofort; hat man nämlich dieselbe in der falschen Spule durchgeführt, so wird die Anzeige negativ.

(Revue Electrique, 6. 3. 1914.)

Leitungen.

Die Pupinisierung von Telephonfreileitungen in England. J. G. Hill. Die Belastung mit Pupinspulen bereitet bei Kabelleitungen, die verhältnismäßig konstante elektrische Eigenschaften aufweisen, geringe Schwierigkeiten. Anders liegen dagegen die Verhältnisse bei Freileitungen, bei denen hauptsächlich der Isolationswiderstand je nach den Witterungsverhältnissen großen Schwankungen unterworfen ist. Namentlich in England, wo infolge des feuchten Klimas die Ableitung S der Telephonleitungen unter Umständen sehr große Werte erreicht, hat man sich daher lange gescheut, Freileitungen zu pupinisieren. In letzter Zeit sind nunmehr auch in England zwei Telephonleitungen Nr. 6 und 7 zwischen London und Leeds auf eine Entfernung von 200 Meilen (322 *km*) mit Pupinspulen ausgerüstet worden. Die Leitungen bestehen aus 3·48 *mm* starken Hartkupferdrähten (Kupfergewicht 300 Pfund pro Meile). In keiner der Leitungen sind Kabelstrecken eingeschaltet. Sie verlaufen auf demselben Gestänge mit zwei anderen Leitungen Nr. 8 und 9 derselben Drahtstärke. Auf diese Weise war es möglich, die Leistung der Pupinleitungen mit der der gewöhnlichen Leitungen zu vergleichen. Von den beiden Pupinleitungen wurde die eine schwerer, die andere leichter mit Induktanz belastet. In der Telephonleitung Nr. 6 kamen in Entfernungen von 8 Meilen (12·86 *km*) Induktanzspulen von 0·265 Henry zum Einbau, Telephonleitung Nr. 7 wurde in Entfernungen von 12 Meilen (19·3 *km*) mit Induktanzspulen von 0·16 Henry belastet. Das Verhältnis des wirksamen Widerstandes der Spulen R_1 zu der Selbstinduktion L_1 betrug bei beiden Spulen $\frac{R_1}{L_1} = 25$. Die an den Pupinleitungen Nr. 6 und 7 und an der gewöhnlichen Freileitung Nr. 9 mit der Frankeschen Maschine vorgenommenen Dämpfungsmessungen bei einer Frequenz 5000 hatten das in der untenstehenden Tabelle dargelegte Ergebnis.

Wie aus der Tabelle zu ersehen, weichen die mittels Gleichstrom ermittelten Werte des Isolationswiderstandes sehr bedeutend von der bei Wechselströmen wirksamen Ableitung ab. Nur bei den ganz niederen Werten der Isolation von etwa 1 Megohm nähert sich der Isolationswiderstand für Wechselstrom dem durch Gleichstrom gemessenen und beträgt etwa zwei Drittel desselben. Die stark belastete Pupinleitung weist die größten Leistungen auf. Die leicht belastete Pupinleitung wäre der stark belasteten Pupinleitung nur dann überlegen gewesen, wenn der Isolationswiderstand unter 0·18 bis 0·12 Megohm pro Meile gesunken wäre. Dies war aber bei den Messungen niemals der Fall. Gegenüber der gewöhnlichen Leitung wird durch die Pupinisierung eine Erhöhung der Leistung um 50% bei der starken Belastung und um fast 40% bei der geringen Belastung erzielt. Die durch Messung erlangten Ergebnisse wurden durch Sprechversuche als annähernd richtig bestätigt. Werden die Pupinleitungen an gewöhnliche Freileitungen angeschlossen, so ergeben sich Reflexionsverluste, die einem $\beta l = 0{\cdot}212$ entsprechen. Zum Anschlusse von Pupinleitungen an gewöhnliche Freileitungen erscheint sonach die Verwendung von Transformatoren wünschenswert, die so gebaut sind, daß die eine Wicklung die Charakteristik der Pupinleitung, die zweite die Charakteristik der gewöhnlichen Freileitung aufweist. Im allgemeinen geht aus den Untersuchungen hervor, daß die Pupinisierung von Freileitungen auch in England von Vorteil ist. Die Sprache wird über die Pupinleitungen zwar etwas verzerrter wiedergegeben als über gewöhnliche Leitungen, ist aber noch immer sehr gut verständlich. Bei kurzen Leitungen mit einer Dämpfung βl unter 1 ist die durch die Pupinisierung zu erreichende Verbesserung gering. Mit der Zunahme der Länge der Leitungen wächst der Erfolg. Bei sehr schlechtem Wetter ($S/K = 250$) ist noch immer eine Erhöhung der Leistung um 30% durch den Einbau von Pupinspulen zu erzielen. Augenblicklich stehen in England 13 000 Pupinspulen in Telephonkabelleitungen in Verwendung und 15 000 Pupinspulen sollen nächster Zeit in Kabelleitungen noch eingebaut werden. Da diese Spulen in Entfernungen von 2·5 Meilen (4 *km*) zum Einbau kommen, wird das englische Postoffice in Kürze über 70 000 Meilen (112 000 *km*) pupinisierte Kabelleitungen verfügen, an die sich hoffentlich bald auch ein ausgedehntes Netz oberirdischer Pupinleitungen anschließen wird.

Leitung	Isolationswiderstand pro Meile (Gleichstrommessung)	S/K*) bei 800 Perioden	Spezifische Dämpfung β	
			pro Meile	pro *km*
Stark belastete Pupinleitung Nr. 6	19·0 Megohm	45	0·00312	0·00194
	4·16 „	65	0·00267	0·00167
	2·27 „	95	0·00283	0·00176
	1·04 „	135	0·00291	0·00181
	5·31 „	55	0·00310	0·00193
	81·30 „	44	0·00283	0·00176
Schwach belastete Pupinleitung Nr. 7	38·0 „	43	0·00390	0·00242
	6·24 „	55	0·00390	0·00242
	11·3 „	—	0·00375	0·00233
	2·27 „	90	0·00374	0·00332
	1·51 „	110	0·00372	0·00231
Gewöhnliche Freileitung Nr. 9	2·01 „	95	0·00555	0·00345
	15·10 „	48	0·00520	0·00323
	4·60 „	60	0·00548	0·00340
	— „	—	0·00601	0·00374
	1·51 „	110	0·00614	0·00375

*) S = Ableitung, K = Kapazität.

(The Electrician, 16. 1. 1914.)

Digitized by Google

Elektrische Beleuchtung.

Das Anwendungsgebiet der Halbwatt-Metallfadenlampen*). Hawkins & Blake. Da die neue mit Stickstoff gefüllte Halbwattlampe nur bei größeren Fadenstärken die bisherigen Typen an Wirtschaftlichkeit übertrifft, ist dieselbe nur für höhere Stromstärken (etwa von 5 *A* aufwärts), bezw. Kerzenstärken geeignet; bei Spannungen von 110 bis 125 *V* kommen bei einem Wattverbrauch von 0·6 bis 0·75 *W* pro *NK*, Lichtstärken von 600 *NK* in Betracht; bei 20 *A* kann ein Wattverbrauch von 0·5 *W* pro *NK* erreicht werden und eine Lebensdauer von 1000 Stunden, wobei die Lampe zweckmäßig mittels Transformator (Kompensator) an ein Hochspannungsnetz angeschlossen wird; die letztere Anordnung schützt die Lampen vor Stromstößen und Überspannungen. Die Lampe kann mit Erfolg mit der Bogenlampe für Straßenbeleuchtung in Wettbewerb treten; die Notwendigkeit einer Schutzglocke gegen Witterungseinflüsse erniedrigt den Wirkungsgrad nur wenig. Der höhere Wattverbrauch im Vergleiche mit Flammenbogenlampen wird zum großen Teil durch die geringeren Instandhaltungskosten aufgehoben. In Gleichstromnetzen ist die Serienparallelschaltung bei konstanter Spannung zweckmäßig. Weitere Vorteile im Vergleich mit der Bogenlampe in Wechselstromnetzen sind: Fortfall der Beruhigungswiderstände, besserer Leistungsfaktor und größere Lichtbeständigkeit. Die Halbwattlampe eignet sich daher auch zur Beleuchtung größerer Innenräume. Die Bogenlampen, in Amerika insbesondere die Titan- und Magnetitbogenlampe, erscheinen bei hohen Stromkosten immer noch wirtschaftlicher; günstiger liegen die Verhältnisse in Europa, woselbst das Anwendungsgebiet der Flammenbogenlampen beschränkter ist. (Gen. El. Rev., März 1914.)

Über den Wirkungsgrad einiger moderner Lichtquellen macht P. Steinmetz Angaben. Der nutzbare Wirkungsgrad, ausgedrückt in mittleren sphärischen Kerzenstärken pro *W*, einschließlich 20% Verlust im Reflektor (22% bei Bogenlicht), stellt sich wie folgt:

	Wattverbrauch (pro sphär. *NK**)	Nutzbarer Wirkungsgrad (mittlere *NK* pro *W*)	$\frac{\text{Nutzbarer Wirkungsgrad}}{\text{Wattverbrauch}}$	*NK* pro *W* 10° unter der horizontalen (Straßenbeleuchtung)
Kohlenfaden	3·9	0·21	0·4	
GEM. metall. Kohlenfaden	3·1	0·26	0·5	
Mazda-Wolframlampe	1·25	0·64	1·25	
Mazda-Wolfram mit Stickstoff-Gasfüllung	0·625	1·28	2·5	
450 *W*, 6·6 *A*, eingeschlossener Wechselstromlichtbogen	2·0	0·39	0·5	
dtto. Gleichstromlichtbogen	1·25	0·62	1·0	
500 *W*, weißer Flammenbogen	0·4	1·95	4·0	
500 *W*, gelber Flammenbogen	0·25	3·1	6·2	
300 *W* (4 *A*) Magnetitbogen (Gleichstrom)	0·77	1·0	2·2	
500 *W* (6·6 *A*) Magnetitbogen	0·53	1·4	3·2	
500 *W* (6·6 *A*) (Spezialtype) Magnetitbogen	0·46	1·7	3·5	
220 *W* Titanbogenlampe (Wechselstrom)	0·42	1·9	4·0	
500 *W* Titanbogenlampe	0·15—0·22	3·6—5·2	7·0	
Quecksilberdampflampe	0·5	1·55	—	
Quarzlampe	0·4	2·0	—	
Moorelicht (Stickstoff)	1·8	0·45	—	
Neonlicht	0·7	1·1	—	

*) 1 Amerikanische *NK* = 1·1 *HK*.

An Hand dieser Werte kann man für verschiedene Lichtstärken den relativen Wirkungsgrad ermitteln; während für Kerzenstärken unter 400 *NK* die Wolframlampe am günstigsten abschneidet, sind für höhere Kerzenstärken die Flammenbogenlampen (Magnetit- und Titanlampe) wirtschaftlicher. Die Bogenlampen mit eingeschlossenem Lichtbogen stehen selbst bei 200 *NK* in ihrer Wirtschaftlichkeit den Wolframlampen nach; die Stickstoff-Wolframlampe kommt erst bei Kerzenstärken von 400 *NK* an in Betracht, steht aber hinsichtlich Wirtschaftlichkeit hinter der Magnetitlampe, wobei jedoch die Instandhaltungskosten und Kohlenersatz der Magnetitlampen nicht eingerechnet sind. (Gen. El. Rev., März 1914.)

*) Vergl, E. u. M. 1913, Seite 812, 900, 1007.

Schaltungsweise bei Lichtreklame. Dr. W. Burstyn weist darauf hin, daß Metalldrahtlampen beim Einschalten das zehnfache des normalen Stroms verbrauchen. Um nun bei dem oftmaligen Einschalten von Lampensätzen bei Lichtreklame diese Stromstöße zu vermeiden, ordnet der Verfasser beide Lampensätze in Reihe an und schließt sie ans Netz. Der Umschalter hat dann nur die jeweilig zum Erlöschen zu bringende Reihe kurz zu schließen. Braucht der brennende Lampensatz normal 10 *A*, so sinkt der Strom auf 7·2 *A* herab, wenn der Umschalter öffnet, so daß dann beide Lampenreihen in Reihe liegen; schließt der Umschalter jetzt die zweite Lampengruppe kurz, so steigt der Strom in der eingeschalteten vorübergehend auf 13 *A* an; man hat also nur Stromstöße von 3 *A* bei 10 *A* Normalstrom zu gewärtigen, gegen 100 *A* bei der abwechselnden Ein- und Ausschaltung. (E. T. Z. Heft 8, 1914.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Die elektrische Einrichtung des Passagierdampfers „Britannic". Das 50 000 *t*-Schiff „Britannic" der White Star Line enthält eine Generatoranlage von 1660 *kW* Leistung, welche 11 000 Glühlampen, 605 Koch- und Heizapparate und 188 Motoren mit Strom versorgt. Die Anlage ist in zwei wasserdichten Kammern neben dem Turbinenraume angeordnet und besteht aus vier Compounddampfdynamos von 400 *kW* bei 400 *V* und 580 U. p. M. Neben den vier Hauptmaschinen sind noch zwei 30 *kW* Hilfsdynamos vorgesehen, welche von den Schiffskesseln Dampf erhalten, während die Hauptdynamos von unabhängigen Kesseln gespeist werden; neben diesen ist noch eine Hilfsbatterie von 3500 *A*/Std. vorgesehen, die 15 *m* ober dem Wasserspiegel am Oberdeck installiert ist und 500 Lampen mit eigenem Stromkreis speisen kann. Die Schaltanlage besteht aus vier Schaltsäulen für die Dynamos und 25 Verteilungsschalttafeln; die Verteilung erfolgt durch 43 Einfachkabel mit Rückleitern. Die Licht- und Kraftleistung ist vollständig getrennt; die durch Maschinen- und Kesselräume führenden Gummikabel sind armiert. Zur Beleuchtung dienen zumeist Wolframlampen von 8 bis 16 *NK*, die Heizung des Gesellschaftsraumes geschieht durch 3·5 bis 6 *kW*-Radiatoren, sonst durch Dampf. Zur Ventilation der Schiffsräume dienen 75 Hauptventilatoren und eine große Zahl kleinerer Ventilatoren. An Hebezeugen sind vorhanden: 6 elektrische Frachtenkrane für 2·5 *t*, 3 Derrickkrane zu 3 *t*, 48 Bootswinden; ferner bestehen noch elektrische Personen- und Lastenaufzüge, Pumpenantriebe und elektrische Schiffssteuerung. Die drahtlose Station ist nach dem Marconisystem eingerichtet und wird von einem 5 *kW* Motorgenerator gespeist, die Antenne ist 65 *m* über Deck; vervollständigt wird die lokale Verständigung durch ein lautsprechendes Telephon, für welches eine 50 Linienschalttafel vorgesehen ist. Von elektrischen Einrichtungen sind noch zu erwähnen: Elektrische Signalpfeifen, Indikatoren für die Maschinen-, Kessel- und Ventilatoranlagen sowie für die Schiffstelegraphen- und Klingelapparate, elektrische Betätigung der wasserdichten Tore (Kammersystem) usw. (The Electr., 6. 3. 1914.)

Drehstromkollektormaschinen zum Antrieb von Fördermaschinen. Lohmann beschreibt die von den Bergmann Elektrizitätswerken getroffene Steuereinrichtung für Drehstromkollektormotoren, die eine Stromersparnis von 15 bis 20% gegenüber den Ward Leonard-Ilgner-Antrieben zeigen, deren Wirkungsgrad er mit 69% angibt. Bei den großen 400 bis 800 *PS*-Kollektormotoren der Firma liegt der Wirkungsgrad (einschließlich Transformator) bei 86 bis 90%, der cos φ bei 0·91 bis 0·94. Es sind dies Hauptstrommotoren, bei welchen Tourenzahl und Drehsinn durch Bürstenverstellung, im letzteren Falle bei gleichzeitiger Umkehrung des Statorfeldes geändert werden. Die Ward Leonard-Steuerung wird durch das Differentialgetriebe nachgeahmt; ein Kegelrad desselben wird von einem Hilfsmotor, das zweite von dem zu steuernden Elektromotor angetrieben, während das Planetenrad mit seinem Gehäuse mit der Bürstenbrücke verbunden ist, die dadurch so eingestellt wird, daß der Kollektormotor dieselbe Tourenzahl machen muß wie der Hilfsmotor. Die Aufgabe reduziert sich also darauf, dem Hilfsmotor durch den Steuerapparat die gewünschte Tourenzahl und Drehrichtung zu erteilen, kurz ihm alle gewünschten Steuerbewegungen mitzuteilen, die dann vom Hauptmotor kopiert werden. Dieser Hilfsmotor wird nun durch einen kleinen Ward Leonard-Umformer angetrieben, der aus einem ans Netz angelegten kleinen Motor und einer kleinen Anlaßmaschine mit Erregermaschine besteht und der in bekannter Weise durch Änderung der Erregung der Anlaßmaschine geregelt wird. Dies besorgt der Hauptsteuerapparat, der noch zudem den Statorumschalter bedient.

Aus dem Diagramm einer Förderanlage wird entnommen, daß durch entsprechende Bemessung des Anfahr- und Retardierapparates die Leistungsspitze entfällt, Speicheranlagen, wie Schwungräder und Batterien also überflüssig sind. Hingegen kann bei entsprechender Bürstenstellung vom Motor ein dem Arbeitsmoment entsprechendes Bremsmoment ausgeübt werden, so daß man auch hier einen Teufenzeiger mit Anfahr- und Retardiervorrichtung

Digitized by Google

verwenden kann, der aber natürlich nur auf die Erregung der Hilfsdynamo einwirkt.

Die Erscheinungen an einem 800 *PS*-Fördermotor für 375 min. Touren, 50 ∼ Drehstrom sind, was Kommutierung und Bürstenverbrauch anlangt, sehr gute. (E. K. B., Heft 5, 1914.)

Benzol-elektrische Drehkranlokomotive. G. Simon. Dieser selbstfahrende Kran wird in der Hauptwerkstätte Leinhausen verwendet, um die an einem vielfach verzweigten Geleisnetze weit voneinander entfernten Lagerplätze zu bedienen. Er hat eine Tragfähigkeit von 2 *t*, 10 *m* Ausladung, 10 *m*/Min. Hubgeschwindigkeit und besitzt einen Unterwagen, der auf vier abgefederten regelspurigen Achsen ruht, von denen die beiden inneren von zwei gekuppelten Motoren mit je 12·5 *PS* durch doppelte Stirnradvorgelege angetrieben werden. Zur Bremsung dient eine Magnetbremse, im Notfalle eine Handspindelbremse. Der als Blechbalken ausgebildete Ausleger dreht sich in einem oberen Halslager und in einem unteren Hals- und Spurlager um eine im Unterwagen verankerte Mittelsäule aus Stahl. Zum Aufwinden der Last dient ein Stahldrahtseil, das vom Hubwindwerke am Unterteile des Auslegers über eine Führungsrolle im Auslegerkopfe zu der mit drehbarem Haken versehenen Unterflasche führt. Die Seiltrommel des Hubwindwerkes wird von einem Elektromotor mit 8 *PS* Leistung und doppeltem Zahnradvorgelege angetrieben. Außer der Senkbremsschaltung ist noch eine kräftige, von einem Elektromagneten betätigte Bandbremse vorgesehen. Der belastete Ausleger mit einer Bauhöhe von 6·5 *m* kann von einem Elektromotor von 3·4 *PS* zweimal in der Minute im vollen Kreise geschwenkt werden. Eine selbsttätige, federbelastete Schleppkuppelung verhindert eine Überlastung der Triebmaschine, während eine elektromagnetische Bandbremse auf der Antriebswelle den Ausleger in jeder Schwenkrichtung sicher festhält. Die Anordnung der Steuerschalter für das Hub-, Dreh- und Fahrwerk ermöglicht eine bequeme Bedienung.

Der Betriebsstrom wird in einem ebenfalls auf dem Unterwagen aufgestellten Maschinensatze erzeugt, der aus einer mit vier Zylindern im Viertakte arbeitenden Benzoltriebmaschine von 36 bis 40 *PS* und einem unmittelbar damit gekuppelten Gleichstromerzeuger von 23 *kW* bei 230 *V* besteht.

Ein Führerhaus von der Breite der Wagenbühne schützt die Stromerzeugungsanlage und den unteren Teil des Auslegers mit dem Hubwindwerke, dem Schwenkwerke und dem Führerstande mit den Steuerschaltern.

Zur Verladung von Kleinzeug, Blechen, Schrot u. dgl. dient ein Magnet von 900 *kg* Gewicht, der je nach Beschaffenheit und Schichtung des zu verladenden Schrotes 400 bis 800 *kg* bei bei 3·3 *kW* Stromverbrauch hebt.

Die gewählte Antriebsart macht unter anderem den Kran von einer Oberleitung oder ortsfesten Ladeeinrichtung unabhängig, sie ermöglicht unter allen Umständen die Anwendung von Gleichstrom zum Betriebe des erwähnten Magneten und der für Kranantriebe am besten geeigneten Hauptstrommaschinen.

(Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw., 5. Jahrg. 1914).

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Hochspannungs-Gleichstrombahnen in Italien. Die bisher mit Dampf betriebene normalspurige, 22 *km* lange Bahnstrecke Verona—Caldiero (St. Bonifacio) ist für den Betrieb mit Gleichstrom von 1350 *V* Spannung (auch auf Stadtstrecken) umgewandelt worden. Die Stromlieferung erfolgt von einer Wasserkraftanlage und einer in Verona befindlichen Unterstation mit zwei Motorgeneratoren von je 300 *kW* Leistung. Die Oberleitung (80 mm^2) ist nach dem Vielfachaufhängungssystem der Siemens-Schuckert-Werke mit Hilfstragdraht (30 mm^2) und Haupttragseil (50 mm^2) ausgeführt; die Gittermasten stehen in Abständen von 72 *m*. Der Fahrpark besteht aus 6 vierachsigen und 5 zweiachsigen Motorwagen, erstere mit 4, letztere mit 2 Motoren der A. E. G.-Thomson Houston Co. Die vierachsigen Wagen können zwei Anhängewagen bei 45 *t* Zugsgewicht befördern, bei einer Maximalgeschwindigkeit von 50 *km*/Std. Die Wendepolmotoren sind zu je zweien in Reihe geschaltet und haben bei 650 *V* Klemmenspannung eine Stundenleistung von 44 *PS* und arbeiten mit einer Zahnradübersetzung von 1:3 (Raddurchmesser 80 *cm*) auf die Wagenachsen. Die Regelung erfolgt nach amerikanischem System mittels Schützensteuerung mit niedergespanntem Steuerstrom, der von einem Dynamotor (Gleichstrommaschine mit zwei Kollektoren und Ankerwicklungen) geliefert wird. Die Schützen dienen auch zum Kurzschließen des Feldes zum Zwecke der Kurzschlußbremsung. Die walzenförmigen Fahrschalter haben neun Fahr- und sieben Bremsstellungen und einen Sicherheitskontakt, der beim Loslassen in die Nullstellung zurückgeht. Eine unrichtige Handhabung der Schützen wird durch eine Verriegelung vermieden; außerdem ist eine eigene Umkehrschaltwalze vorgesehen. Die Scherenstromabnehmer werden mit Druckluft betätigt; die Bremsung geschieht mittels Druckluftbremsen.

(E. K. B., Hefte 3 u. 9, 1914.)

Motorische und Reguliereinrichtungen elektrischer Lokomotiven. F. Lydall. Es werden zunächst die wichtigsten Typen moderner elektrischer Lokomotiven beschrieben und der Einfluß der Spurweite, des Stromsystems und der Ventilation auf die Motorkonstruktionen besprochen. Das Adhäsionsgewicht der Lokomotive wird durch die erforderliche Zugkraft und Fahrgeschwindigkeit bestimmt, an Hand der charakteristischen Kurven des Motors; die letzteren bestimmen ihrerseits die Zahl der Kontrollerstufen. Je geringer die Sättigung und der Motorwiderstand, desto größer ist die Zahl der erforderlichen Schaltstufen bei Serienparallelschaltung. Das Drehmoment zeigt während des Anlassens Schwankungen infolge der Temperaturzunahme und, namentlich bei Wechselstrommotoren, durch die Änderung der Selbstinduktion. Die Verwendung von Motorgeneratoren zum Ausgleich der Spannung beim Anlassen ist sehr kostspielig und die Erhöhung der Zahl der Widerstandsstufen meist wirtschaftlicher. Bei Wechselstromlokomotiven ist nach Ansicht des Verfassers die Verwendung von Induktionsreglern in Kombination mit den Transformatorstufenschaltern zweckmäßig. Bei Gleichstromlokomotiven hat sich das Serienparallelsystem sehr bewährt; als Widerstandsmaterial werden Eisenroststäbe vorteilhaft verwendet. Die bei Motorwagen verwendete Vielfachzugsteuerung ist bei Lokomotiven nicht empfehlenswert und es ist stets eine Vereinfachung der Schalt- und Reguliereinrichtungen anzustreben; andererseits erfordert die Betriebssicherheit eine Reihe automatischer Apparate und Hilfsmotoren, welche auch durch die höhere Leistung der Lokomotive bedingt werden. Die Verwendung von Walzenkontrollern bei hohen Leistungen an Stelle der Schützensteuerungen ist in neuerer Zeit (Lötschberg-Lokomotiven) mit Erfolg versucht worden. Die Normalisierung der elektrischen Einrichtungen großer Lokomotiven erscheint derzeit noch nicht gerechtfertigt.

(Journ. I. E. E., 16. 3. 1914.)

Telegraphie und Telephonie.

Störungen von Schwachstromleitungen durch Wechselstrombahnen. O. Brauns. Die auf dem Bahnkörper oder in dessen Nachbarschaft verlaufenden Schwachstromleitungen sind durch die elektrischen Fernwirkungen der stromführenden Teile der Streckenausrüstung Störungen ausgesetzt, deren Ursache vorwiegend in der Änderung sowohl des elektrischen (Influenz), wie des magnetischen Feldes (Induktion) der in der Längenausdehnung bei der Fortbewegung des Fahrzeuges veränderlichen Fahrdrahtschleife zu suchen sind. Um den Umfang dieser Störungen zu ermitteln und geeignete Unterlagen zu gewinnen, nach denen gegebenenfalls der Einfluß der Hochspannungsanlagen auf die Schwachstromleitungen im voraus berechnet werden kann, wurden an den Schwachstromleitungen längs der doppelgeleisigen elektrischen Bahn Dessau—Bitterfeld eingehende Versuche angestellt. Auch sind verschiedene Schaltungen ermittelt und versucht worden, durch die der Betrieb der Reichsleitungen gegen die Fremdströme unempfindlich und die Leitungen selbst für die Bau- und Betriebsbeamten ungefährlich gemacht werden sollen.

Es werden zunächst die bekannten theoretischen Grundlagen der Fernwirkung solcher Wechselstrombahnen erörtert. Dann folgen die zahlenmäßigen Ergebnisse der angestellten Versuche; sie sind gewonnen worden bei fahrzeugfreier Strecke, und zwar hinsichtlich der Influenzwirkungen bei Leerlaufspannung in den Freileitungen und hinsichtlich der übrigen Wirkungen bei Erdung der Fahrdrähte in Dessau und gleichbleibendem Strome in den Fahrdrähten. Außerdem ist eine Reihe von Oszillogrammen auch beim Fahren elektrischer Züge aufgenommen worden. Die längs der Bahn auf eine Länge von rund 22 *km* im Durchschnittsabstande von 6·5 *m* geführten 13 Telegraphenleitungen wurden in Hughes-Gegensprechschaltung, Hughes-Einfachschaltung und mit Klopfern betrieben. Eine Leitung hatte Morse-Ruhestrombetrieb. Sämtliche Betriebe wurden bei der Aufnahme der elektrischen Fahrten gestört. Der gemessene Influenzstrom variierte bei einer Leerlaufspannung von 10.000 *V* in den Fahrdrähten in den einzelnen Telegraphenleitungen zwischen 10·6 bis 17 Milliampere. Der berechnete Wert betrug 27 Milliampere. Die Abweichung rührt von dem Einfluß der Baumpflanzungen längs der Bahn her. Die Induktionsmessungen erstreckten sich auf die Telegraphenleitungen an der Bahn, auf die verkabelten Bahnleitungen, auf die Fernsprechlinie an der Landstraße und auf besonders ausgelegte Meßdrähte.

Die Induktionsmessungen erstreckten sich auf folgende Stromkreise:

1. In den Telegraphenleitungen:
   - *a*) mit Rückschluß durch die Erde bei den Postanstalten,
   - *b*) mit Anschluß der Leitungen an die Schienen in Dessau und in Bitterfeld,
   - *c*) bei ihrer Verbindung mit der Bewehrung des Bahnsprechkabels,
   - *d*) in verschiedenen aus Telegraphenleitungen hergestellten Doppelleitungen oder Schleifen ohne Erdrückleitung.

Digitized by Google

2. In den Kabeladern mit beiderseitiger Erdung.

3. In einer beiderseitig geerdeten Leitung der Fernsprechlinie.

4. In mehreren auf dem Erdboden ausgelegten isolierten Drähten von 2 bis 3 *km* Länge, die beiderseitig geerdet waren.

Die in den beim Telegraphenamte Dessau und beim Postamte Bitterfeld geerdeten Einzeltelegraphenleitungen induzierten Spannungen schwankten in den einzelnen Telegraphenleitungen bei einem Fahrdrahtstrome von 100 *A* zwischen 74·8 und 98·4 *V*. Diese Werte blieben unverändert, wenn die Leitungen statt in Dessau und Bitterfeld in größerer Entfernung, zum Beispiel in Magdeburg und Leipzig, geerdet wurden. Daraus geht hervor, daß zwischen den Erdplatten in Dessau und Bitterfeld kein merkbarer von den Bahnrückströmen erzeugter Spannungsabfall im Erdboden entsteht. Wenn, womit zu rechnen ist, zeitweilig eine Höchstbelastung in den Fahrdrähten von 500 *A* eintritt, würde bei 40 *km* Parallellauf die induzierte Spannung 800 *V* betragen. Bei 300 *A* Dauerstrom in den Fahrleitungen wurden 250 *V* gemessen. In Dessau haben in die Telegraphenleitungen eingeschaltete Bogenlampen gut gebrannt.

Wurden die Leitungen beiderseitig an die Schienen und an die Bewehrung der Bahnkabel angeschlossen, so machte sich der Schienenspannungsabfall und auch der von den Rückströmen längs der Kabel hervorgerufene Spannungsabfall bemerkbar.

Die höchste in Doppelleitungen vorkommende Induktionsspannung betrug 1 *V* für 100 *A* Fahrstrom, ein sehr kleiner Wert gegenüber den Einzelleitungsspannungen. Aber auch eine derartige, bei größerer Fahrdrahtbelastung und bei längerem Parallelverlaufe noch zunehmende Spannung wird man wahrscheinlich praktisch beseitigen können durch ausreichende Kreuzung oder Verdrillung der Schleifendrähte.

Die Messungen an den bahneigenen, 5 bis 10 *m* von der Bahnmitte verlegten Fernsprech- und Telegraphenkabeln mit Schleifenbetrieb ergaben, daß der Betrieb in Einzelleitungen unmöglich wäre. Für 100 *A* Dauerstrom in beiden Fahrdrähten wurde nämlich in einer Kabelader bei einem Parallellaufe von rund 24 *km* eine Spannung von 62·5 *V* gemessen. Vergleicht man die Kabelinduktion mit der Induktion in den Freileitungen auf der Grundlage gleicher Länge, so beträgt die Kabelinduktion rund 70% der in den Freileitungen.

Die an der Landstraße im Durchschnittsabstande von 890 *m* von der Bahn verlaufende Fernsprechlinie enthält Doppelleitungen, die in Simultanschaltung, also mit Erdrückleitung, zum Telegraphieren mitbenutzt werden. Die gemessenen Spannungen waren für die einzelnen Drähte gleich groß. Für die ganze Länge betrug bei 100 *A* Fahrstrom die Induktionsspannung gegen Erde 12·8 *V*. Es ist als sicher anzunehmen, daß ein in der gleichen Landstraße verlegtes Kabel dieselbe Induktionsspannung wie die Freileitungen erhalten würde.

Um mit einiger Sicherheit im voraus beurteilen zu können, in welchen Abständen von Wechselstrombahnen nicht nur einzeldrähtig zu betreibende Freileitungen, sondern auch ebensolche Erdkabel störungsfrei geführt werden können, sind in dieser Richtung noch weitere Messungen mit Hilfe ausgelegter Meßdrähte vorgenommen worden. Aus der Lage und dem Verlaufe der diesbezüglichen Kurven läßt sich annähernd schätzen, mit welchen Gegeninduktivitäten bei einzeldrähtigen Erdkabeln von 2 bis 20 *km* Länge zu rechnen ist, wenn diese in 100 bis 2000 *m* Abstand (mittlerer geometrischer Abstand) von elektrischen Wechselstrombahnen eingebettet sind. Bei ebenso geführten Freileitungen ergeben sich die gleichen Induktivitäten.

Beim Fahren elektrischer Züge konnten zeitweilig Induktionsspannungen bis 200 *V* beobachtet werden, wenn mehrere Züge unterwegs waren. Gegenüber einer solchen Induktionsspannung und dem durch sie erzeugten beträchtlichen Induktionsstrome spielt hier der Influenzstrom nur eine untergeordnete Rolle.

Über die Kurvenform der influenzierten und induzierten Ströme beim Fahren von Lokomotiven geben einige Oszillogramme Aufschluß, die in den beeinflußten Telegraphenleitungen aufgenommen wurden. Die dabei auftretenden Oberschwingungen rühren von den Nuten der Lokomotivmotoren her und weisen Schwingungszahlen von 800 bis 1000 in der Sekunde auf, sind also für den Fernsprechbetrieb außerordentlich störend.

Alle Schaltungen, die an derart beeinflußten Schwachstromleitungen angebracht werden, um die in ihnen auftretenden Fremdströme für den Betrieb unschädlich zu machen, müssen auch diese Leitungen zugleich gefahrfrei für Personen machen, die die Leitungen selbst oder die mit ihnen verbundenen Schwachstromapparate berühren können. Die Maßnahmen zur Fernhaltung von Störungen lassen sich nun einteilen in solche, die die in den Telegraphenleitungen induzierten und influenzierten Ströme für den Betrieb unschädlich machen sollen, und in solche, die verhindern sollen, daß derartige Ströme in den Leitungen überhaupt auftreten.

Um die in der Leitung vorhandenen Fremdwechselströme unschädlich zu machen, kommt in Frage:

1. Ein günstiges Verhältnis zwischen der Stärke des Fremdstromes und der des Betriebsgleichstromes oder zwischen der am Apparate wirksamenen Gleich- und Wechselspannung herzustellen;

2. die Einwirkung des Wechselstromes auf den Anker des Elektromagnetsystems der Empfangsapparate ausreichend zu schwächen;

3. für den Wechselstrom Parallelwege zu den Betriebsapparaten zu schaffen.

Die verschiedenen Schutzschaltungen werden eingehend beschrieben; sie gehen darauf hinaus, den Einzelleitungsbetrieb gegen Störungen durch Wechselstrombahnen zu schützen. Für Doppelleitungen liegen die Verhältnisse günstiger. Hier bedarf es im allgemeinen keiner besonderen Schaltungen. Durch ausreichende Verdrillung soll möglichst vollkommenes elektrisches Gleichgewicht der beiden Schleifendrähte hergestellt werden.

Schließlich müssen die Doppelleitungen zur Beseitigung der gefährlichen Influenzladungen Resonanzableitungen erhalten, welche an beiden Enden der Störungsstrecke anzubringen sind, damit im Falle von Erdschlüssen in den Leitungen die Bau- und Betriebsbeamten keiner gefährlichen Induktionsspannung ausgesetzt sind. (Archiv f. Post und Telegraphie Nr. 2, 1914.)

Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen.

Die Zuverlässigkeit der elektrisch-akustischen Signaleinrichtungen im Bergwerksbetriebe. Kliver. Die wiederholt vorgekommenen Mängel an den elektrisch-akustischen Signaleinrichtungen im Bergwerksbetriebe bilden eine Gefahrquelle und haben in einigen Fällen zu Mißverständnissen in der Signalgebung und zu Unfällen Anlaß gegeben. Es wurde daher über Anregung des Oberbergamtes zu Dortmund untersucht, ob die bei einzelnen der auf den Bergwerken des Oberbergamtsbezirkes Dortmund in Verwendung stehenden elektrischen Signaleinrichtungen auftretenden Mängel und ihre Ursachen der elektrischen Signalgebung eigentümlich oder ob sie fehlerhaften Anlagen oder schlechter Instandhaltung und Beaufsichtigung zuzuschreiben sind. Aus den diesbezüglichen in zwei Zusammenstellungen zusammengefaßten Berichten der Bergrevierbeamten über Ursache und Beseitigung der Mißstände geht hervor, daß diese hauptsächlich auf mangelhafter technischer Ausführung beruhen und es erscheint die Schlußfolgerung berechtigt, daß elektrische Signaleinrichtungen, die unbedingt zuverlässig wirken sollen, nachfolgenden Bedingungen entsprechen müssen: Alle Teile müssen wasser- und staubdicht eingeschlossen sein; bei Neuanlagen ist die Verwendung von Elementen wegen des Nachlassens der Spannung zu vermeiden. Einschlagwecker müssen möglichst gleiches mechanisches und elektrisches Widerstandsmoment haben und in gleicher Lage aufgehängt sein, so empfindlich sein, daß sie mindestens vier Signalschläge in der Sekunde abgeben können, mit Nachstellvorrichtungen versehen sein, mit deren Hilfe sie bei ungleichem Schlagen berichtigt werden können; ein Nachpendeln des Klöppels, wodurch ein selbsttätiges Anschlagen an die Glocke erfolgen kann, muß ausgeschlossen sein. Signalgeber sind so einzurichten, daß ein guter Kontaktschluß selbst bei schneller Signalabgabe gewährleistet und ein bloßes Berühren der Kontaktteile untereinander unmöglich ist. (Glückauf, Nr. 4, 1914.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Elektrisches Schmelzen von Zinnerzen. Die Annahme, daß der elektrische Ofen zum Schmelzen von Zinnerzen wegen seiner hohen Temperatur nicht geeignet ist, ist unbegründet. Den ersten von O. F. Maclaren in London ausgeführten Versuchen folgten 1911 die Versuche von Dr. Walmsky vom Northamptoninstitut. Nach vorbereitenden Proben wurden Versuche auf großer Basis ausgeführt. Es wurde der auf einer Dieselanlage erzeugte Dreiphasenstrom von 50 Perioden mit 650 bis 670 *V* verwendet. Mittels eines Öltransformators konnte in dem sekundären Stromkreis nach Belieben ein Strom von 30, 40, 50 oder 60 *V* erzeugt werden. Es wurde ein Schachtofen verwendet, in dem drei einstellbare Kohlenelektroden vorhanden waren. Die Bildung eines direkten Lichtbogens wurde vermieden. Die Beschickung bildete rings um die Reaktionszone einen Konus, in dem die Elektroden frei brannten, umgeben von glühenden Gasen, die als Widerstand dienten. Der Verlust an Metall durch Verflüchtigung betrug weniger als 0·5%.

Auf 100 *kg* Erz wurden durchschnittlich 14 *kg* Koksklein zugegeben. Mit gewöhnlichem bolivianischen Erz mit 49·5% Sn und annähernd 15% Fe wurde eine durchschnittliche Ausbeute von 92 bis 97% erzielt. Durch Raffinierung des flüssigen Metalls in Schachtöfen, welche Eisenrohre zwecks Einführung von Luft enthielten, wurde ein Handelsprodukt von 99·76% und darüber erhalten. Die drei Faktoren: Zinnausbeute, Energieverbrauch und

Digitized by Google

Verlust durch Schlacke müssen in engen Grenzen zueinander gehalten werden. Es ist leicht, eine Schlacke mit 0·25% Sn zu erzielen, doch ist dann der Prozeß nicht wirtschaftlich. Bei einer Ausbeute von 96·75% ergab sich ein Energieverbrauch von 2200 *kWh* pro *t* Zinn. Der Elektrodenverbrauch betrug 12·7 *kg* pro *t* Metall. Bei Verwendung von zwei Öfen — der zweite für die Gewinnung des Zinns aus reicher Schlacke — kann der Energieverbrauch auf 1400 *kWh* verringert werden. Der elektrische Ofen liefert ein reines Zinn, und zwar kontinuierlich. Überdies ist beim Vergleich mit dem Flammofen die Handarbeit geringer. Der Elektrodenverbrauch ist so gering, daß er nicht in Betracht kommt. Der elektrische Prozeß kann vorteilhaft da angewandt werden, wo gutes, aber nicht sehr reiches Erz vorliegt und Wasserkräfte ausgenutzt werden können. (Metall und Erz Heft 4, 1914.)

Chronik.

Aufhebung der Befristung von Wasserkräften für Elektrizitätswerke. Eine sehr interessante und in ihrer Tragweite bedeutende Entscheidung hat vor kurzem das Ackerbauministerium gefällt, veranlaßt durch einen Rekurs der Marktgemeinde Althofen, welchen dieselbe auf Rat ihres Sachverständigen, Ing. W. v. Winkler in Klagenfurt, gegen ein Erkenntnis der Bezirkshauptmannschaft St. Veit und eine Entscheidung der Landesregierung in Kärnten ergriffen hat.

Die Marktgemeinde Althofen hatte ein altes unbefristetes Wasserrecht und die dasselbe ausnutzende Wasserkraftanlage gekauft und durch Aufstellung einer Turbine und Modernisierung des Wasserbaues zur Ausnutzung für ein Elektrizitätswerk geeignet gemacht. Die Konzession dieses Elektrizitätswerkes wurde mit der Beschränkung erteilt, daß das Wasserrecht nur auf 90 Jahre bestehen soll. In den Rekursen wurde vor allem darauf hingewiesen, daß der alleinige Umstand, daß eine Wasserkraftanlage einem anderen Zweck zugeführt wird, nicht genüge, um ein unbefristetes Wasserrecht in ein befristetes zu verwandeln, vorausgesetzt, daß an der Wasserentnahme weder hinsichtlich der Menge noch hinsichtlich der Gefällshöhe eine Änderung vorgenommen wurde. Das Ackerbauministerium hat nun am 14. November 1913 unter Zahl 46 544 an die k. k. Landesregierung in Kärnten folgende Entscheidung herausgegeben:

„Mit der Entscheidung vom 3. März 1913, Z 3309, hat die k. k. Landesregierung in Bestätigung des Erkenntnisses der Bezirkshauptmannschaft St. Veit vom 18. Jänner 1913, Z. 28 390 ex 1912 die der Marktgemeinde Althofen erteilte wasserrechtliche Bewilligung zum Baue ihrer von Ferdinand v. Knapitsch erworbenen Wasserwerksanlage an der Gurk in Krumfelden in ein Elektrizitätswerk mit 90 Jahren befristet.

Über den Rekurs der Marktgemeindevorstehung Althofen findet das k. k. Ackerbauministerium unter Behebung der angefochtenen unterinstanzlichen Entscheidungen auszusprechen, daß das der Gemeinde Althofen zustehende mit der Kraftanlage am Gurkfluß bei Krumfelden verbundene Wasserbenutzungsrecht zeitlich unbeschränkt ist.

Hiefür war die Erwägung maßgebend, daß laut Ergebnisses der am 19. August 1913 durchgeführten Nachtragserhebung die an der bisherigen Wasseranlage des Ferdinand v. Knapitsch zum Zwecke der Umwandlung in ein Elektrizitätswerk vorgenommenen Änderungen im Rahmen und in den Grenzen des früheren Wasserbenutzungsrechtes aus geführt wurden und insbesondere die das Maß dieses Rechtes individualisierende Kapazität der Stau- und Einlaßvorrichtungen gegen früher keine Änderung erfahren hat; da aber das frühere Wasserbenutzungsrecht weder zeitlich beschränkt, noch an einen bestimmten Zweck gebunden war, können auch Bedingungen, die dieses den Gegenstand einer behördlichen Neuverleihung nicht bildende Wasserbenutzungsrecht selbst treffen und einschränken, nicht vorgeschrieben werden.

Wie man leicht erkennt, ist diese Entscheidung besonders für Elektrizitätswerke von großer Tragweite und es ist sehr zu begrüßen, daß entgegen der früheren Auffassung, alle Wasserkraftanlagen, welche für Elektrizitätswerke ausgenutzt werden, zu befristen, in den besonders für kleinere Gemeinden maßgebenden Fällen zu Recht erkannt wurde, daß unter den angegebenen Umständen die Befristung entfallen müsse.

Internationaler Elektrotechnischer Kongreß in San Francisco 1915*). Der Internationale Elektrotechnische Kongreß findet unter den Auspizien des American Institute of Electrical Engineers statt und ist der einzige offizielle Kongreß, der von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (I. E. C.) offiziell gutgeheißen und in diesem Sinne bei Gelegenheit des Turiner Kongresses anerkannt worden ist.

*) Siehe E. u. M. 1914, Seite 85, 276.

Der Leitungsausschuß des Internationalen Elektrotechnischen Kongresses setzt sich aus folgenden Herren zusammen:

Dr. Charles P. Steinmetz, Ehrenpräsident; Dr. Edward B. Rosa, Ehrensekretär; H. G. Scott, Vorsitzender; J. W. Lieb jr., II. Vorsitzender; ferner den Herren: H. H. Barnes jr., F. L. Hutchinson, A. E. Kennelly, Henry A. Lardner, C. O. Mailloux, George F. Sever und Preston S. Millar, letzterer als Schatzmeister.

Betreffs der gemeinsamen Reise von New York nach San Francisco und zurück werden vom Reiseausschuß der A. I. E. E. unter Vorsitz des Herrn H. H. Barnes jr. die nötigen Vorkehrungen getroffen werden. Es soll auch der Versuch gemacht werden, eine gemeinsame Ausreise von Europa nach New York zu bewerkstelligen.

Literatur-Bericht.

Technische Chemie für Maschinenbauschulen. S. Jacobi. Ein Lehr- und Hilfsbuch für Maschinen und Elektrotechniker sowie für den Unterricht an höheren und niederen Maschinenbauschulen und verwandten technischen Lehranstalten. Mit 101 Textfiguren. Julius Springer, Berlin, 1910. 160 Seiten. 8°. Geb. Mk. 3·60.

Der Verfasser stellte sich die Aufgabe, den Lehrstoff des chemischen Unterrichtes an Maschinenbauschulen zu einer Betriebschemie auszugestalten. Demgemäß wird die Chemie vorwiegend in ihrer Bedeutung für den Maschinenbau und die Elektrotechnik behandelt. In dieser Hinsicht stellt das Buch eine gelungene Lösung der gestellten Aufgabe dar. Der angehende Maschinentechniker wird ziemlich ausführlich mit den wichtigsten chemischen Elementen und Verbindungen bekanntgemacht. Im technologischen Teile werden natürliche und künstliche Brennstoffe sowie deren Beurteilung, Fette, Öle und Harze, Schmiermittel, Wasserreinigung, nichtmetallische und metallische Gebrauchsmaterialien (Glas, Tonwaren, Bausteine, Mörtel, Holz, Leder, Leim, Metalle und Legierungen), Rostschutzmittel usw. sowohl hinsichtlich ihrer Erzeugung als auch vom Standpunkte der Konsumenten besprochen. Hiebei finden auch die neuesten Herstellungsverfahren (zum Beispiel Kautschuksynthese, Salpetersäure aus Luft) als auch Anwendungsgebiete (Permutitwasserreinigung, Zellit bei elektrischen Leitungsdrähten usw.) Berücksichtigung. Ausführlich und modern werden die Löt- und Schweißprozesse besprochen. Auch im theoretischen Teile des Buches sind nützliche technische Winke eingeschaltet. Der Text wird durch viele instruktive Abbildungen ergänzt. Durch die Anordnung und Auswahl des Stoffes wird dem Lehrer ein zweckdienliches Hilfsmittel in die Hand gegeben. Das gut angelegte Sachregister erlaubt, das Werk auch als Nachschlagebuch zu benutzen. Wenn der Berichterstatter einige Anregungen behufs etwaiger Ergänzung einer Neuauflage aussprechen darf, so wären einige Worte auch den pyrophoren Legierungen und dem Verzinken nach Schoop zu widmen. Bei der Besprechung des Kupfers könnten auch die die Leitfähigkeit beeinflußenden Verunreinigungen erwähnt werden. Die Klebstoffe (Gummi arabicum, Dextrin usw.) würde es sich empfehlen, mit den Kitten in einem besonderen Kapitel zu behandeln. Mit Kautschuk sind diese Stoffe weder chemisch noch technologisch verwandt.

Weniger befriedigt die theoretische Einleitung des Buches, indem manche der dort ausgesprochenen Lehrsätze keine allgemeine Gültigkeit haben. Schon die Abgrenzung der chemischen Vorgänge gegenüber den physikalischen (bei chemischen Vorgängen hört mit der Ursache die Wirkung nicht auf) läßt sich anfechten. Die Ausführungen über das Energiegesetz sind geeignet, falsche Vorstellungen zu erwecken, indem die durch das Entropiegesetz gegebene Einschränkung bei der Nutzbarmachung der Energie mit keinem Worte erwähnt wird. Keine allgemeine Gültigkeit haben zum Beispiel auch die Lehrsätze: „Die Lösung eines festen Stoffes in einer Flüssigkeit erfolgt immer unter Wärmeaufwand“ (Seite 15), „Zu elektrochemischer Zersetzung kann nur Gleichstrom, nie Wechselstrom zur Verwendung kommen“ (Seite 36). Doch das sind Schwächen vieler Mittelschullehrbücher, die vielleicht ihren Grund in der gedrängten Darstellung haben. Es ist Aufgabe des das Lehrbuch benutzenden Lehrers, im Vortrag den möglichen Mißverständnissen vorzubeugen. Es wäre noch zu erwähnen, daß die Schreibweise „Hypochlorid“ (Seite 44 und 45) unrichtig ist und daß das Ammoniak nicht aus Steinkohlenteer (Seite 45), sondern aus Steinkohlengas gewonnen wird. *Dr. Vondráček.*

Digitized by Google

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Schalter.

(Schluß von Heft 16, Seite 339.)

Ölschalter.

Eine Erfindung der British Thomson-Houston Company Limited in London bezweckt, bei Ölschaltern jede Art von Explosionen zu vermeiden, selbst wenn sehr starke Ströme geöffnet werden. Der Zweck wird erreicht, indem nicht nur die direkte Explosionswirkung des Unterbrechungsbogens verringert wird, sondern indem auch verhindert wird, daß heiße Dämpfe die Luft über der Öloberfläche erreichen. *a* (Fig. 7) ist das Ölgefäß, *b* ist der ruhende Kontakt, *c* ist der vertikal bewegliche Kontakt. Der Unterbrechungslichtbogen zwischen *b* und *c* sucht das Öl wegzuschleudern und damit auch aus dem Gefäß zu werfen. Um das zu verhindern, werden die Kontakte mit einer Glocke *d* aus metallenen guten Wärmeleitern (Ringen) umgeben, deren kleine Zwischenräume die heißen Gase durchschreiten müssen; dadurch kühlen sich die Gase ab und können, wenn sie die Öloberfläche erreichen, keine Explosion mehr bewirken. Die Ringe sind voneinander isoliert, so daß der Unterbrechungsbogen die Glocke nicht als metallene Brücke zwischen den Kontakten *b* und *c* benutzen kann, sondern der Bogen wird vielmehr in mehrere, in Serie geschaltete kleine Bogen zerlegt, die durch das Öl leicht gelöscht werden können. *e* ist eine perforierte Schutzwand zum Abhalten heißer Gase von der Öloberfläche. (B. P. Nr. 148, A. D. 1913.)

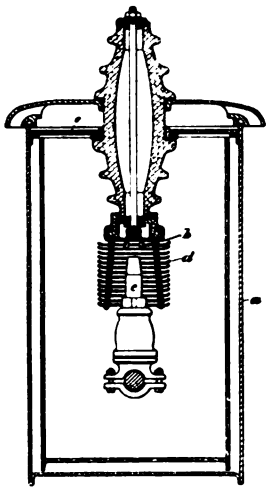


Fig. 7.

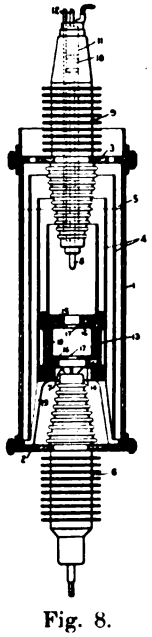


Fig. 8.

Ein neuer Schalter der General Electric Company in New York unterbricht rasch und vollkommen große Energiemengen. Das Gefäß 1 (Fig. 8) enthält bis zur Linie 5 Öl, das vorteilhaft durch Isolierwände 4 in konzentrische Lagen geschieden ist, wodurch starke Ölbewegungen vermieden werden. Am Boden 2 ist ein Isolator 6 befestigt, der einen Endkontakt 7 trägt, während der bewegliche Endkontakt 8 innerhalb des Isolators 9 beweglich ist. Der mittels Luftdruckes bewegte Kolben 10 trägt den Kontakt 8. Wenn die Kontakte 7 und 8 voneinander entfernt werden, entsteht ein Lichtbogen, der mit Hilfe der Metallkammer 13, die mit Isolationsschichten bedeckt ist, ausgelöscht wird. In der Kammer 13 wird das Öl durch den Lichtbogen unter hohen Druck gesetzt, wenn der Lichtbogen vom Kontakt 8 in die Kammer 13 gezogen wird. Das unter Druck stehende Öl preßt den Lichtbogen zusammen und löscht ihn beim Entweichen durch die Öffnungen 17.

(U. S. P. Nr. 1,067.735.)

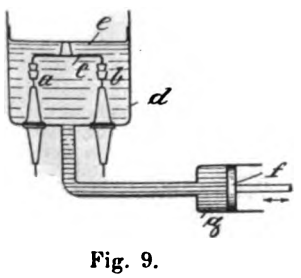


Fig. 9.

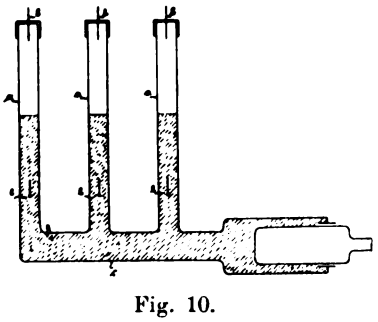


Fig. 10.

Beim Öffnen von Ölschaltern und bei der Bildung des Lichtbogens unter Öl tritt eine mehr oder minder starke Gasentwicklung ein, die unter Umständen sich durch Explosionen störend bemerkbar macht. Gemäß einer Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin wird der Gasdruck dazu benutzt, die relative Bewegung der Kontakte gegeneinander zu beschleunigen. In Fig. 9 bezeichnet *a*, *b* die festen Kontakte, *c* die bewegliche Schalttraverse, *d* den Ölkasten. Die Traverse *c* ist an dem beweglichen Deckel *e* isoliert befestigt. Die Betätigung erfolgt durch einen Druckzylinder *g* und Kolben *f*. Der bei der Gasentwicklung entstehende Druck treibt den Deckel und damit die Kontakttraverse in Richtung der Ausschaltbewegung. (D. R. P. Nr. 264.933.)

Die Hitze des Lichtbogens beim Öffnen der Kontakte eines Ölschalters bewirkt oft eine Zersetzung des Öles und die Bildung brennbarer Gase, die zur Öloberfläche in Form von Blasen aufsteigen. Wenn nun der Lichtbogen glühende Metallteile oder Kohlenteile von den Elektroden oder den benachbarten Stellen fortschleudert, dann gelangen diese Teile mit den Gasblasen zur Öloberfläche und entzünden die explosible Mischung von Luft und brennbaren Gasen über der Öloberfläche. Um solche Entzündungen unmöglich zu machen, ordnet die British Thomson-Houston Company Limited in London unterhalb der Öloberfläche ein Drahtnetz an, das die Gase wohl durchtreten läßt, nicht aber die glühenden Teile, welche zurückfallen. (B. P. Nr. 21.867, A. D. 1912.)

Ein Hochspannungsschalter von H. Weiss in Karlsruhe besteht aus einer oder mehreren kommunizierenden Leitungsröhren *a* (Fig. 10), in welche für jede elektrische Leitung zwei Elektroden *b* hineingeführt sind. Die unteren Enden der Röhren sind durch eine gemeinsame Röhre *c* verbunden, die an eine Pumpe angeschlossen ist. Die Pumpe, die Verbindungsröhre *c* und zum Teil die Leitungsröhren *a* sind mit Öl gefüllt. Über dem Öl befindet sich in den Leitungsröhren ein elektrisch leitendes Gas, zum Beispiel Stickstoff oder Argon. Die Röhren können künstlich gekühlt werden. Bei Senkung des Ölstandes in den Leitungsröhren durch die Pumpe dehnt sich das Gas aus, wodurch ein Übergang des elektrischen Stromes zwischen den festen Elektroden bewirkt wird. Bei steigendem Ölstand und entsprechender Verdichtung des Gases tritt Stromunterbrechung ein. (D. R. P. Nr. 264.153.)

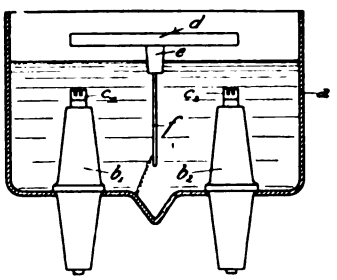


Fig. 11.

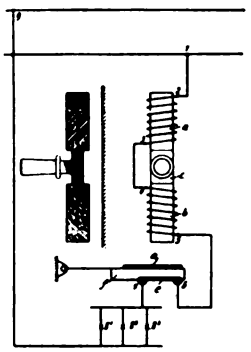


Fig. 12.

In elektrischen Betrieben werden häufig Schalter verwendet, welche von Hand betätigt werden, unabhängig davon aber durch irgendeine Notauslösevorrichtung. Gemäß einer Erfindung der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) soll bei Handbetrieb von zwei parallelen Öffnungsstellen, von denen die eine unter Öl, die andere in der Luft liegt, die Öffnung des Ölkontaktes der Öffnung des Luftkontaktes vorausgehen und bei Notauslösungen die Öffnung des Luftkontaktes der des Ölkontaktes. Der Vorteil dieser Anordnung liegt darin, daß bei der häufigen Betätigung von Hand aus, welche gewöhnlich bei kleinen Stromstärken erfolgt, die Luftkontakte zur eigentlichen Stromunterbrechung benutzt werden, während bei der Notauslösung, welche meist bei hohen Stromstärken erfolgt, die Ölkontakte zur Stromausschaltung in Tätigkeit treten, was unter Benutzung ein und desselben Schalters dennoch in jedem Betriebsfalle die günstigste Schaltmethode zu verwenden ermöglicht.

(D. R. P. Nr. 264.545.)

Wenn die Kontakte eines Ölschalters geöffnet sind, können Ströme von einem Kontakt zum anderen übergehen, und zwar infolge von aus dem Öl ausgeschiedenen Zersetzungsprodukten, die leitende Verbindungen bilden. Auch Ladungsvorgänge an den Flächen der Kontakte, atmosphärische Entladungen und andere Überspannungen können das Entstehen von Übergangsströmen herbeiführen. Gemäß einer Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Berlin werden die Übergangsströme unschädlich zur Erde abgeleitet. *a* (Fig. 11) ist das Gehäuse des Schalters, in welchem auf Isolatoren b_1 b_2 die Kontakte c_1 c_2 unter Öl angeordnet sind. Das Schaltmesser *d* trägt mittels eines isolierenden Körpers *e* die metallene Zwischenwand *f*, die mit dem Gehäuse des Schalters, bezw. mit der Erde leitend verbunden ist. Die Wand *f* ist so angeordnet, daß sie die Ströme aufzufangen vermag, die etwa von einem Kontakt zum anderen übergehen

(D. R. P. Nr. 251.008).

Quecksilberschalter.

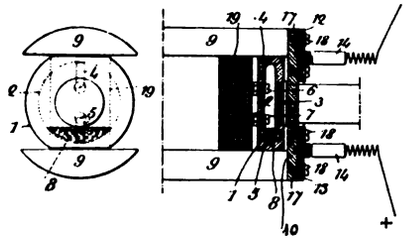
Von Karl Laudien in Breslau rührt eine Umschalteinrichtung für Ansprechstromstärken von elektromagnetischen Strombegrenzern her (Fig. 12). Der Strom des Apparates umfließt die Kerne *a* und *b*, tritt bei 6 in den Unterbrecher, geht durch das Quecksilber *e* nach 7, um nach Durchströmen der Lampen 8^1, 8^2, 8^3 bei 9 an den anderen Pol der Stromzuleitung zu kommen. Erreicht die Stromstärke den vorgeschriebenen Wert, so zieht *b* den Anker *a* an, kippt die Röhre *f* und bringt die Lampen zum Flackern. Im Kern *d* werden Kraftlinien erzeugt, welche denen der Spule *b* entgegengerichtet sind. Solange der magnetisch leitende Stöpsel *c* nicht eingesteckt ist, stören sich die Kraftlinienflüsse

Digitized by Google

nicht, sondern schließen sich in sich selbst. Durch Einfügen des Stöpsels *c* gehen die Kraftlinien von *d* zu *b* und verringern die Wirkung des Kernes *b*. Die Röhre *f* kippt daher erst dann, wenn der aus der Amperewindungszahl der Spulen *b* und *d* resultierende Kraftlinienfluß die Größe erreicht, welche, bevor der Stöpsel *c* steckte, der Kraftlinienfluß von *b* allein hatte. (D. R. P. Nr. 268.137.)

Von L. Chalas in Frankreich rührt ein automatischer Schalter her, der den Stromkreis zwischen einer Akkumulatorenbatterie und einem Generator unterbricht und wieder schließt, wenn der Antriebsmotor des Generators abwechselnd läuft und stillsteht, wie dies bei einem Automobil der Fall ist. Der Schalter kann außerdem so eingestellt werden, daß der Stromkreis geschlossen wird, wenn die Geschwindigkeit des Motors so groß ist, daß die EMK des Generators größer ist, als diejenige der Akkumulatoren und daß im entgegengesetzten Fall der Stromkreis geöffnet wird. Der Schalter (Fig. 13) besteht aus einer Isolierscheibe 1

Fig. 13.



mit einem Hohlraum 2, der durch die Schraube 3 geschlossen ist. 4 und 5 sind Platinzungen, die mittels der als Stromabnehmer dienenden Schrauben 6 und 7 befestigt sind. 8 ist Quecksilber. Der Schalter wird zwischen den Polstücken 9 des Generatorankers angeordnet. Ein Ende der Ankerwicklung ist an eine Lamelle des zweiteiligen, ringförmigen Kollektors 10 angeschlossen, das andere Ende an 6, während 7 mit der zweiten Ringhälfte des Kollektors in Verbindung steht. 14 sind Stromabnehmerbürsten. Wenn der Anker steht, sind 4 und 5 miteinander nicht verbunden. Wenn der Anker eine genügende Geschwindigkeit erreicht hat, nimmt das Quecksilber unter dem Einfluß der Zentrifugalkraft eine ringförmige Gestalt an und verbindet dadurch 4 und 5 leitend miteinander; der Stromkreis zwischen dem Generator und den an die Bürsten 14 angelegten Akkumulatoren ist jetzt geschlossen. (F. P. Nr. 454.080.)

Eine Erfindung von Schott & Gen. Glaswerk in Jena betrifft eine selbsttätige Schaltvorrichtung für eine an einen Zähler angeschlossene Zweigleitung. Ihr Ziel ist, bei Änderungen in der Größe der Stromstärke oder der Spannung des Betriebsstromes oder beider die Zweigleitung auszuschalten oder einzuschalten, beim Schalten aber nur einen flüssigen Kontaktkörper in Bewegung zu setzen, so daß Abnutzungen vermieden werden. *a* (Fig. 14) ist eine teilweise mit Quecksilber gefüllte Glasröhre. Die Stutzen a^1 und a^2 dienen dem Ein- und Austritt des Betriebsstromes. *b* ist ein Kontaktstück. Die Ebene der Röhre *a* wird senkrecht durchsetzt von den Kraftlinien des Hufeisenelektromagneten *c*, dessen Erregerspule *d* vom Betriebsstrom durchflossen wird. Die Zu- oder Abnahme der Stromstärke wirkt infolgedessen auf den Höhenunterschied der beiden Quecksilberoberflächen. Um die Stromstärke zu regeln, bei deren Über- oder Unterschreitung der Zähler ein- bezw. ausgeschaltet werden soll, kann die Röhre *a* in ihrer Ebene gedreht und festgestellt werden, und zwar mit Hilfe des Halters *e* auf dem einen Polende des Elektromagneten. (D. R. P. Nr. 267.665.)

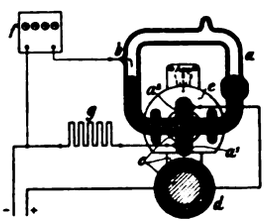


Fig. 14.

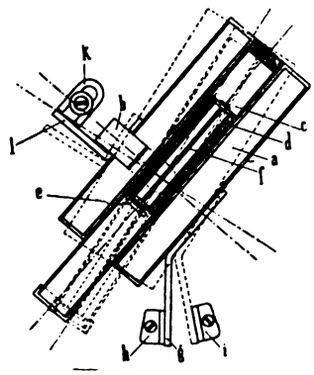


Fig. 15.

Zeitschalter.

Von den Bergmann-Elektricitäts-Werken Akt. Ges. in Berlin rührt ein neuer Zeitschalter für Treppenbeleuchtung her. In Fig. 15 bezeichnet *a* ein Solenoid, das in dem Bügel *b* drehbar aufgehängt ist. Durch den zentralen Teil des Solenoides ist ein vollkommen luftdicht abgeschlossenes, zweckmäßig aus Eisen hergestelltes Rohr *c* durchgeführt. *d* bedeutet einen im Rohr *c* gleitbar angeordneten eisernen Zylinder, der von einem mit Hilfe des Ventils *e* verschließbaren Kanal *f* durchquert wird. Das Rohr *c* enthält eine Flüssigkeit von zweckmäßiger Viskosität, zum Beispiel Glyzerin. *g* ist ein am Solenoid befestigter Kontaktarm, der mit den beiden festen Kontakten *h* und *i* zusammenwirkt. Vom Solenoid geht auch ein zweckmäßig permanent magnetischer Anker *l*, der mit dem Dauermagneten *k* zusammenwirkt, aus. Wenn ein elektrischer Strom durch das Solenoid *a*, dessen Ruhelage durch gestrichelte Linien angedeutet ist und das mit einer Stromquelle freibeweglich verbunden ist, fließt, wird der Zylinder *d*, der in der Ruhelage auf dem Boden des Rohres *c* aufruht, angezogen und in die in der Zeichnung veranschaulichte Lage verschoben. Bei der Bewegung des Zylinders *d* nach oben kann die im Rohre *c* eingeschlossene Flüssigkeit ungehindert durch den Kanal *f* des Zylinders strömen. Der Schwerpunkt des Ganzen, der in der Ruhelage des Zylinders *d* unter dem Drehpunkt des Solenoides *a* liegt, wird bei der nunmehrigen Lage des Zylinders *d* über den Drehpunkt verschoben. Das Solenoid *a* wird dadurch gedreht und der Arm schließt den Kontakt bei *h*, der in Verbindung mit der Beleuchtungsleitung steht. Sobald die Kontakte *g* und *i* getrennt werden, hört der Strom durch das Solenoid *a* auf. Der Zylinder *d* beginnt hienach seine sinkende Bewegung durch die Flüssigkeit, wobei das Ventil *c* geschlossen wird. Die Anordnung kann derartig sein, daß das Ventil *l* nur eine geringe Flüssigkeitsmenge durchläßt oder daß der Zylinder *d* mit einem feinen Kanale oder einer schmalen Nut auf der Außenwandung versehen ist. Wenn der Zylinder *d* genügend weit gesunken ist, wird der Schwerpunkt des Ganzen wieder unter die Drehachse verlegt, der drehbare Körper kommt hiedurch in Bewegung, und infolge der Trennung der Kontakte *g* und *h* wird die Beleuchtungsleitung unterbrochen, so daß die angeschlossenen Lampen erlöschen oder die bei Gasanlagen angeordneten Ventile geschlossen werden. Bei Beendigung der Drehung von *a* kommt der Arm *g* wieder mit dem Kontakt *i* in Berührung und das Solenoid *a* kann von neuem erregt werden. Um ein verhältnismäßig schnelles Umwerfen des Solenoides zu erzielen, sind der Anker *l* und der Magnet *k* vorgesehen. Das Solenoid beginnt seine Drehbewegung erst, wenn der Schwerpunkt eine so tiefe Lage erreicht hat, daß die Schwere das aus der Anziehung zwischen *k* und *l* herrührende Drehmoment auszugleichen vermag. Hiedurch wird einerseits die Drehzeit des Solenoides wesentlich verlängert, andererseits der Kontakt zwischen *h* und *g* schneller unterbrochen. Bei Drehung des Solenoides in entgegengesetzter Richtung wird auf ähnliche Weise die Anziehung zwischen *k* und *l* zu einer schnelleren und zuverlässigeren Kontaktbildung zwischen *h* und *g* beitragen. (Ö. P. Nr. 58.156).

Hitzdrahtschalter.

Eine Erfindung von E. O. Möller in Manchester betrifft einen automatischen Schalter, der einen elektrischen Stromkreis nach einer bestimmten Zeit öffnet, wenn eine Überlastung eintritt. Der Generator 1 (Fig. 16) liefert Strom in den Stromkreis 2, 3. Die beweglichen Teile des Schalters sind mit 4 bezeichnet. 5 ist ein in den Hauptstromkreis eingeschalteter Widerstand, 6 ist die Serienspule des Schalters, 7 die Festhaltespule, die von einem Schalter 10 betätigt wird, der von einem Hitzdrahtrelais beeinflußt wird. Dieses Relais besteht aus einem Draht 11, der mechanisch mit dem Schalter 10 verbunden ist. Wenn der durch den Draht 11 fließende Strom eine bestimmte Höhe übersteigt, dann gestattet der Draht dem Schalter 10, sich unter dem Einfluß einer Feder zu öffnen. Dadurch wird die Spule 7 geöffnet, welche die beweglichen Teile des Schalters 4 in ihrer Lage erhält, so daß die Spule 6 den Schalter 4 und damit den Hauptstromkreis öffnen kann. (B. P. Nr. 27.530, A. D. 1912.)

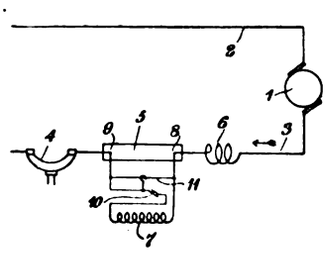


Fig. 16.

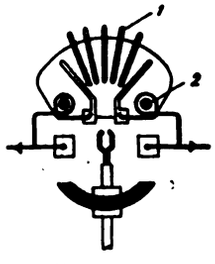


Fig. 17.

Schalter mit Funkenlöschung.

Eine Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin besteht darin, daß in dem Weg des Lichtbogens eines Schalters eine größere Anzahl feststehender, leitender Wände großer Wärmekapazität, zum Beispiel aus Metall oder mit metallischer Oberfläche, nebeneinander angeordnet sind, so daß der Lichtbogen durch die seiner Bewegung entgegenstehenden Kanten in eine Reihe von Einzellichtbögen zwangsweise zerschnitten wird. An diesen Zwischenwänden findet eine starke Wärmeentziehung statt, so daß die Lichtbögen bereits bei verhältnismäßig geringer Vergrößerung ihrer Länge abreißen. Zwischen den Hörnern des Hörnerschalters (Fig. 17) ist eine größere Anzahl Zwischenwände 1 angeordnet. Die magnetischen Blasspulen 2 steigern den Auftrieb des Funkens. (D. R. P. Nr. 166.745.)

Bei einem Drehstromschalter der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin werden zunächst die beiden außen liegenden Pole ausgeschaltet und nach oder kurz vor dem Verlöschen der hiebei entstehenden Lichtbögen erst der dritte Pol. Man vermeidet durch diese Einrichtung das gleichzeitige Entstehen dreier Lichtbögen, die gegeneinander das volle Potential haben und bei ihrer leichten Beweglichkeit besonders in engen geschlossenen Gehäusen leicht Kurzschlüsse hervorrufen. (D. R. P. Nr. 267.086.)

Schluß der Redaktion am 21. April 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 26. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Über Gegenstrom- und Nutzbremsung von Drehstrom-Serienkollektormotoren mit Zwischentransformator und doppeltem Bürstensatz. Von Dr. Oskar Srnka, Brünn 365
Beiträge zur Frage der Wellenformen und Deformationen bei Ausgleichsvorgängen längs gestreckter Leiter. Von W. O. Schumann (Schluß) 370
Internationale Elektrotechnische Kommission (I. E. C.) . . 377
Rundschau:
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 377
Dynamomaschinen, Transformatoren 378
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 378
Leitungen 378
Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 378
Elektrische Apparate 379
Telegraphie und Telephonie 379
Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 380
Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie 380
Stoffe für die Elektrotechnik 381
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 381
Wirtschaftliches 382
Chronik 382
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Sicherungen 386
Personalnachricht 388
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *237 - 248*

Über Gegenstrom- und Nutzbremsung von Drehstrom-Serienkollektormotoren mit Zwischentransformator und doppeltem Bürstensatz.

Von Dr. Oskar Srnka, Brünn.

Neben den Wechselstrom-Kollektormotoren greift auch die Verwendung von Drehstrom-Serienkollektormotoren immer mehr um sich und liegt der Grund hiefür in den für manche Betriebe besonders erwünschten Eigenschaften dieser Motortypen, hauptsächlich in Bezug auf ihre verlustlose Tourenregulierungsmöglichkeit bei beliebigen Belastungen. Bei der Verwendung dieser Motoren für Bahnzwecke gewinnt die Frage der Energierückgewinnung bei Talfahrten oder beim Auslaufen der Wagen in der Ebene erhöhte Bedeutung. Nachstehende Erörterungen sollen für den letztgenannten Fall die Möglichkeit einer Energierückgewinnung und die Bedingungen hiefür aus meßtechnisch gewonnenen Ergebnissen dartun.

Die der Untersuchung unterzogene Maschine war ein Drehstrom-Serienkollektormotor mit Zwischentransformator und doppeltem Bürstensatz der Siemens-Schuckert-Werke in Wien, von

$$PS = 5{\cdot}5,\ E_k = 110\ V,\ J = 27\ A,\ u_{sy} = 750,\ 2p = 8,\ \nu = 50\ ^*).$$

Die Schaltung der Maschine für Motorbetrieb, welche von der tatsächlichen Ausführung zwar etwas abweicht, zeigt im Prinzip Fig. 1.

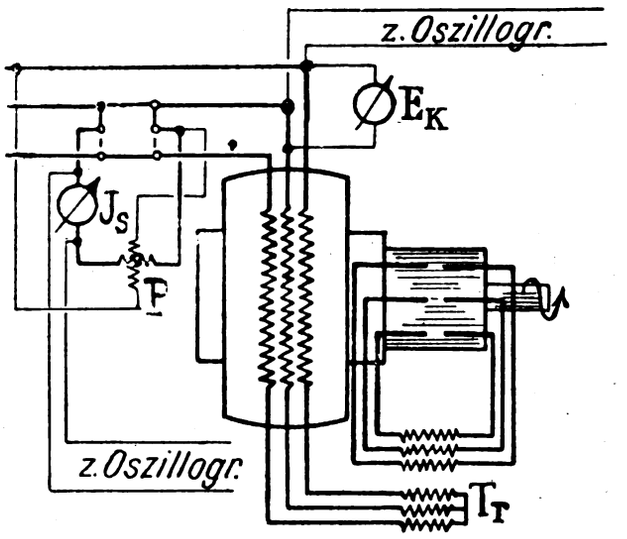


Fig. 1. Schaltungsschema für Motorbetrieb.

Obzwar die Tatsache der Phasenkompensation und die Bedingungen hiefür bekannt sind **), möge hier dennoch nicht unerwähnt bleiben, daß es bei dem in Rede stehenden Motor möglich war, zwischen den Belastungen Null und $^5/_4$ der normalen Belastung durchwegs Phasenvoreilung zu erhalten. Es konnte dies durch entsprechende Klemmenspannungsänderung an der Maschine, entweder durch Änderung der Netzspannung oder bei konstanter Netzspannung durch entsprechende Einstellung der vor jede Phase der Maschine gelegten Vorschaltwiderstände, erreicht werden. In Tabelle I sind die bezüglichen Meßwerte wiedergegeben. Aus vergleichenden Messungen wurde beobachtet, daß

*) Die nachstehenden Untersuchungen wurden ausgeführt im Maschinenlaboratorium der I. Lehrkanzel für Elektrotechnik an der k. k. Deutschen Technischen Hochschule in Brünn.

**) J. Jonas, E. T. Z. 1913: „Phasenkompensation und Stabilisierung von Mehrphasen-Reihenschlußmotoren", Seite 1082.

Digitized by Google

Tabelle I.

E_k	P'_k	P''_k	P_k	J'_s	J''_s	E_m	E_w	W_r	PS	u	β	cos φ	φ
110 V	263	283	546	12·9	12·9	24·7	85·3	6·62	0	750	214°	0·9981	3° 31′
	750	762	1512	24·4	24·4	71·8	38 2	1·565	2·98			0·9907	7° 50′
	1425	1463	2888	41·1	41·2	80·95	29·05	0 707	5·5			**0·9997**	**1° 15′**
	1725	1825	3550	45·7	46·0	89·3	70 7	0·45	6 875			0·9987	2° 50′

die mit cos φ-Zeiger aus der wattmetrischen Ablesung und aus Oszillogrammen bestimmten Werte für den Leistungsfaktor voneinander stark abweichen. Während zum Beispiel für die dritte Meßaufnahme aus Tabelle I für den cos φ der Wert 0·9997 und für den Winkel selbst $\varphi = 1° 15'$ resultiert, ist derselbe aus dem Oszillogramm (Fig. 2) mit etwa $\varphi = 33° 20'$ ermittelt worden

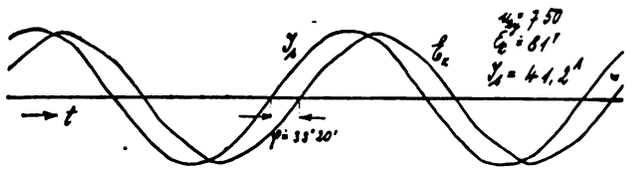


Fig. 2. Strom- und Spannungs-Oszillogramme bei Motorbetrieb.

unter der Annahme, daß die Strom- und Spannungskurve nahezu mit ihren Grundschwingungen zusammenfallen.

Die Unterschiede in der Ermittlung des cos φ aus wattmetrischen Angaben und aus oszillographischen Aufnahmen sind um so auffallender, als zur Bestimmung des Leistungsfaktors nicht die Formel

$$P = \sqrt{3}\, E J \cos \varphi$$

verwendet wurde, worin infolge der Bestimmung von E, J und P drei Möglichkeiten von Fehlerquellen vorhanden sind, sondern die an und für sich schon erheblich genauere Formel

$$\frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2} \sqrt{3} = \operatorname{tg} \varphi,$$

woraus φ als der von allem Einfluß eventueller Oberwellen ungleicher Frequenz, wie solche in der Spannungs- und Stromkurve vorhanden sein können, deren Effektivwerte sie dann oft nicht vernachlässigbar wenig beeinträchtigen, dagegen an der Leistungsbestimmung nicht beteiligt sind, freie Wert des Phasenverschiebungswinkels bestimmt und somit nur aus wirklich zugeführten Leistungsanteilen ermittelt wurde. Allerdings ist infolge der Verwendung des Koeffizienten $\sqrt{3}$ stillschweigend angenommen, daß die Strom- und Spannungskurve sinusförmig seien und keine höheren Harmonischen gleicher Frequenz enthalten, was mit der Wirklichkeit nicht unbedingt im Einklang zu stehen braucht. Trifft die gemachte Annahme in der Tat nicht zu, so ist statt $\sqrt{3}$ der entsprechende Koeffizient mit Rücksicht auf die vorhandene gemeinsame höhere Harmonische der Strom- und Spannungskurve zu wählen, wodurch möglicherweise eine bessere Übereinstimmung der errechneten Werte des Leistungsfaktors mit den einwandfreien Ermittlungen desselben aus oszillographischen Aufnahmen zu erreichen wäre. Das Verfahren ist aber derart umständlich und zeitraubend, daß man an dessen Gebrauch in Praxi nicht denken kann und sich somit mit den Näherungswerten wird abfinden müssen.

Was die Behandlung der eigentlichen Frage der Gegenstrom- und Nutzbremsung betrifft, so diente hiefür die Schaltungsanordnung nach Fig. 3. Zwischen Netz und Maschine war in jede Phase ein Regulier- oder Bremswiderstand geschaltet. Für die Untersuchung der später zu erörternden freien Schwingung wurde außerdem ein Transformator zwischen Netz und Maschine geschaltet. Die Maschine wurde nun gegen den Motordrehsinn (entgegen der Drehrichtung beim Betrieb als Motor nach Fig. 1) angetrieben und bei gleichzeitigem Vertauschen zweier Anschlußklemmen der Statorwicklung vom Netz mit konstanter Klemmenspannung gespeist. Es ist eine Umschaltung zweier Statorphasen deshalb notwendig, weil die Drehfelder im Stator und Rotor sonst gegenläufig wären und dieser Umstand einen unzulässig hohen Maschinenstrom zur Folge hätte.

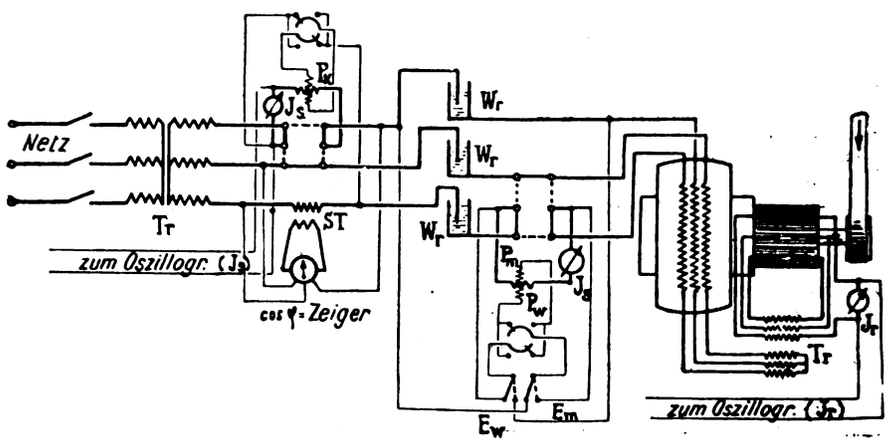


Fig. 3. Schaltanordnung zur Gegenstrom- und Nutzbremsung.

Die Durchführung der Messungen geschah in der Weise, daß für verschiedene Klemmenspannungen E_k und veränderliche Bürstenverschiebungswinkel β*) der beweglichen Bürsten, bei verschiedenen über und unter der synchronen Tourenzahl gelegenen Drehzahlen, Aufnahmen der Netz-, Motor- und Widerstandsleistungen vorgenommen wurden, um aus der Veränderlichkeit der genannten Größen, deren Einfluß auf die Wirkungsweise der Maschine zu ermitteln. Von den zahlreichen Versuchsreihen sind in Tabelle II die Meßergebnisse bei $u = 1000$, $u_{sy} = 750$ und $u = 500$ wiedergegeben. Es ist daraus sofort zu ersehen, daß bei konstanter Klemmenspannung E_k und unveränderlichem Bürstenwinkel β, bei denselben Werten des Bremswiderstandes w_r statt, (zum Beispiel $w_r = 0{\cdot}45\,\Omega$), bei höheren Tourenzahlen die von der Maschine ins Netz zurückgelieferte Nutzenergie einen

*) Um in allen Fällen Zweifel über die Größe des Bürstenverschiebungswinkels β auszuschließen, wurde derselbe stets in derselben Richtung gemessen, beim Motor entgegen der Drehrichtung derselben, beim Generator im Sinne der Antriebsrichtung, jedoch stets von der gleichen Nullstellung.

Digitized by Google

Tabelle II.

E_k	P'_k	P''_k	P_k	J'_s	J''_s	P'_m	P''_m	P_m	J_r	u	P_w	w_r	β
	1935	748	2673	12·70	13·25	850	— 250	600	7·5		3273	11·55	
	3100	215	3315	22·80	23·20	2200	— 425	1775	11·7		5090	5·55	
	3475	— 625	2850	29·30	30·20	3000	— 800	2400	15·0		5250	3·42	
	2815	— 2525	290	35·25	35·80	4025	— 1150	2875	17·3		3165	1·45	
150	2200	3000	— 800	34·75	35·30	4000	— 1125	2875	17·5	1000	2075	0·98	35°
	2015	— 3100	— 1085	34·50	34·80	3950	— 1100	2850	17·0		1765	0·85	
	1825	— 3210	— 1385	34·10	34·70	3875	— 1075	2800	17·5		1415	0·69	
	1440	— 3375	— 1935	32·20	33·30	3775	— 1000	2775	17·0		840	0·45	
	1400	— 3400	— 2000	33·10	33·30	3750	— 1000	2750	17·0		750	0·39	
	1500	— 4000	— 2500	42·50	42·00	4250	— 950	3400	25·0		900	0·29	
	1600	850	2450	10·7	12·8	650	— 325	325	8·0		2775	11·55	
	2887	615	3502	25·2	25·75	2200	— 1400	800	12·8		4302	3·83	
	2650	— 1500	1150	28·3	28·8	2625	— 1690	935	14·8		2085	1·475	
	2200	— 2000	200	28·6	29·0	2700	— 1650	1050	14·3		1250	0·87	
150	2115	— 2200	— 85	29·4	29·5	2750	— 1750	1000	14·5	750	915	0·61	35°
	1890	— 2275	— 385	28·6	28·8	2700	— 1675	1025	14·5		640	0·45	
	1840	— 2335	— 495	28·5	28·8	2700	— 1675	1025	14·5		530	0·37	
	1825	— 2350	— 525	28·5	28·9	2700	— 1650	1050	14·4		525	0·368	
	2300	— 3200	— 900	42·0	42·0	3425	— 2025	1400	25·0		500	0·16	
	2415	— 10	2405	19·0	19·2	1260	— 1275	— 15	10·5		2390	3·80	
	2450	— 925	1526	24·6	24·9	1825	— 1850	— 25	13·5		1500	1·41	
	2200	— 1425	775	25·7	25·8	1975	— 2025	— 50	14·0		725	0·63	
150	2125	— 1525	600	25·7	25·6	1975	— 2050	— 75	14·3	500	525	0·45	35°
	2100	— 1675	425	26·0	26·3	2000	— 2050	— 50	14·0		375	0·32	
	2025	— 1850	175	26·2	26·8	2000	— 2050	— 50	13·8		125	0·106	

größeren Betrag erreicht als bei niedrigeren Tourenzahlen. Der Grund hiefür liegt in dem Übergewicht der Maschinenklemmenspannung, welche bei höheren Touren immer größer wird gegenüber der Netzklemmenspannung. Aus demselben Grunde ist das Nutzbremsgebiet bei höheren Touren größer als bei niedrigeren, der Wirkungsgrad der Nutzbremsung also günstiger. Unter dem Wirkungsgrad der Nutzbremsung sei hier das Verhältnis der für den betreffenden Betriebsfall ins Netz zurückgelieferten Höchstleistung zur maximalen Maschinenleistung vor Eintritt der Selbsterregung für den betrachteten Fall verstanden, also

$$\frac{P_{k\,max}}{P_{m\,max}} = \eta_n,$$

auf den Fall für $u = 1000$ angewendet,

$$\frac{2000}{2750} = \eta_n = 72{\cdot}7\%.$$

Der Betriebsfall für $u = 1000$, $E_k = 150$ V und $\beta = 35^0$ ist in Fig. 4 graphisch dargestellt. Die Werte der Netzleistung P_k, der Motorleistung P_m, des Widerstandsverbrauches P_w sowie des Bremswiderstandes w_r sind in Abhängigkeit des Bremsstromes J_s als Ordinaten aufgetragen. Zwischen der Ordinatenachse und der Linie aa' oberhalb der Abszissenachse liegt das Gegenstrombremsgebiet, in welchem Maschine und Netz in Hintereinanderschaltung auf den zwischengeschalteten Widerstand w_r arbeiten. Im Punkte a deckt die von der Maschine gelieferte Leistung P_m den gesamten Widerstandsverbrauch P_w und die Netzleistung ist Null, das heißt das Netz liefert bloß wattlosen Strom. Von aa' bis bb' unterhalb der Achse ist die Netzleistung durchwegs negativ, die Maschine schickt Strom ins Netz zurück. Von bb' nach rechts hin liegt das Gebiet der Selbsterregung, in welchem sich über den erzwungenen ν-periodigen Bremsstrom, der freie Strom der Selbsterregung mit der Periode ν' lagert. Das in Fig. 5 dargestellte Oszillogramm enthält Stromkurvenaufnahmen während eines Bremsfalles in den drei eben besprochenen Gebieten. Kurve a stellt den Maschinenstrom J_s bei Gegenstrombremsung ($+P_k$) dar, Kurve b den Strom bei Rückarbeitung der Maschine ins Netz

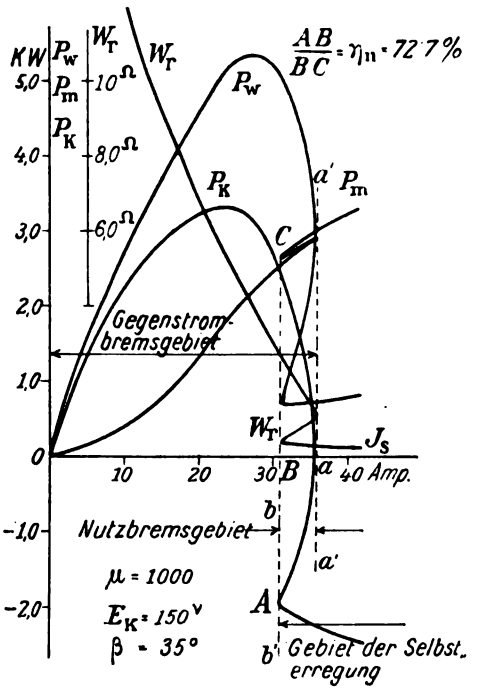


Fig. 4. Bremskurven bei Gegenstrom- und Nutzbremsung für veränderlichen Bremsstrom.

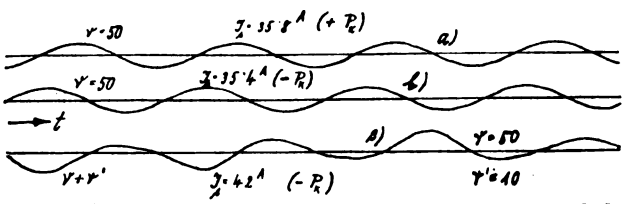


Fig. 5. Kurven des Gegenstromes, des Nutzstromes und der resultierenden Schwingung aus Netzstrom und freier Schwingung.

Digitized by Google

Tabelle III.

E_k	P'_k	P''_k	P_k	J'_s	J''_s	P'_m	P''_m	P_m	J_r	u	P_w	w_r	β
132	2665	— 600	2065	24·7	25·2	2550	650	1900	14		3965	3·621	
132	1825	— 1475	350	24·8	26·25	2550	— 650	1900	14		2150	2·082	
132	1250	— 1975	— 725	24·8	25 20	2550	— 650	1900	13·5	1000	1175	1·085	35°
133	1125	— 2120	995	24·8	25 20	2550	— 650	1900	14		905	0·836	
133	1000	— 2165	— 1163	24·75	25·10	2550	— 650	1900	13·8		737	0·678	
133	925	2225	— 1300	24·7	25·20	2550	— 650	1900	13·8		600	0·555	
141·0	2301	— 1150	1150	24·8	25·15	2200	— 1325	875	12·6		1925	1·775	
141·5	1987	1450	487	24·8	25·0	2200	— 1350	850	12·4		1337	1·233	
140·9	1650	— 1750	— 100	24·8	25·10	2200	— 1350	850	12·5		750	0·692	
141·2	1535	— 1860	— 325	24 8	25·10	2200	— 1390	810	12·5	750	485	0·447	
141·2	1525	— 1870	— 345	24·8	25·15	2190	— 1390	800	12·5		455	0·418	35°
141·2	1500	— 1925	— 425	24·75	25·20	2190	— 1390	800	12·5		375	0·345	
141·2	1450	— 1990	— 540	24·75	25·20	2175	— 1360	815	12·5		275	0·254	
140·0	1900	— 2500	— 600	36·0	35·5	2800	— 1600	1200	21·5	Selbst-erregung	600	0·276	

($-P_k$). Die Periode beider Ströme ist genau die gleiche, der Rückstrom also Nutzstrom. Aufnahme c enthält die aus der erzwungenen Schwingung ($\nu = 50$) und der Schwingung der Selbsterregung ($\nu' = 10$) resultierende Schwingung.

Obwohl der Eintritt der Selbsterregung weniger störend empfunden wird als bei Einphasenmaschinen oder Drehstrommaschinen ohne Zwischentransformator, ist damit dennoch dem geregelten Bremsbetrieb ein Ziel gesetzt.

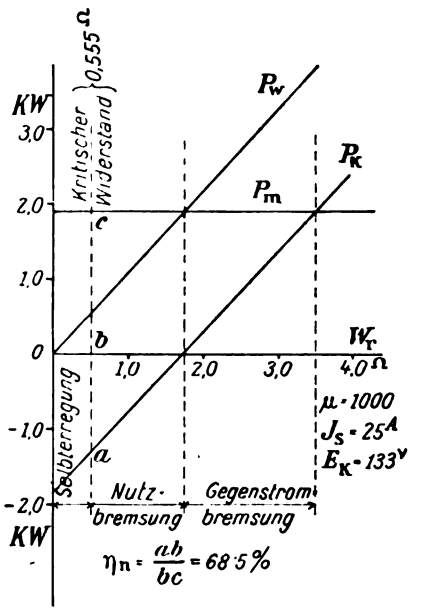


Fig. 6. Bremskurven bei konstantem Strom und veränderlichem Bremswiderstand.

Zum Zwecke der Feststellung des Eintrittes der Selbsterregung und damit der Grenzen der Nutzbremsung wurden für verschiedene Betriebsfälle bei konstanten Tourenzahlen u und konstanten Maschinenströmen J_s für verschiedene Netzspannungen E_k-Bremsungen vorgenommen, wobei mit stetig abnehmendem Widerstand w_r für einen bestimmten Wert desselben (kritischer Widerstand) der Eintritt der Selbsterregung verfolgt werden konnte. Für $u = 1000$ und $u = 750$ sind die Meßwerte in Tabelle III wiedergegeben. Ein solcher Betriebsfall ist in Fig. 6 graphisch dargestellt. Das Verhältnis der von der Maschine ins Netz zurückgelieferten Leistung P_k zur totalen Maschinenleistung P_m an der Grenze der Selbsterregung ist wieder der Wirkungsgrad der Nutzbremsung und kann durch das Verhältnis der Strecken ab und bc dargestellt werden.

$$\frac{ab}{bc} = \eta_n = \frac{1300}{1900} = 63{\cdot}5\%.$$

Der kritische Widerstand für diesen Bremsfall beträgt $W_r = 0{\cdot}555$ Ohm. Unterhalb dieses Wertes ist eine Nutzbremsung unter den gegebenen Verhältnissen nicht mehr möglich, weil neben dem Netzstrom (ν) der

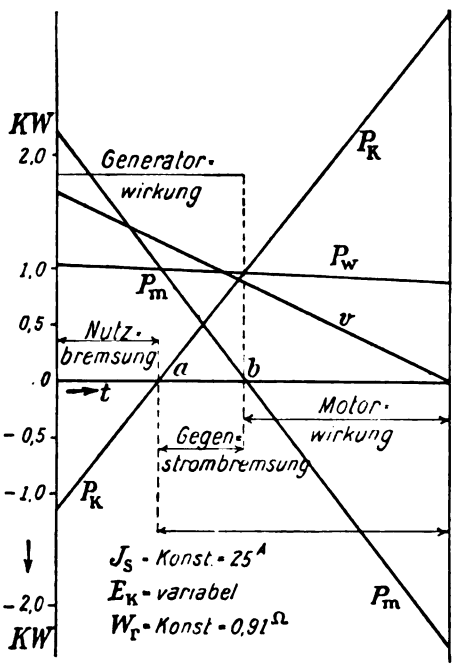


Fig. 7. Bremskurven bei konstantem Strom und konstantem Bremswiderstand.

freie Strom der Selbsterregung (ν') auftritt. Für verschiedene konstante Stromstärken liegen die Werte der kritischen Widerstände um so niedriger, je höher die Ströme sind. Nachdem mit den Strömen die Induktionen in der Maschine wachsen, so kann bei Anwendung hoher Sättigungen auf diese Weise der Nutzbremsbereich vergrößert werden. Bei Verwendung eines entsprechenden, in jede Phase der Maschine geschalteten Bremswiderstandes ist also Nutzbremsung möglich und haben die bezüglichen Untersuchungen einwandfrei gezeigt, daß die Größe des Nutzbremsbereiches abhängig ist von den Sättigungsverhältnissen der Maschine sowie des zwischen Stator und Rotor geschalteten Transformators.

Digitized by Google

Tabelle IV.

E_k	P'_k	P''_k	P_k	J'_s	J''_s	P'_m	P''_m	P_m	J_r	u	P_w	w_r	β
150	2350	— 1100	1250	24·8	25·15	1825	— 2025	— 200	13·2	500	1050		
143	1935	— 1515	420	24·8	25·20	2150	— 1520	630	12·3	705	1050		
138·5	1660	— 1750	— 190	24·8	25·25	2340	— 1200	1140	12·1	803	1050	Konst.	35°
135·5	1385	— 1935	— 550	24·8	25·15	2450	— 900	1550	11·9	920	1000	$\sim 0{\cdot}91\ \Omega$	
132·7	1125	— 2100	— 975	24·8	25·20	2600	— 650	1950	12·1	995	975		
130	900	— 2185	— 1285	24·6	25·20	2650	— 450	2200	13·0	1055	915		

Je höher die Maschine und der Transformator gesättigt sind, desto größer fällt das Gebiet der Nutzbremsung aus, desto kleiner können gleichzeitig die vorgeschalteten Bremswiderstände werden. Der magnetische Widerstand kann außer durch hohe Sättigungen auch durch Vergrößerung des Widerstandes des magnetischen Kraftlinienpfades infolge Anbringung von Luftwegen in Form von engen Spalten im Maschinen- und Transformatoreisen erhöht werden.

Von Interesse für den praktischen Betrieb ist auch die Bremsung mit konstantem Strom bei konstantem Bremswiderstand und stetig abnehmenden Tourenzahlen bis nahezu zum Stillstand der Maschine. Die Meßresultate dieser Bremsung sind in Tabelle IV und in Schaulinien in Fig. 7 wiedergegeben, wobei in letzterem Falle proportionale Geschwindigkeitsänderung mit der Zeit angenommen ist. Es sind darin die Grenzen zwischen Motor- und Generatorwirkung der Maschine sowie der Übergang von der Nutzbremsung zur Gegenstrombremsung bei Generatorbetrieb kenntlich gemacht. Der Widerstandsverbrauch P_w stellt stets die algebraische Summe aus Maschinen- und Netzleistung vor. Infolge starker Erwärmung des Bremswiderstandes blieb derselbe nicht während der ganzen Untersuchung absolut unverändert, so daß in der Tabelle dessen Mittelwert mit $w_r = 0{\cdot}91$ Ohm angegeben wurde. In den Schaulinien hat die Zunahme des Widerstandes eine Erhöhung des Widerstandsverbrauches P_w bei höheren Tourenzahlen zur Folge, weshalb die Widerstandsverbrauchskurve nicht genau parallel zur Abszissenachse verläuft.

Im Punkte a ist die Phasenverschiebung im Netz 90°, die Maschine deckt allein den ganzen Widerstandsverbrauch. Im Punkte b liefert wieder die Maschine wattlosen Strom und das Netz allein ist an der Leistungslieferung für den Widerstand beteiligt.

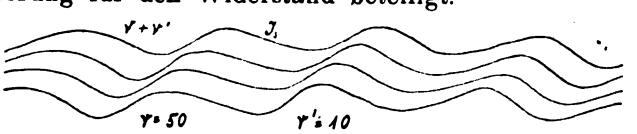


Fig. 8. Kurvenschar der resultierenden Schwingung im Stator.

Was die oszillographischen Aufnahmen während der verschiedenen Bremsstadien anbelangt, so stellt neben der bereits besprochenen Fig. 5 die Aufnahme in Fig. 8 die Kurvenform und die Veränderlichkeit der bei Selbsterregung auftretenden resultierenden Schwingung $(\nu + \nu')$ dar. Die Frequenz der freien Schwingung ist auch in diesem Falle wieder 10. Fig. 9 enthält in Bild a die resultierende Schwingung des Statorstromes J_s und in Bild b diejenige des Rotorstromes J_r. Letztere Kurvenform ist infolge Kommutation und Funkenbildung am Kollektor zerrissen. Der Eintritt der Selbsterregung und die Periodenzahl der freien Schwingung hängt ab von der jeweiligen Belastung der Maschine, von der Tourenzahl und dem Bürstenwinkel β sowie von der Größe des Bremswiderstandes. Sie tritt früher ein bei niedrigen Klemmenspannungen E_k (geringen Sättigungen), hohen Tourenzahlen und größeren Bürstenverschiebungswinkeln β. Bei Abschaltung des primären

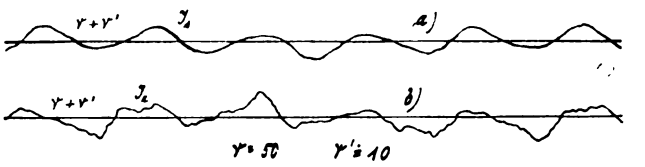


Fig. 9. Resultierende Schwingung im Stator und Rotor.

Netzkreises (in diesem Falle war zwischen Netz und Maschine ein Transformator geschaltet) bleibt die freie Schwingung stets für sich bestehen und ist sogar zum Verschwinden zu bringen und wieder zu erhalten durch entsprechende Einstellung des Bürstenwinkels und des Bremswiderstandes. Ist Remanenz in der Maschine vor-

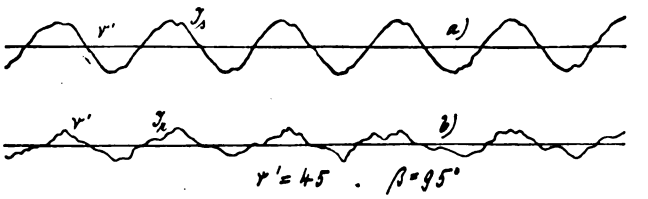


Fig. 10. Teilschwingung im Stator und Rotor.

handen, so tritt dieselbe unter denselben Bedingungen auf, wenn die Maschine von Stillstand angelassen wird. Ist keine Remanenz vorhanden, so tritt sie selbst während des Laufes der Maschine, wenn sie einmal zum Verschwinden gebracht wurde, nicht mehr auf, selbst bei den größten Bürstenwinkeln und kurzgeschlossenem Bremswiderstand. Fig. 10 zeigt das Bild der freien Schwingung für sich im Stator (a) und Rotor (b). Ihre Frequenz beträgt hier 45. Während die Periode der in der resultierenden Schwingung $(\nu + \nu')$ enthaltenen freien Schwingung (ν') in allen vorangeführten Fällen stets mit etwa 10 ermittelt wurde, steigt dieselbe, wenn der freie Strom für sich allein die Maschine durchsetzt und somit ihr Eisen erheblich weniger magnetisiert, als wenn derselbe sich mit dem erzwungenen Strom zur resultierenden Schwingung kombiniert, auf 45. Es ist daraus zu schließen, da bei hohen Sättigungen die Frequenz der freien Schwingung immer mehr abnimmt, daß dieselbe bei Übersättigung, wie dies beim Einphasen-Serienmotor mit hochgesättigtem Transformator zwischen Feld und Anker erreicht wurde*), jedenfalls Null wird und die Selbsterregung somit gänzlich ausbleibt. Leider konnte diese Vermutung durch das Experiment nicht nachgeprüft werden, weil infolge der hiezu notwendigen hohen Strombelastungen der Maschine Gefahr drohte.

*) E. u. M. 1913: Seite 700. „Zur Gegenstrom- und Nutzbremsung von Einphasen-Wechselstromkommutatormotoren mit Seriencharakteristik."

Digitized by Google

Zusammenfassung.

Es wird gezeigt, wie der Drehstrom-Serienkollektormotor mit Zwischentransformator und doppeltem Bürstensatz zur nutzbaren Energieabgabe ins Netz herangezogen werden kann und an Hand von Meßresultaten, Schaulinien und Oszillogrammen das Verhalten der Maschine in den verschiedenen Stadien des Bremsprozesses von der Motorwirkung durch das Generatorgebiet bei Gegenstrom- und Nutzbremsung bis zur Selbsterregung der Maschine behandelt.

Beiträge zur Frage der Wellenformen und Deformationen bei Ausgleichsvorgängen längs gestreckter Leiter.

Von **W. O. Schumann.**

(Schluß von Heft 17, Seite 350.)

XIV. Serien- und Parallelwiderstand *a*) (Fig. 14).

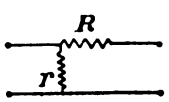


Fig. 14.

$$p_2 = 2\,p_1\,\frac{r\,\alpha_2}{(r+\alpha_1)(R+\alpha_2)+\alpha_1 r}$$

$$p_1' = p_1\,\frac{(r-\alpha_1)(R+\alpha_2)-\alpha_1 r}{(r+\alpha_1)(R+\alpha_2)+\alpha_1 r}.$$

(Spezialfälle hievon sind Nr. V, VI.)

$p'_1 = 0$, das heißt keine reflektierte Welle existiert, wenn

$$r = \frac{\alpha_1(R+\alpha_2)}{R+\alpha_2-\alpha_1},$$

woraus für $R=\infty$ $r=\alpha_1$

$R=\alpha_1-\alpha_2$ $r=\infty$

und speziell für

1. $\alpha_1=\alpha_2=\alpha$ $r=\alpha\dfrac{R+\alpha}{R}$,

das heißt für

$r=R$ $r=\dfrac{\alpha}{2}(1+\sqrt{5})$

und $r=\alpha$ $R=\infty$.

2. $\alpha_2=0$ $r=\alpha_1\dfrac{R}{R-\alpha_1}$ $\left(\dfrac{1}{r}+\dfrac{1}{R}=\dfrac{1}{\alpha_1}\right)$,

das heißt für $r=R$ $r=2\alpha_1$

und $r=\alpha_1$ $R=\infty$.

3. $\alpha_2=\infty$ $r=\alpha_1$.

Die durchlaufende Spannungswelle ist nur dann Null, wenn α_2 oder r*) gleich Null sind, oder $R=\infty$ ist. In diesen Fällen wird dann in den Widerständen auch die ganze Wellenenergie absorbiert. Man kann sich dem Widerstande r einen Kondensator vorgeschaltet und zum Widerstand R eine Induktivität parallelgeschaltet denken, ohne daß die Wirkungsweise der

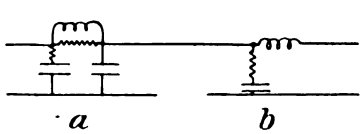


Fig. 15.

Schaltung im ersten Moment, wenn die Welle auftrifft, geändert wird, so daß sich als allgemeinste Schaltungsarten, die im ersten Moment die ganze Wellenenergie absorbieren, die folgenden ergeben (Fig. 15 *a*, *b*)**):

*) Diese Anordnung ist aber nicht reflexionsfrei.

**) Bezüglich Schaltung 15 *b*: siehe R. Rüdenberg, E. T. Z. 1913, Seite 571, ferner E. u. M. 1913, Seite 421.

(Der Fall $\alpha_2=0$ läßt sich durch einen zweiten parallelgeschalteten Kondensator realisieren.)

Gesamtverlust in beiden Widerständen

$$V_t = 4\,p_1^2\,\frac{(R+\alpha_2)^2 r + r^2 R}{[(r+\alpha_1)(R+\alpha_2)+\alpha_1 r]^2}.$$

Bedingungen für maximalen Verlust:

$$r = \alpha_1\,\frac{(R+\alpha_2)^2}{(R+\alpha_2)^2+\alpha_1(\alpha_2-R)}$$

und

$$R = \frac{3\,\alpha_1\alpha_2 + r(\alpha_1+\alpha_2)}{r-\alpha_1}.$$

Speziell:

1. Für $\alpha_2=\infty$:

$$V_t = 4\,p_1^2\,\frac{r}{(r+\alpha_1)^2}$$

$$p_2 = 2\,p_1\,\frac{r}{r+\alpha_1} \qquad p_1' = p_1\,\frac{r-\alpha_1}{r+\alpha_1}$$

und für $r=\alpha_1$:

$$V_t = \frac{p_1^2}{\alpha_1} = W_z \qquad p_2 = p_1 \qquad p_1' = 0.$$

2. Für $\alpha_2=0$:

$$V_t = 4\,p_1^2\,\frac{R\,r\,(R+r)}{[R\,r+\alpha_1(R+r)]^2} = 4\,p_1'\,\frac{\dfrac{1}{r}+\dfrac{1}{R}}{1+\alpha_1\left(\dfrac{1}{R}+\dfrac{1}{r}\right)}$$

$$p_2 = 0 \qquad p_1' = \frac{r(R-\alpha_1)-\alpha_1 R}{r(R+\alpha_1)+\alpha_1 R}$$

und für $r=\alpha_1\dfrac{R}{R-\alpha_1}$:

$$V_t = \frac{p_1^2}{\alpha_1} = W_z \qquad p_2 = 0 \qquad p_1' = 0.$$

3. Für $\alpha_1=\alpha_2=\alpha$:

$$V_t = 4\,p_1^2\,\frac{(R+\alpha)^2 r + r^2 R}{[(r+\alpha)(R+\alpha)+\alpha r]^2}$$

$$p_2 = 2\,p_1\,\frac{r\,\alpha}{(r+\alpha)(R+\alpha)+\alpha r}$$

$$p_1' = p_1\,\frac{(r-\alpha)(R+\alpha)-\alpha r}{(r+\alpha)(R+\alpha)+\alpha r}.$$

Wenn $r=R=\alpha$ ist, so wird

$$p_2 = \frac{2}{5}\,p_1 \qquad p_1' = -\frac{1}{5}\,p_1 \qquad V_t = \frac{4}{5}\,\frac{p_1^2}{\alpha_1} = \frac{4}{5}\,W_z.$$

Ist $r=R=2\alpha$, so gilt

$$p_2 = \frac{4}{11}\,p_1 \qquad p_1' = \frac{1}{11}\,p_1 \qquad V_t = \frac{104}{121}\,\frac{p_1^2}{\alpha_1} = \frac{104}{121}\,W_z.$$

Ist

$$r = R = \frac{\alpha}{2}(1+\sqrt{5}),$$

so wird

$$p_2 = \frac{p_1}{2}\,\frac{1+\sqrt{5}}{2+\sqrt{5}} \qquad p_1' = 0 \qquad V_t = \frac{15+7\sqrt{7}}{18+8\sqrt{5}}\,W_z.$$

Ist

$$r = R = \frac{1}{2}\,\alpha(3+\sqrt{21}),$$

was einem Maximum der Verluste entspricht, so wird

$$p_2 = p_1\,\frac{3+\sqrt{21}}{13+3\sqrt{21}} \qquad p_1' = p_1\,\frac{5+\sqrt{21}}{13+3\sqrt{21}}$$

$$V_t = \frac{141+31\sqrt{21}}{179+39\sqrt{21}}\,W_z = 0{\cdot}793\,W_z.$$

Digitized by Google

b) (Fig. 16).

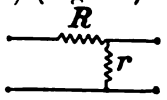


Fig. 16.

$$p_2 = 2\,p_1\,\frac{r\,\alpha_2}{(r+\alpha_2)(R+\alpha_1)+r\,\alpha_2}$$

$$p_1' = -\,p_1\,\frac{(r+\alpha_2)(\alpha_1-R)-r\,\alpha_2}{(r+\alpha_2)(\alpha_1+R)+r\,\alpha_2}.$$

$p_1' = 0$, das heißt es wird keine Spannungswelle reflektiert, wenn

$$r = \frac{\alpha_2(R-\alpha_1)}{\alpha_1 - R - \alpha_2}.$$

1. $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$, $r = \alpha\,\frac{\alpha - R}{R}\left(r = R = \frac{\alpha}{2}(\sqrt{5}-1)\right)$.
2. $\alpha_2 = 0$ $\quad r = 0$ $\quad R = \alpha_1$.
3. $\alpha_2 = \infty$ $\quad r = \alpha_1 - R$ $\quad \left(r = R = \frac{\alpha_1}{2}\right)$.

p_2 ist Null, wenn r und α_2 gleich Null sind oder $R = \infty$ ist*).

Daraus ergeben sich folgende allgemeine Schaltungen, die im ersten Moment die ganze Wellenenergie absorbieren (Fig. 17 *a*, *b*)**).

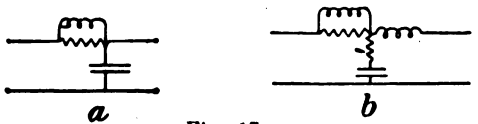


Fig. 17.

($\alpha_2 = \infty$ durch eine Drosselpule realisiert, hinter der die Spannung stetig von Null ansteigt.)

Es ergibt sich nun:

1. Für $\alpha_2 = \infty$:

$$p_2 = 2\,p_1\,\frac{r}{R+r+\alpha_1} \qquad p_1' = -\,p_1\,\frac{\alpha_1 - R - r}{R+r+\alpha}$$

und $r = \alpha_1 - R$:

$$p_2 = p_1\,\frac{\alpha_1 - R}{\alpha_1} \qquad p_1' = 0 \qquad V_t = W_z.$$

2. Für $\alpha_2 = 0$:

$$p_2 = 0 \qquad p_1' = -\,p_1\,\frac{r(\alpha_1 - \alpha_2) - r\,R}{r(\alpha_1+\alpha_2)+r\,R}$$

und $R = \alpha_1$:

$$p_1' = 0 \qquad V_t = W_z.$$

3. Für $\alpha_2 = \alpha_1 = \alpha$:

$$p_2 = 2\,p_1\,\frac{r\,\alpha}{(r+\alpha)(R+\alpha)+r\,\alpha}$$

$$p_1' = -\,p_1\,\frac{(r+\alpha)(\alpha - R)-r\,\alpha}{(r+\alpha)(\alpha+R)+r\,\alpha}.$$

Wenn nun $r = R = \alpha$ ist, wird:

$$p_2 = \frac{2}{5}\,p_1 \qquad p_1' = \frac{1}{5}\,p_1 \qquad V_t = \frac{2}{5}\,W_z.$$

und wenn

$$R = r = \frac{\alpha}{2},$$

so ist

$$p_2 = \frac{4}{11}\,p_1 \qquad p_1' = -\,\frac{1}{11}\,p_1 \qquad V_t = \frac{106}{121}\,W_z.$$

Schließlich für $r = \alpha$ $\quad R = \frac{\alpha}{2}$ wird

$$p_2 = \frac{1}{2}\,p \qquad p_1' = 0 \qquad V_t = \frac{3}{4}\,W_z.$$

*) $R = \infty$ ist nicht reflexionsfrei und $\alpha_2 = 0$ gibt identische Wirkung mit $r = 0$.

**) Bezüglich Fig. 15*a* siehe R. Rüdenberg l. c.

XV. (Fig. 18.)

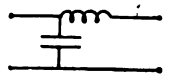


Fig. 18.

$$p_2 = 2\,p_1\,\frac{\alpha_2}{\alpha_1+\alpha_2} - \frac{1}{\lambda_1-\lambda_2}\left(\lambda_2\,e^{\lambda_1 t} - \lambda_1\,e^{\lambda_2 t}\right) + 2\,p_1\,\frac{\alpha_2}{\alpha_1+\alpha_2},$$

wobei λ_1 und λ_2 die Wurzeln der Gleichung

$$\lambda^2 + \left(\frac{1}{C\,\alpha_2} + \frac{\alpha_1}{L}\right)\lambda + \frac{\alpha_1+\alpha_2}{\alpha_2\,L\,C} = 0$$

sind; sie seien beide als reell angenommen.

Für $t = 0$ ist $p_2 = 0$ und $\frac{d\,p_2}{d\,t}$ ebenfalls.

$$\left(\frac{d\,p_2}{d\,t}\right)_{max} =$$

$$= 2\,p_1\,\frac{\lambda_2\,\lambda_2}{\lambda_1-\lambda_2}\,\frac{\alpha_2}{\alpha_1+\alpha_2}\left[\left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^{\frac{\lambda_1}{\lambda_1-\lambda_2}} - \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^{\frac{\lambda_1}{\lambda_1-\lambda_2}}\right]$$

tritt zur Zeit

$$t = \frac{1}{\lambda_1-\lambda_2}\ln\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

auf. Ferner ist

$$d_1' = p_1\,\frac{\alpha_2-\alpha_1}{\alpha_2+\alpha_1} - 2\,p_1\,\frac{\alpha_2\,\alpha_1}{\alpha_1+\alpha_2}\,\frac{1}{\lambda_1-\lambda_2}\left[\lambda_2\left(C\lambda_1 + \frac{1}{\alpha_2}\right) - \right.$$
$$\left. - \lambda_1\left(C\lambda_2 + \frac{1}{\alpha_2}\right)\right].$$

Für $t = 0$ wird $p_1' = p_1$.

XVI. (Fig. 19.)

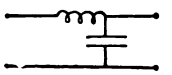


Fig. 19.

p_2 wie in XV, nur sind jetzt $\lambda_1\,\lambda_2$ Wurzeln der Gleichung

$$\lambda^2 + \left(\frac{\lambda}{C\,\alpha_1} + \frac{\alpha_2}{L}\right)\lambda + \frac{\alpha_1+\alpha_2}{\alpha_1\,L\,C} = 0.$$

Für $t = 0$ wieder p_2 und $\frac{d\,p_2}{d\,t}$ gleich Null.

Für $\left(\frac{d\,p_2}{d\,t}\right)_{max}$ gilt auch die gleiche Form wie in XV.

$$p_1' = 2\,p_1\,\frac{\alpha_2}{\alpha_1+\alpha_2}\,\frac{1}{\lambda_1-\lambda_2}\left[\lambda_2\left(1 + \frac{L}{\alpha_2}\lambda_1\right)e^{\lambda_1 t} - \right.$$
$$\left. - \lambda_1\left(1 + \frac{L}{\alpha_2}\lambda_2\right)e^{\lambda_2 t}\right] + p_1\,\frac{\alpha_2-\alpha_1}{\alpha_2+\alpha_1}.$$

Für $t = 0$ ist $p_1' = -\,p_1$.

XVII. (Fig. 20) (siehe auch VI, 2 und XIV. *a*).

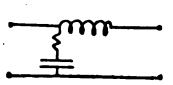


Fig. 20.

$$p_2 = p_1\,\frac{2\,\beta_1}{\beta_1+\beta_2} - \frac{A}{\beta_2}\left[\lambda_1(1+R\,\beta_1) + \frac{\beta_1}{C}\right]e^{\lambda_1 t}$$
$$- \frac{B}{\beta_2}\left[\lambda_2(1+R\,\beta_1) + \frac{\beta_1}{C}\right]e^{\lambda_2 t},$$

wobei $\lambda_{1\,2}$ die Wurzeln der Gleichung

$$\lambda^2 + \left[\frac{R\,C + L\,\beta_1}{L\,C\,(1+\beta_1 R)} + \frac{1}{L\,\beta_2}\right]\lambda + \frac{\beta_1+\beta_2}{\beta_2\,L\,C}\times$$
$$\times\,\frac{1}{1+\beta_1 R} = 0$$

sind. Sie seien wieder reell vorausgesetzt.

Digitized by Google

$$A = 2\,p_1 \frac{\beta_1}{\beta_1+\beta_2} \frac{\beta_1+\beta_2+C\lambda_2(1+R\beta_1)}{(\lambda_1-\lambda_2)(1+\beta_1 R)}$$

$$B = 2\,p_1 \frac{\beta_1}{\beta_1+\beta_2} \frac{\beta_1+\beta_2+C\lambda_1(1+\beta_1 R)}{(\lambda_2-\lambda_1)(1+\beta_1 R)}.$$

$$\left(\frac{dp_2}{dt}\right)_{t=0} = 2\,p_1 \frac{\beta_1}{\beta_2}\frac{R}{L}\frac{1}{1+\beta_1 R}$$

unabhängig von der angeschlossenen Kapazität.

$$p_{2\,t=0} = 0.$$

$$p_1' = \left(R\lambda_1+\frac{1}{C}\right)A e^{\lambda_1 t} + \left(R\lambda_2+\frac{1}{C}\right)B e^{\lambda_2 t} + p_1 \frac{\beta_1-\beta_2}{\beta_1+\beta_2}$$

$$p'_{1\,t=0} = p_1 \frac{\beta_1 R - 1}{\beta_1 R + 1}$$

$$i_{R\,t=0} = 2\,p_1 \frac{\beta_1}{1+\beta_1 R}.$$

Ist $R = \frac{1}{\beta_1}$, so wird $p'_{1\,t=0} = 0$ und der Verlust im Ohmschen Widerstand im ersten Moment ein Maximum

$$V_{max} = p_1^2 \beta_1 = W_z,$$

$$\frac{dp_2}{dt}_{t=0} = \frac{p_1}{\beta_2 L}$$

halb so groß, wie wenn die Drosselspule allein eingeschaltet wäre.

XVIII. Die umgekehrte Schaltung (Fig. 21) wirkt natürlich vollständig anders. Hier ist der Verlust im ersten Moment gleich Null.

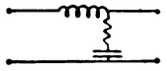


Fig. 21.

$$p_1' = p_1$$

$$\text{und } \frac{dp_2}{dt}_{t=0} = 2\,p_1 \frac{1}{L\left(\beta_2+\frac{1}{R}\right)}.$$

XIX. (Fig. 22; siehe auch V 2 und XIV *b*).

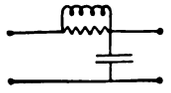


Fig. 22.

$$p_2 = 2\,p_1 \frac{\beta_1}{\beta_1+\beta_2} - \left[\frac{L}{R\beta_1}(1+R\beta_1)\lambda_1+\frac{1}{\beta_1}\right]A e^{\lambda_1 t} - \left[\frac{L}{R\beta_1}(1+R\beta_1)\lambda_2+\frac{1}{\beta_1}\right]B e^{\lambda_2 t},$$

wo

$$A = 2\,p_1 \frac{\beta_1}{\beta_1+\beta_2}\frac{\lambda_2 L\beta_2(1+R\beta_1)+R(\beta_1+\beta_2)}{L(1+R\beta_1)}\cdot\frac{1}{\lambda_1-\lambda_2}$$

$$B = 2\,p_1 \frac{\beta_1}{\beta_1+\beta_2}\frac{\lambda_1 L\beta_2(1+R\beta_1)+R(\beta_1+\beta_2)}{L(1+R\beta_1)}\cdot\frac{1}{\lambda_2-\lambda_1}$$

und λ die Wurzel n der quadratischen Gleichung

$$\lambda^2+\lambda\left(\frac{\beta_2}{C}+\frac{\beta_1 L+RC}{(1+R\beta_1)LC}\right)\lambda + R\frac{\beta_1+\beta_2}{LC}\frac{\beta}{1+R\beta_1} = 0.$$

$$\left(\frac{dp_2}{dt}\right)_{t=0} = 2\,p_1 \frac{\beta_1}{(1+R\beta_1)C}$$

ist unabhängig von der angeschlossenen Selbstinduktion.

$$p_{2_{t=0}} = 0.$$

$$p_1' = p_1\frac{\beta_1-\beta_2}{\beta_1+\beta_2} - \frac{1}{\beta_1}\left(\frac{L}{R}\lambda_1+1\right)A e^{\lambda_1 t} - \frac{1}{\beta_1}\left(\frac{L}{R}\lambda_2+1\right)B e^{\lambda_2 t}$$

$$p'_{1\,t=0} = p_1 \frac{R\beta_1 - 1}{R\beta_1+1}$$

$$i_{R\,t=0} = 2\,p_1 \frac{\beta_1}{1+R\beta_1}.$$

Ist wieder $R = \frac{1}{\beta_1}$, so wird $p'_{1\,t=0}$ gleich Null und der Verlust im Ohmschen Widerstand im ersten Moment ein Maximum

$$V_{max} = p_1^2\beta_1 = W_z.$$

$$\frac{dp_2}{dt}_{t=0} = p_1\frac{\beta_1}{C},$$

das heißt, das Spannungsgefälle ist halb so groß, wie wenn der Kondensator allein angeschlossen wäre.

XX. Fig. 23.

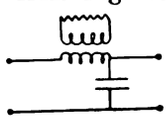


Fig. 23.

Streuung und Eigenwiderstand des Transformators seien gering. Dann läßt sich diese Schaltung auf XIX zurückführen.

Verhalten des Transformators gegenüber einem plötzlichen Spannungsstoß:

$$P_1 = L_1\frac{dJ_1}{dt} + M\frac{dJ_2}{dt}$$

$$0 = L_2\frac{dJ_2}{dt} + M\frac{dJ_1}{dt} + rJ_2,$$

daraus:

$$rL_1\frac{dJ_1}{dt} - rP_1 + (L_1L_2 - M^2)\frac{d^2J_1}{dt^2} = 0,$$

da $L_1L_2 - M^2 = 0$, folgt

$$J_1 = \frac{1}{L_1}\int_0^t P_1\,dt + \text{Konst.} \quad \text{und} \quad \frac{dJ_2}{dt} = 0,$$

das heißt

$$J_2 = -\frac{P_1}{L_1}\frac{M}{r}.$$

J_2 springt um diesen Betrag und ist direkt proportional der Spannung.

Die Konstante folgt daraus, daß der resultierende Fluß, zum Beispiel $(L_1J_1 + MJ_2)$, sich nicht unstetig ändern kann, und für $t = 0$ Null sein muß, das heißt

$$L_1 . \text{Konst.} - \frac{M^2}{L_1 r}P_1 = 0.$$

$$\text{Konst.} = \frac{M^2}{L_1 r}P_1,$$

also

$$J_1 = \frac{1}{L}\int_0^t P_1\,dt + \frac{M^2}{L_1^2 r}P_1,$$

das heißt der Transformator kann ersetzt werden durch folgende Schaltung Fig. 24, wo

$$L = L_1 \text{ und } R = r\frac{L_1^2}{M^2} = r\frac{L_1}{L_2}$$

ersetzt, und ergibt mit den Größen L und R dieselben Gleichungen wie XIX.

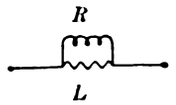


Fig. 24.

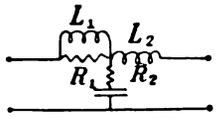
Für vollkommene Energieabsorption im ersten Moment ist $R = \alpha_1$, das heißt

$$r = \alpha_1\frac{L_2}{L_1} \cong \alpha_1\left(\frac{w_2}{w_1}\right)^2.$$

Der Vorteil ist, daß der Widerstand willkürlich wählbar ist, besonders sehr klein gewählt werden kann.

Digitized by Google

XXI. Fig. 25 (siehe auch XIV*b*, 3).

Fig. 25. 

$$p_{1\,t=0} = 0.$$

$$p'_{1\,t=0} = 0, \text{ wenn } R_1 + R_2 = \alpha.$$

$$V_{t=0} = W_z.$$

$$\left(\frac{dp_2}{dt}\right)_{t=0} = p_1 \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \cdot \frac{R_2}{L_2}. \quad \left(\text{für } R_2 = 0 : \frac{dp_2}{dt} = 0\right).$$

XXII. Fig. 26 (siehe auch XIV*a*, 2).

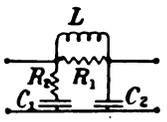


Fig. 26.

$$p_{2\,t=0} = 0.$$

$$p'_{1\,t=0}, \text{ wenn } \frac{1}{\alpha_1} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}.$$

$$V_{t=0} = W_z.$$

$$\left(\frac{dp_2}{dt}\right)_{t=0} = \frac{p_1}{C_2}\left(\frac{1}{\alpha_1} - \frac{1}{R_2}\right).$$

Für

$$R_2 = \alpha_1 \quad R_1 = 0 \text{ ist } \left(\frac{dp_2}{dt}\right)_{t=0} = 0.$$

XXIII. Fig. 27*).

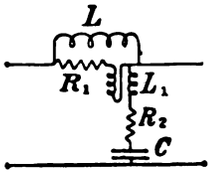


Fig. 27.

Der Hauptschlußtransformator, der die beiden Widerstände R_1 und R_2 verkettet, habe sehr geringe Streureaktanz; sein Übersetzungsverhältnis sei 1 : 1, das heißt $L_1 = M = L_2$. Dann lauten die Differentialgleichungen der Schaltung

$$p_1 + p'_1 = p_2 + L\frac{di_L}{dt}$$

$$= p_2 + R_1 i_a + L_1\left(\frac{di_a}{dt} - \frac{di_b}{dt}\right)$$

$$p_2 = i_b R_2 + q + L_1\left(\frac{di_b}{dt} - \frac{di_a}{dt}\right)$$

$$i_1 - i'_1 = i_a + i_L = i_2 + i_b.$$

Zur Zeit $t = 0$ ist nun $i_L = 0$ und der resultierende Fluß im Transformator auch Null, das heißt

$$L_1 (i_a - i_b) = 0, \text{ also } i_a = i_b.$$

Hieraus folgt, daß

$$p'_{1\,t=0} = 0, \text{ wenn } R_1 + R_2 = \alpha_1$$

und

$$\left(\frac{dp_2}{dt}\right)_{t=0} = p_1 \alpha_2 \left[\frac{R_2}{\alpha_1 L_1} + \frac{1}{L}\right].$$

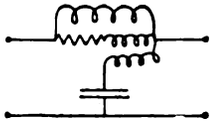


Fig. 28.

In der Schaltung Fig. 28 ist

$$R_2 = 0. \quad R_1 = \alpha_1.$$

$$\left(\frac{dp_2}{dt}\right)_{t=0} = p_1 \frac{\alpha_2}{L}.$$

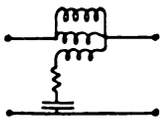


Fig. 29.

dagegen bei Fig. 29

$$R_2 = \alpha_1. \quad R_1 = 0.$$

$$\left(\frac{dp_2}{dt}\right)_{t=0} = p_1 \alpha_2 \left[\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L}\right].$$

*) Die Mitteilung dieser Schaltung verdanke ich Herrn J. Jonas.

XXIV. Mehrere Drosselspulen in nicht zu kleiner Entfernung in einer Leitung in Serie geschaltet (Fig. 30).

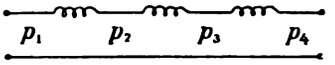


Fig. 30.

p_1 = konstant sei gegeben. Dann wird, wenn $\lambda = 2\frac{\alpha}{L}$,

$$p_2 = p_1 (1 - e^{-\lambda t})$$

$$p_3 = p_1 (1 - e^{-\lambda t} - \lambda t e^{-\lambda t})$$

$$p_4 = p_1 \left[1 - e^{-\lambda t} - \left(\lambda t + \frac{(\lambda t)^2}{2}\right) e^{-\lambda t}\right]$$

$$p_n = p_1 \left[1 - e^{-\lambda t} - \left(\frac{\lambda t}{1!} + \frac{(\lambda t)^2}{2!} + \frac{(\lambda t)^3}{3!} + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \frac{(\lambda t)^{n-2}}{(n-2)!}\right) e^{-\lambda t}\right].$$

Fig. 31 zeigt die p als Funktion der (λt) und außerdem die Funktionen

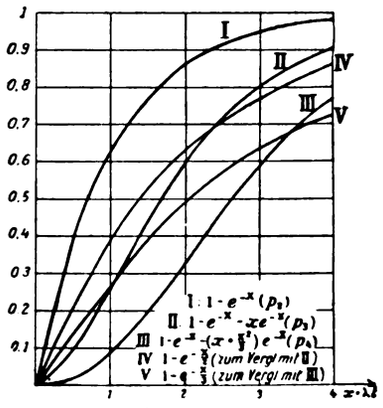


Fig. 31*).

$$p_1\left(1 - e^{-\frac{\lambda}{2}t}\right), \quad p'_1\left(1 - e^{-\frac{\lambda}{3}t}\right),$$

die der doppelten bezw. dreifachen Kapazität entsprechen wie bei Kurve I.

Man erkennt, daß durch die Verteilung der gegebenen Induktivität auf n-Teile eine wesentliche Herabsetzung des Spannungsgefälles $\frac{dp_2}{dt}$ unmittelbar nach dem Durchlaufen der Schutzschaltung erreicht wird.

Die Formeln gelten natürlich nur für die Zeit $\frac{2l}{v}$ vom Auftreffen auf die letzte Spule ab, wenn l die Entfernung zweier Spulen ist.

Denn nach dieser Zeit beginnen sich innere Reflexionswellen bemerkbar zu machen. Diese sind aber gering. Für zwei Spulen zum Beispiel ergibt sich:

(Siehe auch Fig. 32.)

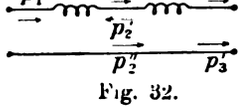


Fig. 32.

p_1 gegeben,

die durchgelassene:

$$p_2 = p_1 (1 - e^{-\lambda t}),$$

die reflektierte:

$$p'_1 = e^{-\lambda t} p_1 . \lambda t,$$

die durchgelassene:

$$p_3 = p_1 [1 - e^{-\lambda t} - \lambda t e^{-\lambda t}],$$

die reflektierte von p'_1 her:

$$p''_2 = p_1 e^{-\lambda t}\left(\lambda t - \frac{(\lambda t)^2}{2}\right),$$

und die durchgelassene von p''_2 her:

$$p'_3 = p_1 e^{-\lambda t}\left(\frac{(\lambda t)^2}{2!} - \frac{(\lambda t)^3}{3!}\right).$$

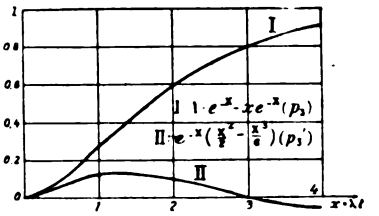
*) Der Ausdruck für Kurve III soll richtig lauten:

$$1 - e^{-x} - (x + \frac{x^2}{2}) . e^{-x}.$$

Digitized by Google

Fig. 33 zeigt p_3 und p_3', wobei zu beachten ist, daß p_3' mit einer gewissen Zeitdifferenz auf p_3 folgt.

Fig. 33.



XXV. Mehrere Kondensatoren in nicht zu kleiner Entfernung, zwischen die Leitungen geschaltet.

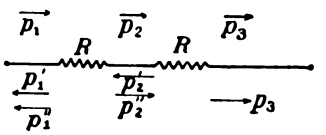
Setzt man

$$\lambda = \frac{2}{C\alpha},$$

so erhält man die gleichen Resultate wie in XXIV.

XXVI. Mehrere Serienwiderstände in nicht zu kleiner Entfernung (Fig. 34).

Fig. 34.



$$p_n = 2^{n-1} \cdot p_1 \left(\frac{\alpha}{R + 2\alpha}\right)^{n-1}$$

$$p_1' = p_1 \cdot \frac{R}{R + 2\alpha}.$$

Soll $p_1' = p_n$ sein, so ist zum Beispiel bei zwei Widerständen

$$R = \alpha\,(\sqrt{5} - 1) = 1{\cdot}235\,\alpha$$

zu machen.

Es wird dann

$$p_1' = p_3 = 0{\cdot}382\,p_1$$
$$p_2' = 0{\cdot}146\,p_1$$
$$p_1'' = 0{\cdot}056\,p_1$$
$$p_2'' = 0{\cdot}0905\,p_1$$
$$p_3' = 0{\cdot}0347\,p_1.$$

p_1' und p_3 werden also durch eine Teilung des Widerstandes verkleinert.

Da bei einem Widerstand die günstigsten Werte von p_1' und p_2 gleich $\frac{p_1}{2}$ sind, ist die Verkleinerung der Stöße, die man durch eine Zweiteilung des Widerstandes erhält,

$$\left(1 - \frac{0{\cdot}382}{0{\cdot}5}\right) 100 = 23{\cdot}5\%.$$

Bei feinerer Unterteilung kann man noch mehr erreichen. Die inneren Reflexionen der Schaltung sind nicht von Bedeutung, wie p_1'' und p_3' zeigen.

Etwas günstigere Werte erhält man, wenn die Widerstände verschieden gewählt werden und auf maximalen Energieverbrauch im ersten Moment dimensioniert werden. Es wird dann für zwei Elemente:

$$p_2 = 2\,p_1 \frac{\alpha}{2\alpha + R_1}$$

$$p_3 = 4\,p_1 \frac{\alpha^2}{(2\alpha + R_1)(2\alpha + R_2)}.$$

Verlust in beiden Widerständen beim Auftreffen der Welle:

$$V_t = 4\,p_1^2 \left[\frac{R_1}{(2\alpha + R_1)^2} + \frac{4\,\alpha^2 R_2}{(2\alpha + R_1)^2 (2\alpha + R_2)^2}\right].$$

Bestimmt man das absolute Maximum von V_t, so ergibt sich

$$R_1 = \alpha \qquad R_2 = 2\,\alpha$$

$$p_3 = p_1' = \frac{p_1}{3} = 0{\cdot}333\,p_1.$$

Die Reduktion beträgt hier 33·5%.

Ferner wird

$$V_{t_{t=0}} = \frac{2}{3}\,\frac{p_1^2}{\alpha} = 0{\cdot}66\,W_s.$$

$$p_2 = \frac{2}{3}\,p_1$$

$$p_2' = \frac{1}{3}\,p_1$$

$$p_1'' = \frac{2\,p_1}{9} = 0{\cdot}222\,p_1.$$

$$p_2'' = \frac{p_1}{9}$$

$$p_3' = \frac{1}{18}\,p_1 = 0{\cdot}055\,p_1.$$

Die reflektierte Partialwelle p_1'' ist hier etwas mehr als doppelt so groß wie im vorhergehenden Falle, aber immer noch bedeutend kleiner als p_1'.

Für verschiedene Charakteristiken werden die Formeln komplizierter, ergeben aber analoge Beziehungen.

XXVII. Mehrere Parallelwiderstände in nicht zu kleiner Entfernung. (Fig. 35).

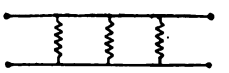


Fig. 35.

Wenn $\frac{1}{R} = \rho$ und $\frac{1}{\alpha} = \beta$ gesetzt wird, so gelten alle Formeln von XXVI, wenn in diesen β statt α und ρ statt R gesetzt wird, mit dem einzigen Unterschied, daß die reflektierte Welle das entgegengesetzte Vorzeichen der ankommenden hat.

Für zwei gleiche Widerstände ergibt sich aus der Bedingung $p_3 = p_1'$

$$\rho = 1{\cdot}235\,\beta \qquad R = 0{\cdot}81\,\alpha.$$

Es wird dann

$$p_1' = -\,p_3 = -\,0{\cdot}382\,p_1$$
$$p_2' = -\,0{\cdot}146\,p_1$$
$$p_1'' = 0{\cdot}056\,p_1$$
$$p_2'' = -\,0{\cdot}0905\,p_1$$
$$p_3' = 0{\cdot}0347\,p_1.$$

Analog ergibt sich für das Maximum der Energieabsorption beim Auftreffen der Welle auf die Widerstände

$$\rho_1 = \beta \qquad \rho_2 = 2\,\beta,$$

das heißt

$$R_1 = \alpha \qquad R_2 = \frac{\alpha}{2}$$

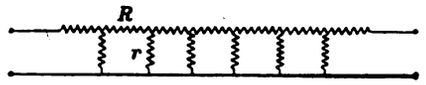
$$V_t = \frac{2}{3}\,\frac{p_1^2}{\alpha} \text{ usw.}$$

Schaltung XXVI gilt natürlich auch für die Drosselspule mit Parallelwiderstand, Schaltung XXVII für den Kondensator mit Serienwiderstand im Moment des Auftreffens einer Welle.

Digitized by Google

XXVIII. Kombination aus Serien- und Parallelwiderständen (Fig. 36), bei denen beliebig Induktivität parallel- und Kapazität in Serie geschaltet sein kann.

Fig. 36.



Schaltet man genügend viele Elemente hintereinander, so darf man das Ganze im Moment des Auftreffens der Welle als Leitung mit gleichmäßig verteilten Konstanten betrachten, die unter Gleichspannung steht.

$$-\frac{\partial p}{\partial x} = R\,i \qquad -\frac{\partial i}{\partial x} = \frac{p}{r}$$

$$p = A\,\mathfrak{Sin}\,k\,x + B\,\mathfrak{Cof}\,k\,x,$$

wo

$$k = \sqrt{\frac{R}{r}}$$

$$i = -\frac{k}{R}\,[A\,\mathfrak{Cof}\,k\,x + B\,\mathfrak{Sin}\,k\,x].$$

Für $x = l$ gilt

$$p_1 = \alpha_2\,i_1.$$

Für $x = 0$ gilt

$$p_1 + p_1' = B$$

$$i_1 - i_1' = -\frac{k}{R}\,A;$$

daraus bestimmen sich A und B zu

$$A = -2\,p_1\,\frac{\alpha_2\frac{k}{R}\,\mathfrak{Sin}\,k\,l + \mathfrak{Cof}\,k\,l}{\mathfrak{Sin}\,k\,l\left[1 + \alpha_1\alpha_2\left(\frac{k}{R}\right)^2\right] + \mathfrak{Cof}\,k\,l\,\frac{k}{R}\,(\alpha_1 + \alpha_2)}$$

$$B = 2\,p_1\,\frac{\mathfrak{Sin}\,k\,l + \alpha_2\frac{k}{R}\,\mathfrak{Cof}\,k\,l}{\mathfrak{Sin}\,k\,l\left[1 + \alpha_1\alpha_2\left(\frac{k}{R}\right)^2\right] + \mathfrak{Cof}\,k\,l\,\frac{k}{R}\,(\alpha_1 + \alpha_2)}.$$

Es ist nun

$$p_2 = A\,\mathfrak{Sin}\,k\,l + B\,\mathfrak{Cof}\,k\,l$$

$$p_1' = \frac{1}{2}\left(B + \alpha_1\frac{k}{R}\,A\right).$$

Setzt man beide wieder einander gleich und nimmt $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ an, so errechnet man daraus

$$R = \alpha\,k\,\frac{1 + \mathfrak{Cof}\,k\,l}{\mathfrak{Sin}\,k\,l},$$

wenn man k, das heißt das Verhältnis von R zu r als gegeben annimmt.

Schaltet man genügend viele Elemente hintereinander (für $k = 1$ genügen schon zirka fünf, für größere k noch weniger), so wird

$$\mathfrak{Sin}\,k\,l \cong \mathfrak{Cof}\,k\,l$$

und $$R \cong \alpha\,k,$$

das heißt $$R\,r \cong \alpha^2,$$

zum Beispiel für $R = r$ wird $R = \alpha$.

Damit ergibt sich für p_1' und p_2 angenähert der Wert Null.

Es ist also schon mit recht wenigen Elementen möglich, eine Welle im ersten Moment vollständig zu absorbieren.

Den Widerständen R kann man Selbstinduktionen parallel, den Widerständen r Kapazitäten vorschalten, um die Anordnung praktisch gebrauchsfähig zu machen.

XXIX. Serienschaltung von Leitungen verschiedener Charakteristik.

(In die ursprüngliche Leitung (α_1) mehrere getrennte Stücke einer anderen (α_2) geschaltet (Fig. 37.)

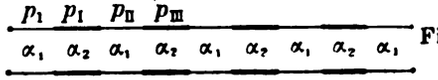


Fig. 37.

Es seien n Elemente anderer Charakteristik (α_2) in die Leitung eingeschaltet.

Beim Übergang einer Spannung p von Leitung α_1 auf Leitung α_2 ist die reflektierte Spannung

$$p_r = p\,\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} = p\,q,$$

die eindringende Spannung

$$p_e = p\,(1 + q).$$

Beim Übergang von der Leitung α_2 auf α_1 dagegen

$$p_r = p\,(-q)$$

$$p_e = p\,(1 - q).$$

Damit ist der erste Spannungssprung in den Stücken I, II, III usw.

$$p_I = p_1\,(1 + q)$$

$$p_{II} = p_1\,(1 - q)\,(1 + q) = p_1\,(1 - q^2)$$

$$p_{III} = p_1\,(1 - q^2)\,(1 - q)$$

$$p_{IV} = p_1\,(1 - q^2)^2$$

und der erste Spannungsstoß nach Durchlaufen der ganzen Schutzanordnung

$$p_2 = p_1\,(1 - q^2)^n.$$

Bemerkenswert ist, daß p_{II} kleiner ist als p_1, unabhängig vom Vorzeichen von q, das heißt jede Einschaltung eines Stückes verschiedener Charakteristik in eine Leitung verringert den auftretenden ersten Stoß einer durchlaufenden Welle.

Der erste reflektierte Spannungsstoß ist

$$p_1' = p_1\,q.$$

Soll zum Beispiel $p_1' = p_2$ absolut gleich 0·1 p_1 sein, das heißt $q = \pm 0{\cdot}1$, so ergibt sich die Zahl n der einzuschaltenden Stücke als zirka 200 und das Verhältnis $\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$ bezw. $\frac{\alpha_2}{\alpha_1} \cong 0{\cdot}82$.

Es sind sehr viele Elemente erforderlich, wenn im ersten Moment weder viel durchgelassen noch reflektiert werden soll.

Außerdem ist der zweite durchgelassene Stoß

$$p_1\,q^2\,(1 - q^2)^n\,(2\,n - 1),$$

also in diesem Falle zirka 0·4 p_1. Der dritte

$$p_1\,[q^4\,(2\,n - 1) - (1 - q^2)\,.\,2\,q^2\,(n - 1)]\,(1 - q^2)^n,$$

in diesem Falle zirka $-0{\cdot}39\,p_1$.

Der zweite am Anfang der Schaltung reflektierte Stoß ist

$$-q\,(1 - q^2)\,p_1 \qquad (\mp 0{\cdot}099\,p_1)$$

und der dritte

$$q\,(1 - q^2)\,[(1 - q^2) - q^2]\,p_1 \qquad (\pm 0{\cdot}097\,p_1).$$

Es werden also ziemlich starke Stöße durchgelassen, dagegen wenig reflektiert.

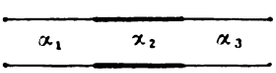
Legt man weniger Wert auf die reflektierte Welle und macht α_2 kleiner als α_1, so daß diese Welle die ursprüngliche Spannung jedenfalls nicht erhöht, so kann man schon mit wenig Elementen die durchgehende Welle wirksam verkleinern.

Ist zum Beispiel $\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = 0{\cdot}175$, was sich zum Beispiel leicht erreichen läßt, indem eine Leitung ent-

Digitized by Google

sprechend verdickt wird und darüber geerdete Metallzylinder geschoben werden, so ist $q = -0{\cdot}7$. Bei fünf solchen Elementen wird der erste durchgelassene Stoß $0{\cdot}034\ p_1$, der zweite $0{\cdot}183\ p_1$. Bei Verwendung von Eisen läßt sich so ein für viele Fälle genügender Schutz erzielen.

XXX. (Fig. 38.) Der vollständige Ladungsvorgang der Leitung 2, wenn in Leitung 1 eine Rechteckwelle p_1 die Anordnung α_2 trifft*).

Fig. 38. 

Es sei $q_1 = \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\alpha_2 + \alpha_1}$, $\quad q_2 = \frac{\alpha_3 - \alpha_2}{\alpha_3 + \alpha_2}$.

Dann besteht die in die zweite Leitung eindringende Welle aus aufeinanderfolgenden Rechteckwellen von der doppelten Länge des Zwischenstückes α_2 und von der Form:

$$p_1(1+q_1)(1+q_2) = 4\,p_1 \frac{\alpha_2\,\alpha_3}{(\alpha_1+\alpha_2)(\alpha_2+\alpha_3)}.$$
$$-\,p_1(1+q_1)(1+q_2)\,q_1\,q_2$$
$$+\,p_1(1+q_1)(1+q_2)\,q_1^2\,q_2^2$$
$$\cdot$$
$$\cdot$$
$$\cdot$$

und die resultierende Spannung, die durch die Superposition dieser Wellen entsteht:

$$p_1(1+q_1)(1+q_2)\,[1 - q_1 q_2 + (q_1 q_2)^2 - (q_1 q_2)^3 + \ldots\ldots$$

Die Reihe hat wechselndes Vorzeichen, wenn gleichzeitig q_1 und $q_2 \gtrless 0$, das heißt

$$\left.\begin{matrix}\alpha_2 - \alpha_1 \\ \alpha_3 - \alpha_2\end{matrix}\right\} \gtrless 0.$$

Sie hat dagegen gleiches Vorzeichen in allen Gliedern, wenn

$$q_1 \gtrless 0 \text{ und } q_2 \lesseqgtr 0,$$

das heißt

$$\alpha_2 - \alpha_1 \gtrless 0 \text{ und } \alpha_3 \lesseqgtr \alpha_2 = 0.$$

Der erste Fall wäre:

Maschinenwicklung—Freileitung—Kabel

oder

Kabel—Freileitung—Maschinenwicklung

Hier finden Oszillationen um den Endwert statt; der zweite dagegen zum Beispiel

Freileitung—Drosselspule—Freileitung

oder

Freileitung—Kabel—Freileitung.

Hier erfolgt ein aperiodisches Ansteigen.

Da q_1 und q_2 kleiner als 1 sind, ist der erste übertretende Stoß der größte, die folgenden sind kleiner.

Ist $\alpha_1 = \alpha_3 = \alpha$, so wird der erste Stoß

$$4\,p_1 \frac{\alpha\,\alpha_2}{(\alpha+\alpha_2)^2}.$$

Ist zum Beispiel $\alpha_1 = 500$, $\alpha_2 = 5000$ oder 50, so wird dieser $0{\cdot}332\ p_1$.

Setzt man $q_1 q_2 = q$, so wird die Summe einer geraden Gliederzahl $(2n)$

$$p_1(1+q_1)(1+q_2)\,\frac{1-q^{2n}}{1+q}$$

und die Summe einer ungeraden $(2n+1)$.

$$p_1(1+q_1)(1+q_2)\,\frac{1+q^{2n+1}}{1+q}.$$

Ist $q > 0$, so bleibt die Summe jeder geraden Gliederzahl unterhalb, die Summe jeder ungeraden Gliederzahl oberhalb des Grenzwertes $p_1 \frac{(1+q_1)(1+q_2)}{1+q}$, dem beide zustreben.

Dieser Grenzwert selbst ist

$$p_1 \frac{2\,\alpha_3}{\alpha_1+\alpha_3},$$

unabhängig von der Art des Zwischenstückes.

Das Verhältnis des ersten Stoßes zum Endwert der Summe ergibt sich als

$$\frac{(\alpha_1+\alpha_2)(\alpha_2+\alpha_3)}{2\,\alpha_2(\alpha_1+\alpha_3)}.$$

Zum Beispiel: $\alpha_1 = 50$, $\alpha_2 = 500$, $\alpha_3 = 5000$.
Größe des ersten Stoßes . . . . . $3{\cdot}3\ p_1$,
Größe der Summe . . . . . $1{\cdot}98\ p_1$.

Verhältnis beider $1{\cdot}65$. Ein solches Zwischenstück kann also die Gefahr wesentlich erhöhen.

Ist zum Beispiel $\alpha_1 = 5000$, $\alpha_2 = 500$, $\alpha_3 = 50$.
Größe des ersten Stoßes . . . . $0{\cdot}033\ p_1$
Größe der Summe . . . . . $0{\cdot}0198\ p_1$.
Verhältnis beider wieder $1{\cdot}65$.

Ist $\alpha_1 = \alpha_3$, so wird das Verhältnis

$$\frac{1}{2}\,\frac{\alpha_1+\alpha_2}{\alpha_1\,\alpha_2}.$$

Zum Beispiel für $\alpha_1 = 500$, $\alpha_2 = 50$, ist es $0{\cdot}011$.

XXXI. Fig. 39.

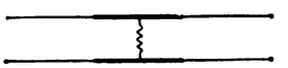


Fig. 39.

Wird in der Mitte des zwischen zwei gleichen Leitungen (α_1) eingeschalteten Stückes ein Parallelwiderstand gelegt $\left(R = \frac{\alpha_2}{2}\right)$, so daß er die Hälfte der ankommenden Energie absorbiert und die Bedingung gestellt, daß der erste reflektierte und der erste durchgelassene Stoß der ganzen Schaltung absolut gleich seien, so ergibt sich

$$q = \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\alpha_2 + \alpha_1} = \pm 0{\cdot}414$$

und es werden demnach beide Stöße $0{\cdot}414\ p_1$ und $\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = 2{\cdot}41$ bezw. $0{\cdot}414$. Man kann die Wirkung des reinen Parallelwiderstandes (eventuell in Serie mit einem Kondensator) durch das Einschalten eines solchen Stückes vergrößern.

Zusammenfassung.

Es werden eine Reihe von Schaltungen hinsichtlich ihrer Wirkung auf die auftreffende steile Front einer Wanderwelle und die Energieabsorption beim Auftreffen untersucht.

*) Siehe auch Petersen, Archiv f. Elektrotechnik, Bd I, 1912, Seite 233, 382, Ref. in E. u. M. 1912, Seite 1009.

Digitized by Google

Internationale Elektrotechnische Kommission (I. E. C.).

Internationale Normalien für den Widerstand von Kupfer.

Bis in die letzte Zeit bestanden Abweichungen in den von den verschiedenen Nationen angenommenen Werten für den Normalwiderstand von ausgeglühtem Kupfer und wenn diese, auf die Messungen Matthiessens basierenden, Zahlen auch nicht stark voneinander abwichen, so waren die Widerstandstabellen der einzelnen Länder doch nicht untereinander vergleichbar.

Die erste Anregung zur Vereinheitlichung ging von dem Kongreß in Chicago aus, 1893, aber erst 1911 hat das Bureau of Standards in Washington eingehende Versuche über die Widerstandsbestimmung aufgenommen, welchen ebensolche Versuche in den übrigen Staatslaboratorien folgten. Die Ergebnisse aller dieser Untersuchungen lagen 1912 der I. E. C. bei ihrer Zusammenkunft in Paris vor. Nach eingehender Beratung der Vorschläge in dem nationalen Komitee wurde in Zürich, 1913, eine Einigung erzielt, worauf Dr. Glazebrock, Direktor der National Physical Laboratory in London und Prof. Paul Janet, Direktor des Laboratoire central d'Electricité in Paris, im Einvernehmen mit dem Bureau of Standards und der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt die Schlußredaktion übernommen haben. Die endgültige Annahme der nachstehenden Bestimmung erfolgte nach einem Referat von Prof. Dr. E. Warburg, dem Präsidenten der letztgenannten Anstalt, auf dem Berliner Kongreß, September 1913*).

I. Ausgeglühtes Normalkupfer.

1. Ein Draht aus weichem Normalkupfer von 1 m Länge und von gleichförmigem Querschnitt von 1 mm^2 hat bei 20° C einen Widerstand von $^1/_{58} = 0{\cdot}017241$ . . . Ohm.

2. Bei dieser Temperatur beträgt die Dichte 8·89 g pro 1 cm^3.

3. Der Temperatur-Koeffizient, gemessen zwischen zwei festgelegten Potentialpunkten, also bei konstanter Masse, beträgt bei 20° C $0{\cdot}00393 = 1/254{\cdot}45$ . . . pro 1° C.

4. Aus den Bedingungen 1 und 2 folgt, daß bei 20° C der Widerstand eines 1 m langen Kupferdrahtes von gleichförmigem Querschnitt bei 1 g Gewicht 0·15328 . . . Ohm beträgt.

II. Handelskupfer.

1. Die Leitfähigkeit für Handelskupfer soll bei 20° C in Prozenten des Wertes für ausgeglühtes Normalkupfer angegeben werden (annähernd auf 0·1%).

2. Die Leitfähigkeit für Handelskupfer soll nach folgendem berechnet werden:

a) Die Temperatur, bei der die Messung vollzogen wird, soll von 20° C um nicht mehr als ± 10° C abweichen.
b) Der Widerstand von 1 m langem Draht aus Handelskupfer von 1 mm^2 Querschnitt nimmt pro 1° C um 0·000068 Ohm zu.
c) Der Widerstand von 1 m langem Draht aus Handelskupfer bei 1 g Masse nimmt pro 1° C um 0·00060 Ohm zu.
d) Die Dichte von Handelskupfer bei 20° C ist 8·89 g pro 1 cm^3.

Aus diesen Annahmen folgt: Wenn bei t° C Temperatur ein Draht von l Meter Länge und m Gramm Gewicht R Ohm besitzt, ein Draht von 1 m Länge und 1 mm^2 Querschnitt einen Widerstand von $Rm/(l^2 \times 8{\cdot}89)$ . . . bei t° C und von

$$Rm/(l^2 \times 8{\cdot}89) + 0{\cdot}000068\,(20-t) \ldots$$

bei 20° C hat.

Die relative Leitfähigkeit ist deshalb

$$100 \times \frac{158}{\frac{Rm}{l^2 \times 8{\cdot}89} + 0{\cdot}000068\,(20-t)}.$$

In gleicher Weise ergibt sich: Der Widerstand desselben Kupfers von 1 m Länge und 1 g Gewicht ist

Rm/l^2 . . . bei t° C und

$Rm/l^2 + 0{\cdot}0000\,(20-t)$ . . . bei 20° C.

Die relative Leitfähigkeit ist deshalb

$$100 \times \frac{0{\cdot}15328}{\frac{Rm}{l^2} + 0{\cdot}00060\,(20-t)}.$$

Zu I. Die unter I angegebenen Normalwerte sind Mittelwerte aus einer großen Zahl von Messungen. Die größte Abweichung der Dichte von Proben von Normalkupfer von dem oben angegebenen Wert darf 0·5%, die größte Abweichung des Temperaturkoeffizienten darf 1% betragen; innerhalb der Grenzen, die unter II angegeben sind, beeinflussen diese Abweichungen den Wert für den Widerstand erst dann, wenn er auf vier Stellen genau berechnet wird.

Zu II. Die Angaben unter II basieren auf dem folgenden physikalischen Konstanten für normales ausgeglühtes Kupfer:

Dichte bei 0° C	8·90
Koeffizient der linearen Ausdehnung pro 1° C . . .	0·000017
Spezifischer Widerstand bei 0° C in Mikrohm/$c\,m$ . .	$1{\cdot}588_1$
Koeffizient der Änderung des spezifischen Widerstandes (Volumen) bei 0° C pro 1° C	$0{\cdot}00428_2$
Koeffizient der Änderung des Widerstandes bei 0° C und konstanter Masse	0·004265 = 1/234·45

*) Siehe E. u. M. 1913, Seite 835.

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Versuche über die Wärmeübertragung von Dampf an Kühlwasser. Dr. Ing. K. Hoefer. Die Versuche wurden auf Veranlassung und unter der Leitung des Prof. Josse vom Verfasser im Maschinenbau-Laboratorium der Technischen Hochschule in Berlin ausgeführt und bezweckten hauptsächlich festzustellen, in welcher Weise die an Kühlrohren von Dampf an Wasser übertragene Wärmemenge von der Größe der Temperaturdifferenz zwischen den beiden Medien abhängt. Durch die Versuche sollten die bisher bestehenden Widersprüche gelöst und der Temperaturexponent für die verschiedensten Verhältnisse ermittelt werden.

Die Versuchsanordnung bestand aus einem von Wasser durchflossenen Messingrohr von 20 mm l. W., 25 mm äußerem Durchmesser und 2628 mm Länge, welches von außen durch Dampf geheizt wurde.

Es wurden drei Versuchsreihen bei atmosphärischer Spannung, bei rund 80% und bei rund 90% Vakuum ausgeführt. Bei den ersten beiden Versuchsreihen wurde die Wassergeschwindigkeit von rund 0·05 bis rund 1·9 m pro Sekunde in kleinen Abstufungen gesteigert, bei 90% Vakuum von rund 0·3 bis zu rund 1·5 m pro Sekunde. In Diagrammen sind die Kurven des Temperaturanstieges für die verschiedenen Versuchsreihen und gleichzeitig jene Temperaturkurven eingetragen, welche sich ergeben würden, wenn die Wärmeübertragung der Temperaturdifferenz proportional wäre. Man erkennt aus der Abweichung der wirklichen Kurve des Temperaturanstieges, daß keine Proportionalität besteht, der Exponent also nicht gleich 1 sein kann. Mit Hilfe eines graphischen logarithmischen Verfahrens wurde für jeden Versuch der mittlere Temperaturexponent x_m ermittelt. Es ergibt sich, daß der Temperaturexponent nicht konstant ist, vielmehr sich sowohl mit der Wassergeschwindigkeit, als auch mit der Temperaturdifferenz zwischen Dampf und Wasser selbst ändert.

Das wesentlichste Ergebnis der Versuche ist, daß dieser Temperaturexponent sich in weiten Grenzen, von 0·7 bis rund 1·9 bei 70° C Temperaturdifferenz ändert. Aus dem Verlauf der Kurven für verschiedene Wassergeschwindigkeiten kann man schließen, daß die Wärmeübertragung von der Rohrwand an die äußersten Schichten des Kühlwassers, für alle Wassergeschwindigkeiten proportional der Temperaturdifferenz vor sich geht. Auf die verschiedenen Werte des Exponenten hat wahrscheinlich der Rohrdurchmesser einen bestimmten Einfluß.

Die Folgerungen aus diesen Versuchen stehen im Widerspruch mit dem Ergebnisse Orroks, der gefunden hat, daß der Temperaturexponent unabhängig von der Temperaturdifferenz sei und für alle Geschwindigkeiten von 0·6 bis 2·6 m pro Sekunde den Wert $x = 7/8$ hat. Aus den obigen Versuchen wurden ferner die Wärmedurchgangszahlen K ermittelt. Dieselben lassen sich in folgende Formeln bringen:

für atmosphärische Spannung $K = 1600 + 1743 \,.\, v^{0{\cdot}82}$
für 80% Vakuum $K' = 650 + 2090 \,.\, v^{0{\cdot}82}$.

Die Exponenten von v stimmen genau miteinander überein und liegen zwischen den Werten 0·72 und 0·91.

Für die Annahme der Temperaturexponenten $x = 1$, die in der Praxis im Hinblick auf die geringen Abweichungen der oben genannten beiden Kurven zulässig ist, ergibt sich für die Berechnung der Kondensatoren die einfache Formel:

$$F = \frac{Q}{K}\, ln\, \frac{t_s - t_e}{t_s - t_a}$$

worin F die Kühlfläche des Kondensators in mm^2, Q die stündliche Kühlwassermenge in Kilogramm, t_s die Dampftemperatur, t_e die Kühlwassereintrittstemperatur und t_a die Kühlwasseraustrittstemperatur bezeichnet.

(„Z. f. d. gesamte Turbinenwesen" vom 20. 3. 1914.)

Digitized by Google

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Synchronumformer für 60 Perioden. L. P. Cercelius. Die Verwendung sechsphasiger Bahnumformer für 60 ∼ gestattet bei niedrigeren Anlagekosten und hohem Wirkungsgrad eine Vereinheitlichung der Periodenzahl. Die Verbesserungen der Kommutierung durch Einführung von Wendepolen lassen bei geringer Polzahl hohe Umfangsgeschwindigkeit zu, allerdings bei erhöhtem Geräusch. Zur Verminderung dieses Geräusches wird die Armatur an beiden Enden durch Gehäuse geschlossen und künstlich ventiliert. Zwecks Konstanthaltung der Spannung wird die Magnetwicklung kompoundiert und zur Erhöhung des Leistungsfaktors übererregt, so daß der voreilende Strom den Reaktanzspannungsabfall kompensiert. Um die Wärmewirkung infolge der beschränkten Ventilation und Übererregung zu verringern, wird die Stromdichte pro Ankerleiter auf 6 *A* pro *mm²* beschränkt. Um das Anlassen mit Wechselstrom zu ermöglichen, werden die Dämpferwicklungen der Feldpole durch eine Brücke nach der Art der Kurzschlußanker verbunden. Das lästige Pendeln kann bei Turbinenantrieb der Generatoren meist vollständig vermieden werden.

Als Bedingungen für den Betrieb gilt jedoch, daß Pulsationen im Wechselstromnetz zu vermeiden sind, daß das Verhältnis von Eisen zu Kupfer richtig gewählt wird und daß der Widerstand der Dämpferbrücke gering ist.

Es werden die Lieferbedingungen und Prüfergebnisse der 1500 *kW* = 600 *V*-Umformer der Cleveland Railway Co. mitgeteilt. Sie laufen mit 514 U. p. M., die Spannung zwischen zwei Kollektorlamellen beträgt 13 bis 14 *V*. Die Kraftlinienzahl in den Ankerzähnen soll 20 000 pro *cm²* nicht überschreiten; die gesamte Reaktanz beträgt 12·5%, wovon 8% auf die Transformatoren entfallen; Temperaturerhöhung 35° C bei Vollast und voller Spannung, bei 50% Überlast (2 Stunden) 55° C bei $\cos\varphi = 1$, der Wirkungsgrad bei Vollast 94·5%, bei 50% Überlast 95·7%.

(Proc. American Inst. Electr. Eng., März 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Apparat zur Messung des Widerstandes von Schienenverbindungen. M. Lebaupin. Die Methode der direkten Widerstandsmessung ist umständlich und zeitraubend. Die Genauigkeit der älteren Methoden hängt sehr von der wechselnden Beschaffenheit der Kontaktstellen ab, welche bei der Zweiinstrumentenmethode vermieden wird. Der Verfasser benutzt ein Differentialgalvanometer mit zwei Zeigern mit direkter Ablesung zur Messung des Schienenwiderstandes, welches zwei Stromkreise mit entgegengesetzter Stromrichtung enthält. Bei der in Fig. 1 dargestellten Schaltungsweise muß $JI = gi$ und $RI = g'i'$ sein, worin J den Widerstand der Stoßstelle und I die Stromstärke im Verbinder, R den Widerstand von 1 *m* Schienenlänge darstellt, g und g' den Widerstand der beiden Millivoltmeter und i' i'' den Strom in denselben.

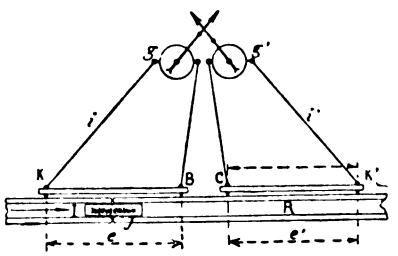


Fig. 1.

Man hat also

$$\frac{J}{R} = \frac{g \cdot i}{g' i'} = k \frac{g}{g'} \cdot \frac{\alpha}{\alpha'} = K \cdot \frac{\alpha}{\alpha'}, \text{ mithin } J = K R \cdot \frac{\alpha}{\alpha'};$$

da aber R proportional zu l ist, so ergibt sich $l = K \cdot \frac{\alpha}{\alpha'}$.

Die äquivalente Länge l des Schienenverbinders in Metern Schienenlänge, ergibt sich demnach aus den Ablesungen beider Galvanometer. Beide Zeiger können auch an einem Instrument angeordnet werden. Der Wert von l ergibt sich aus der Eichungskurve als Kreuzungspunkt beider Zeiger (Prinzip von Carpentier-Ferrié), der äquivalente Widerstand wird dann direkt in *m* Schienenlänge abgelesen*).

Die an den französischen Staatsbahnen durchgeführten Messungen an verschiedenen Verbindungen zeigten die Notwendigkeit, die Entfernung der Kontaktstellen des Verbinders verschieden groß zu machen; ist die Länge λ zwischen dem äußersten Punkt des Verbinders l die abgelesene Länge am Apparat, so ist die äquivalente Schienenlänge $x = l - (1 - \lambda)$; ist hingegen $\lambda > 1$ *m*, so ist die Ablesung gleich der äquivalenten Schienenlänge. Nach dieser Methode kann die Messung mit sechs- bis siebenfacher Zeitersparnis wie bei der alten Methode durchgeführt werden. (Bull. Soc. intern. des Electr., Februar 1914.)

*) Vergl. E. u. M. 1910, Seite 292.

Leitungen.

Die Verwendung von Telegraphenleitungen zum Telephonieren auf große Entfernungen. Béla Gáti. In den Anfängen der Telephonie wurden Telegraphenleitungen vielfach mit Erfolg für die Abwicklung telephonischer Gespräche verwendet. Indessen haben sich aber die Betriebsverhältnisse auf den Telegraphenleitungen bedeutend geändert: selbst wenn die Frequenz der Stromstöße bei der telegraphischen Zeichengebung gering ist, so treten doch infolge der Induktion benachbarter Leitungen Ströme von einer Frequenz, die sich jener der Sprechströme nähert, in den Telegraphenleitungen auf. Außerdem werden gewöhnlich Dynamomaschinen zur Zeichengebung beim Telegraphieren verwendet, dem Maschinenstrom sind aber immer Wechselströme höherer Periodenzahl übergelagert, ja vielfach kommen direkt Wechselströme zur Zeichengebung zur Anwendung, außerdem werden durch benachbarte Starkstromleitungen Induktionsströme hoher Frequenz in den Telegraphenleitungen hervorgerufen, so daß es immer schwieriger wird, Telegraphenströme und Telephonströme voneinander zu trennen. Die von van Rysselberghe angegebene Methode versagt zumeist vollkommen. Um die Telephonströme den fremden Strömen weit überlegen zu machen, müßte man Starkstrommikrophone verwenden. Von diesen sind aber vorläufig kaum 100 in Verwendung, gegenüber 12 Millionen gewöhnlicher Apparate. Der Verfasser schlägt daher drei Wege vor, um ein Telephonieren auf Telegraphenleitungen auf große Entfernungen zu ermöglichen. 1. Verringerung der Dämpfung der Telegraphenleitungen durch Einschaltung von Pupinspulen. 2. Einschaltung von Induktanzen im Nebenschluß und 3. durch Verbesserung der elektrischen Eigenschaften der Leitung, das heißt durch Verringerung des wirksamen Widerstandes und der Ableitung. Durch Einschaltung von Pupinspulen von 0·066 Henry und 10 Ohm wirksamen Widerstand in eine Telegraphenleitung aus 4 *mm* starkem Eisendrahte in Entfernungen von je 10 *km* bekäme man eine Telephonleitung mit einer spezifischen Dämpfung $\beta = 0{\cdot}011$. Über eine solche Leitung könnten anstandslos Gespräche bis zu einer Entfernung von 300 bis 350 *km* geführt werden. Wäre es möglich, die Ableitung unter 10^{-6} herabzudrücken, so könnte man durch entsprechende Pupinisierung der Telegraphenleitung eine spezifische Dämpfung $\beta = 0{\cdot}00332$ erhalten und Gespräche über Entfernungen von 1000 *km* führen. Wie aus Oszillogrammen hervorgeht, wird durch die Pupinisierung der Telegraphenleitung auch der Telegraphenverkehr verbessert und erleichtert. Für die Pupinisierung der Leitungen können vorteilhaft die anfänglich verwendeten alten Induktionsspulen mit einer einzigen Wicklung verwendet werden. Die Einschaltung von Induktanzspulen im Nebenschluß ist schon vor 20 Jahren von Professor J. Thompson angegeben worden; die von ihm vorgeschlagenen Induktanzspulen hatten aber einen viel zu hohen Widerstand (10 000 bis 100 000 Ohm). Nach den Untersuchungen des Verfassers dürfen die im Nebenschluß geschalteten Induktanzspulen keinen höheren Widerstand als 1 bis 10 Ohm aufweisen. Die Verwendung von Induktanzen im Nebenschluß bietet manche Vorteile vor der Pupinisierung. Während mit Pupinspulen ausgerüstete Einfachleitungen sich niemals im vollständigen elektrischen Gleichgewichte befinden, ist dies bei Verwendung von Induktanzen im Nebenschluß der Fall. Die Spulen sind einfacher und billiger. Der Einfluß der Abteilung macht sich bei Induktanzen im Nebenschluß nicht so stark bemerkbar wie bei Pupinleitungen. Sehr wichtig wäre es, den wirksamen Widerstand und die Ableitung von Einfachleitungen herabzumindern; in dieser Hinsicht liegen noch wenige Vorschläge vor. Einfachleitungen bieten, wenn mehrere parallel verlaufen, für Wechselströme einen weit höheren Widerstand als für Gleichstrom. Verlaufen fünf Leitungen parallel, so wird der wirksame Widerstand um fast das Fünffache erhöht. Was die Ableitung betrifft, so weisen alle Telegraphenleitungen vom Standpunkte des Telephontechnikers eine sehr schlechte Isolation auf. Die Bestimmung der wirksamen Ableitung für Wechselströme ist überdies verhältnismäßig schwer und weicht stark ab von dem durch Gleichstrommessungen bestimmten Isolationswiderstand. Am ehesten erhält man brauchbare Werte für die Ableitung durch Barettermessungen. Die Isolation der Leitungen ist abhängig von der Glasur der Porzellanisolatoren; weist diese Sprünge auf, so sinkt die Isolation bedeutend. Hier liegt ein weites Feld für die Einführung von Verbesserungen vor, denn durch eine geringfügige Verringerung der Ableitung könnte die Gesprächsübertragung ganz bedeutend verbessert werden.

(The Electrician, 16. u. 23. 1. 1914.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Fahrleitung für Gleichstromhochspannungsbahnen. F. T. von Holmgreen beschreibt die Fahrleitung der Saltsjöbahn. Der Fahrdraht, Profildraht von 8förmigem Querschnitt (80 *mm²*) wird

Digitized by Google

von einem Tragseil (170 mm^2) aus hartgezogenem Kupfer in 5·4 m über S. O. alle 10 m durch 20 mm^2 starke Kupferdrähte gehalten, wobei das Tragseil als Speiseleitung dient, so daß die Kontaktleitung 250 mm^2 hat; dazu kommen noch zwei Erdkabel für die Außenpunkte. Die Spannweite ist 45 bis 60 m. Die Anordnung der Leitung am Mast zeigt Fig. 2; sie besteht also aus zwei Gasrohren und einem Halteseil. Um den unteren Isolator von dem Druck der schiefen Strebe zu entlasten, endet letztere in einem elastischen Kupferbügel, der um den Isolatorhals gelegt wird. Die Isolatoren haben zwei Mäntel. Fahrleitung und Tragseil werden alle 1200 m durch ein Gewicht mit 1500 kg gespannt und in der Mitte verankert. Die Schienen von 40·5 kg pro l. M. bilden die Rückleitung; Kupferbänder von 50 mm^2 bilden die Schienenverbinder. Eingehend wird die Montage der Oberleitung mittels eines Turmwagens beschrieben. (E. T. Z. Heft 10, 1914.)

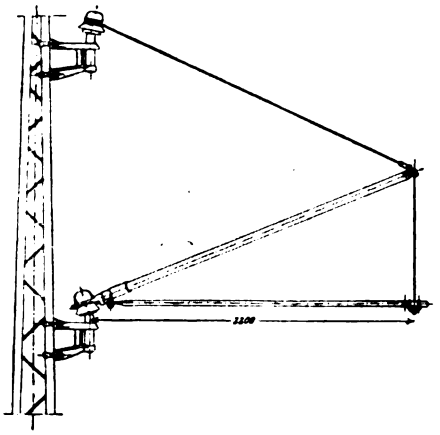


Fig. 2.

Die wirtschaftlichen Vorteile des elektrischen Betriebes auf den belgischen Staatsbahnen bespricht J. Carlier. Verfasser nimmt als Kosten der Kilowattstunde 6 h an, einschließlich der finanziellen Belastung, so daß bei einem 30%igen Wirkungsgrad der elektrischen Lokomotive die Kilowattstunde an der Triebachse 7·8 h kostet. Zieht man zum Vergleich die Lokomotivzug-Kilometerkosten des Jahresdurchschnittes der belgischen Staatsbahnen heran, so erhält man folgende Aufstellung:

Lohn	K 0·163	pro	Lokomotivzug-km
Brennstoff	„ 0·356	„	„
Manipulation	„ 0·015	„	„
Schmierung	„ 0·014	„	„
Verschiedene Ausgaben	„ 0·058	„	„
	K 0·606	mittlere Totalkosten pro	

Lokomotivzug-km bei Dampfbetrieb.

Lohn	K 0·164	pro	Lokomotivzug-km
Brennstoff	„ 0·199	„	„
Schmierung	„ 0·010	„	„
Verschiedene Ausgaben	„ 0·020	„	„
	K 0·393	mittlere Totalkosten pro	

Lokomotivzug-km bei elektrischem Betrieb, das ist etwa um 35% geringer. Da die gesamten Jahreskosten der belgischen Staatsbahnen etwa 52½ Millionen Kronen betragen, bedeutet dies eine Ersparnis von 18½ Millionen Kronen jährlich.

Durch die Einführung des elektrischen Betriebes könnte die Verkehrsdichte um 30% gesteigert werden, was einer besseren Ausnutzung des investierten Kapitals gleichkommt. Carlier schlägt die Anwendung von Motorwagen für den Personenverkehr vor, die sich sehr leicht den Verkehrsschwankungen anpassen lassen. Die Elektrifizierung wäre im Laufe von etwa zwölf Jahren allmählich durchzuführen und das alte rollende Material durch jenes der elektrifizierten Linien zu ersetzen.

(Lumière Electrique, 21. 3. 1914.)

Elektrische Lokomotiven für Adhäsions- und Zahnradstrecken. Die Usui-Togebahn in Japan hat 25‰ Steigung auf der Adhäsions- und 67‰ auf der 8 km langen Zahnstrecke. Eine Zentrale mit drei je 1000 kW Curtisturbogeneratoren liefert Drehstrom für 6000 V, 50 $\sim$, der in zwei Unterstationen mit Transformatoren und Einankerumformern sowie mit Pufferbatterien in Gleichstrom von 650 V umgeformt wird. Mit diesem wird die dritte Schiene gespeist. Die von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft gelieferten Lokomotiven können einen 90 t schweren Zug mit 16 km stündlicher Geschwindigkeit auf der Steilstrecke befördern. Das Gewicht von 42 t der Lokomotive verteilt sich auf drei Adhäsionstriebachsen. Der im abgefederten Hauptrahmen der Lokomotive fest eingebaute Motor für 350 PS Stundenleistung arbeitet mit 1 : 6·4 Übersetzung auf ein Vorgelege und von dort mit Parallelkurbeln auf die festliegende Blindwelle, die mit den Triebrädern durch Kuppelstangen verbunden ist. In die Zahnstange greifen zwei Triebzahnräder ein, deren Achsen durch Kuppelstangen verbunden sind und die in dem fest auf zwei Achsen gelagerten Innenrahmen liegen, der drehbar den gleichstarken Antriebsmotor trägt, welcher wieder auf ein Vorgelege und von dort durch eine Triebstange auf eine Triebzahnradachse wirkt; zwischen Ankerwelle und Ritzel ist eine Reibungskupplung eingelegt. Steuerstrom für die 32 Schütze wird einer 80 V Batterie entnommen. Der Fahrschalter hat außer der Hauptwalze zur Betätigung der Schütze für die Widerstandschaltung und Reihenparallelschaltung sowie der Fahrtrichtungswalze noch eine Gruppierungswalze, die zwei Hilfsschütze steuert, welche den drei Hauptwalzenstellungen „Adhäsion, Zahnrad, Bremse“ entsprechend die erforderliche Gruppierung der Hauptschütze veranlassen.

Während der Fahrt auf der Adhäsionsstrecke ist das Feld des Zahnradmotors mit Feld und Anker des Adhäsionsmotors in Reihe geschaltet und die Anker beider Motoren liegen über einem kleinen Widerstand parallel; der Zahnradmotor läuft leer mit und die Einfahrt in die Zahnstange erfolgt stoßfrei. Auf den ersten neun Stufen des Fahrschalters arbeiten auf der Zahnradstrecke beide Motoren in Reihe, auf den nächsten sechs Stufen sind sie parallel geschaltet, die Regelung erfolgt durch Feldnebenschlüsse. In den ersten sechs Bremsstellungen ist die verkreuzte Bremsschaltung (Anker eines Motors mit Feld des anderen und Widerstand in Reihe) eingestellt; beim Stromloswerden der Zuführungsschiene hat man also die Gruppierungswalze nur auf Bremse zu stellen. Die Widerstände, Gußeisenspiralen in 32 Kästen, sind an der Längsseite der Lokomotive aufgehängt. Bei falscher Stellung der Gruppierungswalze wird durch ein Relais das Fahrstrom führende Schütz unterbrochen und die Vakuumbremse angezogen; z. B. wird das Relais durch einen Schalter geschlossen, der durch eine an der Einfahrt in die Zahnstange stehende Stange betätigt wird und die Bremsung und Stromunterbrechung veranlaßt, wenn der Gruppierungsschalter nicht auf „Zahnstange“ steht.

Mittels Kabeln können zwei Lokomotiven, eine am Zugende und eine in der Mitte, elektrisch gekuppelt und von einem Punkte aus gesteuert werden. Bei der Talfahrt wird die Kurzschlußbremse durch die Vakuumbremse unterstützt, dazu kommt noch eine Handbremse, die wie die letztere auf die Adhäsionsräder wirkt und eine Bandbremse, auf den Triebzahnrädern wirkend, zum Feststellen auf der Zahnstrecke. Durch einen besonderen Steuerhebel kann der Führer ein Ventil und dadurch die Bremsung regeln und durch Schalter die Pumpenmotoren betätigen.

(A. E. G.-Zeitg., Februar-März 1914.)

Elektrische Apparate.

Die Induktanz eisenloser Drosselspulen. L. A. Doggett. Für die Berechnung von Drosselspulen (Strombegrenzern) und der für die abgestimmte drahtlose Telegraphie erforderlichen Induktanzen wird die Gleichung angegeben:

$$L = N^2 a\,(A - B)\,10^{-9}\ \text{Henry},$$

worin N die Windungszahl, a mittlerer Windungshalbmesser in cm, A und B Funktionen der Abmessungen $\frac{a}{l}$ und $\frac{c}{l}$ (c Wicklungstiefe, l Windungslänge) der Spule sind. Die gemessenen Werte von L und jene nach der Formel von Brooks*) zeigen maximale Abweichungen von ± 2%. Die angegebene Formel gilt für einen Raumfaktor von über 35%: für kleinere Werte ist ein Korrektionsfaktor erforderlich, der zwischen 1·04 für einen Raumfaktor von 25% und 1·62 für 5% schwankt. In Fig. 3 ist die Beziehung zwischen den Faktoren A und B und den Verhältniszahlen $\frac{a}{l}$ und $\frac{c}{l}$ im Bereiche $^1/_{1000}$ bis 1000 für A und $^1/_{100}$ bis 100 für B dargestellt. (El. World, 31. 1. 1914.)

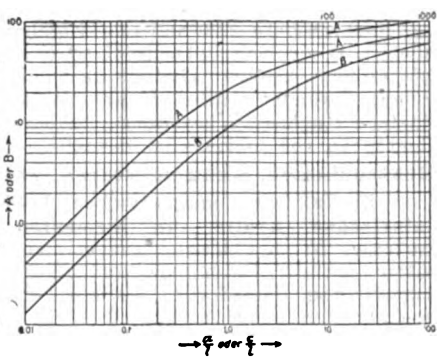


Fig. 3.

Telegraphie und Telephonie.

Die Entwicklung des Telegraphenbetriebes auf den großen unterirdischen Linien Deutschlands. O. Arendt. In Deutschland sind die ersten unterirdisch geführten Telegraphenleitungen, die aus einfachen Guttaperchaadern bestanden, im Jahre 1847 verlegt worden. Wegen der mechanischen Be-

*) E. u. M. 1912, Seite 383.

Digitized by Google

schädigung und chemischen Zersetzung der Guttapercha haben sie sich aber nicht bewährt. Für die praktische Ausnutzung von mehradrigen eisenbewehrten Guttaperchakabeln, deren erstes im Jahre 1876 verlegt wurde, kamen zunächst Morse- und Hughesapparate in Frage, die beide erfolgreich angewendet wurden. Durch die störenden Ladungserscheinungen wurde die Telegraphiergeschwindigkeit aber beschränkt. Um eine ähnliche Geschwindigkeit wie auf den Freileitungen zu erreichen, wurden verschiedene Hilfsmittel erprobt. Dieselben bestanden über Anregung des „Kabeluntersuchungszimmers" hauptsächlich in der Anwendung möglichst geringer Batteriespannungen, der Verminderung des Widerstandes im Stromkreise und in der Entladung der Kabel durch Entsendung eines Gegenstromes nach jedem Zeichen. Die für den letzteren benutzte Entladetaste wurde bald durch den sogenannten Zinksender ersetzt. Durch den letzteren wurde insbesonder der Morse-Betrieb verbessert, weniger der Hughes-Betrieb.

Im Jahre 1888 übernahm das Telegraphenversuchsamt die Pflege des Telegraphenbetriebes in dem Kabelnetze. Die erste von demselben erprobte bemerkenswerte Verbesserung des Kabelbetriebes war die Verwendung des zeitweilig eingeschalteten Nebenschlusses. Der vom Relais betätigte Empfänger schaltet hiebei selbsttätig alsbald nach seinem Ansprechen einen Nebenschluß parallel zu den Windungen des Empfangrelais, wodurch einmal der Abfluß des Ladungsrestes zur Erde begünstigt und ferner die Stromstärke im Empfangsrelais derart vermindert wurde, daß sie schneller als sonst die zum Loslassen des Ankers erforderliche Stärke erreicht. Dieser Nebenschluß wurde Anfang der Neunzigerjahre durch die Anwendung von Induktionsrollen, den sogenannten Gegenstromrollen, verdrängt, die am Anfang und am Ende, bei längeren Leitungen auch noch an Unterwegorten im Nebenschlusse zum Empfangsrelais an Erde gelegt wurden. Im Verein mit der Verminderung des Batteriewiderstandes durch die Verwendung von Sammlern und des Apparatwiderstandes durch die Vorschaltung der kleinen polarisierten Relais mit geringem Widerstand vor die Empfangsapparate und die Benutzung von Hughes-Apparaten mit mechanischer Auslösung als Sender wurde der Hughes-Betrieb durch die Anschaltung der Induktionsrollen um 1895 auf Entfernungen von 350 bis 400 *km* sichergestellt, während man mit Morse-Apparaten bei normaler Geschwindigkeit bis zu 500 *km* arbeitete.

Die wesentlichen Kennzeichen der jetzt auf allen Kabelleitungen des Deutschen Reiches, deren Länge rund 6300 *km* mit fast 43.000 *km* Leitungen beträgt, angewendeten Hilfsmittel sind der geringe Widerstand zwischem dem Kabel und der Batterie bezw. Erde, die Verwendung des Doppelstromes, die Unterteilung der Kabel in Teilstrecken von rund 250 *km* Länge und die Maßnahme, daß alle Adern desselben Kabels bei denselben Anstalten auf Übertragung oder Endapparat gelegt werden. Diese Einrichtungen haben sich gut bewährt; Telegraphierversuche mit Schnelltelegraphen haben zum Beispiel bei einer Telegraphiergeschwindigkeit von rund 550 Zeichen in der Minute in jeder Richtung auf eine Kabellänge von 1700 *km* bei der Einschaltung von sieben Übertragungen und bei gleichzeitigem Betriebe in den Nachbaradern einwandfreie Ergebnisse im Gegensprechen geliefert. Die zurzeit in Deutschland in Freileitungen betriebenen Telegraphen können sämtlich auch auf den unterirdischen Linien verwendet werden. In Kabelleitungen sind augenblicklich Klopfer-, Hughes-, Wheatstone-, Baudot- und Typendruckschnelltelegraphen von Siemens im Betriebe. (E. T. Z. Heft 4, 1914.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Einfluß des magnetischen Feldes auf die elektromotorischen Kräfte von Elementen und auf chemische Prozesse. W. Rathert. Taucht man zwei gleichartige Eisenplatten in eine Flüssigkeit und unterwirft eine von ihnen der magnetischen Feldwirkung, so tritt eine EMK auf. Diese Erscheinung ist zuerst von Groß (1885) gefunden und später von anderen Forschern untersucht worden; ihre Ergebnisse widersprechen sich jedoch. Verfasser findet, daß das Magnetfeld auf die EMK von Eisen in Eisensulfatlösung keinen Einfluß hat. Der Versuch von Remsen, welcher beobachtete, daß Kupfer aus einer Kupfersulfatlösung auf Eisen unter Einfluß eines Magnetfeldes verschieden stark ausgefällt wird, erklärt sich daraus, daß das gebildete Eisensulfat stärker durch das Magnetfeld angezogen wird als die Kupfersulfatlösung, und infolgedessen das Inlösunggehen des Eisens hindert. Ähnliche Erscheinungen lassen sich auf allen Metallen erzielen, die in Lösung gehen. Dies ist der beste Beweis dafür, daß das Remsensche Phänomen nicht durch eine Änderung der Löslichkeit des Eisens durch das Magnetfeld erklärt werden darf. Ist die Suszeptibilität der neu entstehenden Verbindung größer als die der ursprünglichen Lösung, so schlägt sich an den Stellen größter Intensität weniger Metall nieder als in der Umgebung; ist dagegen die Suszeptibilität kleiner, so schlägt sich mehr Metall nieder als in der Umgebung. Durch die Magnetisierung wird die Löslichkeit von Eisen direkt nicht geändert. Das Magnetfeld bewirkt vielmehr eine Konzentrationsänderung. Je nach der chemischen Natur der Lösungen kann die magnetische Eisenelektrode Anode oder Kathode werden. Das Magnetfeld ist nicht imstande, eine Entmischung eines Flüssigkeitsgemisches von Flüssigkeiten verschiedenen magnetischen Verhaltens herbeizuführen. In einer magnetischen Flüssigkeit wird durch einen Magneten keine Konzentrationsänderung herbeigeführt; das Magnetfeld kann also nur eine entstehende magnetische Flüssigkeit festhalten.

(Z. f. Elektroch. Heft 5, 1914.)

Das thermoelektrische Verhalten der Metalle bei tiefen Temperaturen hat G. Wietzel, Berlin, untersucht. Er beschreibt zunächst einige experimentelle Maßnahmen, die auch bei den tiefsten Temperaturen eine Konstanz innerhalb einiger Hundertel Grade gewährleisten. Es wurden die thermoelektrischen Kräfte reiner Metalle und vieler Legierungen in bezug auf Blei im Bereiche von 14° bis 273° absolut gemessen. Einige Metalle wurden auch in ausgeglühtem Zustand untersucht. Aus den gemessenen Werten und aus den Kurven für die elektromotorische Kraft E wurden die Werte des Verhältnisses $\frac{dE}{dT}$ berechnet, wobei sich folgendes ergab. Verschiedene Sorten desselben Metalles unterscheiden sich manchmal in ihren thermoelektrischen Kräften sehr wesentlich; ihre E-Kurven und insbesondere ihre $\frac{dE}{dT}$-Kurven stimmen jedoch in ihrem charakterischen Aussehen überein. Große elektromotorische Kräfte werden durch das Ausglühen meist nicht sehr verändert, kleine hingegen oft in relativ sehr wesentlichem Maße, so etwa bei reinem Gold. Aus den Kurven geht ferner hervor, daß bei Thermoelementen mit großer elektromotorischer Kraft das Verhältnis $\frac{dE}{dT}$ das Bestreben hat, mit sinkender Temperatur abzunehmen. Die Kurven gestatten eine ungezwungene Extrapolation, so daß entsprechend dem Nernstschen Wärmesatz die Beziehung gilt

$$\lim_{T=0}\left(\frac{dE}{dT}\right)=0.$$

Bei einigen Metallen mit kleinerer elektromotorischer Kraft nimmt $\frac{dE}{dT}$ in dem beobachteten Gebiete noch nicht ab. Dies könnte darin begründet sein, daß bei diesen Thermoelementen die Differenz

$$\left(\frac{dE}{dT}\right)_{AB}=\left(\frac{dE}{dT}\right)_{A}-\left(\frac{dE}{dT}\right)_{B}$$

noch wachsen kann, während die Glieder $\left(\frac{dE}{dT}\right)_A$ und $\left(\frac{dE}{dT}\right)_B$ dem Nernstschen Satze folgen und mit sinkender Temperatur kleiner werden. Erst bei noch tieferer Temperatur wird vermutlich auch das gemessene $\left(\frac{dE}{dT}\right)_{AB}$ sich dem Nernstschen Wärmesatze entsprechend verhalten, das heißt für $T=0$ zu Null abfallen. Untersuchungen von Keesom haben diese Vermutung für das Gold-Silber-Element (Kamerlingh-Onnes) bestätigt, bei welchem bis zu den tiefsten Temperaturen $\frac{dE}{dT}$ mit sinkender Temperatur außerordentlich zunimmt. Kamerlingh-Onnes und Holst haben dann gefunden, daß dieser Ausdruck noch beim Siedepunkt des Heliums groß ist, dann aber schnell abnimmt. (Ann. d. Phys. Nr. 4, 1914.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Elektrische Eisenerzeugung in Hardanger. J. Härden beschäftigt sich mit den unbefriedigenden Ergebnissen, die man in Hardanger (Norwegen) mit elektrischer Roheisenerzeugung gemacht hat. Die Verwendung von Koks als Reduktionsmittel hat gegenüber der Verwendung von Holzkohle freilich viele Nachteile. Die hohe Leitfähigkeit von Koks erfordert hohe Stromdichten und außerdem muß man wegen seines Schwefelgehaltes mit großen Kalkzusätzen arbeiten. Verfasser wendet sich jedoch gegen die Feststellungen der Elektrometallurgischen Kommission, wonach der Ofenkonstruktion keine Schuld zuzuschreiben sei. Die benutzte Ofentype war im Gegenteil zum Betrieb mit Koks ungeeignet und die Wahl der Transformatoren und Regulierreinrichtungen verfehlt. Die unzweckmäßige Ausführung der Leitungen von den Sekundärklemmen zum Ofen hatte zur Folge, daß nur zwei Drittel der verfügbaren Kraft im Ofen nutzbar gemacht wurde. Die benutzte Spannung von 50 bis 78 *V* erscheint für den Koksbetrieb zu hoch. Der zweite, im März 1913 in Betrieb genommene Ofen weist schon einen

Digitized by Google

höheren Nutzeffekt auf. Die Tatsache, daß die Produktion dieses Ofens trotzdem nicht mehr als 1·87 *t* Roheisen pro berechnetes *PS* Jahr betrug, hängt von anderen Ursachen ab. Die fehlerhafte elektrische Einrichtung des ersten Ofens hatte noch andere Nachteile zur Folge, insbesondere einen sehr hohen Prozentsatz (20 bis 25%) an Roheisenabfall. Diese Erscheinung wurde auf den nur schwer durchzuführenden Abstich des Ofens zurückgeführt; hiedurch wird aber bewieses, daß es nicht möglich war, genügend hohe Temperaturen im Ofen zu erzielen. In dieser Schwierigkeit mag wohl auch der Grund liegen, daß man später die Gaszirkulation, wegen dem kühlenden Einfluß des Gases abgestellt hat. Hiedurch ist aber wieder der Koksverbrauch von 336 *kg* auf 385 *kg* pro *t* Roheisen gestieger. Wenn das Fortlassen des Gaskreislaufes beim ersten Ofen begründet war, so war es nicht im zweiten Ofen der Fall, da hier die Möglichkeit vorlag, auch mit Gaskreislauf die erforderlichen Temperaturen zu erzielen. Wenn mit Kreislauf gearbeitet wird, so daß die Ofengase 33% CO_2 enthalten, kann die Produktion pro *PS*-Jahr von 15 auf 25% gesteigert werden. Weiters wäre auch der Beschaffenheit der Erze Aufmerksamkeit zu schenken, da nicht jedes Erz für den elektrischen Ofen gleich gut geeignet ist. In Hardanger war es aus verschiedenen Gründen notwendig, ziemlich feinkörniges Erz zu verwenden, wodurch das ursprüngliche Arbeitsprogramm stark verändert wurde.

(The Electrician 13. 2. 1914.)

Stoffe für die Elektrotechnik.

Transformatorenöl. Dr. W. Brauen. Von einem guten Transformatorenöl verlangt man, daß es neutral ist und das Isolationsmaterial nicht angreife, geringe Verdampfbarkeit, hohen Flamm- und Brennpunkt, gute Isolierfähigkeit, geringe Viskosität und Kältebeständigkeit aufweise. Die Forderung, daß das Öl bei längerer Erwärmung weder sauer wird, noch feste Produkte ausscheidet, ist schwerer zu erfüllen. Man kann sich davon durch einen Laboratoriumsversuch überzeugen, indem man das Öl in einem Glasgefäß unter Durchleiten von Luft oder Sauerstoff erhitzt, bei Gegenwart von katalytischen Substanzen, wie Kupfer und Blei. Es bilden sich dabei feste Niederschläge und flüssige, saure Bestandteile, wie sie im wirklichen Transformatorbetrieb auftreten und sich dort an den Spulen und Kernen absetzen, wodurch die Zirkulation gestört und die Wärmeabgabe verhindert wird. Die festen Bestandteile sind Oxydbildungen des Mineralöls, dem Luftsauerstoff zuzuschreiben. Es entstehen dann im Öl Säuren, die mit dem Blei des verbleiten Eisenblechkastens schwer lösliche Verbindungen eingehen. Diese Reaktion ist eine Funktion von Zeit und Temperatur und wird durch das vorhandene Kupfer begünstigt.

Die hochraffinierten Öle, die mit Schwefelsäure behandelt wurden, lassen im Transformatorbetrieb wohl keine festen Produkte zurück. Hingegen treten zufolge der Bildung von Persäuren saure Dämpfe und Wasser auf, das zu Rostbildung und Durchschlägen Veranlassung gibt.

Am geeignetsten hält der Verfasser Öle mit aromatischen Kohlenwasserstoffen, wie Harzöl, das aus Kolophonium gewonnen wird, 170 bis 180° Brennpunkt, 155 bis 160° Flammpunkt hat, hohe Verdampfung und Isolierfähigkeit zeigt. Die Zersetzungsprodukte sind im Öl löslich, scheiden sich also nicht aus, es bilden sich weder Wasser noch saure Dämpfe. Harzöl ist bei der Betriebstemperatur dünnflüssig genug. Ausdehnungsgefäße sind im Transformatorenbau dann überflüssig. Die Mischung von Mineral und Harzöl ist zu vermeiden.

(E. T. Z. Heft 6, 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Erklärung der dielektrischen Nachwirkungsvorgänge auf Grund Maxwellscher Vorstellungen. K. W. Wagner. In dem ersten Teil dieser Untersuchung wird von einer Reihe von allgemeinen Gesetzmäßigkeiten ausgegangen, welche die Erscheinung der dielektrischen Nachwirkung beherrschen. Diese Beziehungen, die in einer früheren Arbeit des Verfassers*) eingehender begründet worden sind, eignen sich wohl zur rechnerischen Darstellung der Nachwirkungsvorgänge, lassen aber die Frage nach den zugrundeliegenden physikalischen Erscheinungen offen. Eine Reihe namhafter Autoren hat geglaubt, die Erklärung der dielektrischen Nachwirkung in besonderen Vorgängen innerhalb des Moleküls suchen zu sollen. Jedoch hat bereits Maxwell gezeigt, daß man ohne solche Annahmen auskommt. Er hat darauf hingewiesen, daß ein aus parallelen ebenen Schichten bestehendes Dielektrikum Rückstandserscheinungen aufweist, wenn es von einem elektrischen Felde quer zur Schichtung durchsetzt wird, sofern das Verhältnis der Dielektrizitätskonstante zur Leitfähigkeit nicht für alle Schichten den gleichen Wert hat. Dabei wird ausdrücklich vorausgesetzt, daß keine der Schichten, für sich allein betrachtet, dielektrische Nachwirkung haben soll. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, daß man die dielektrische Nachwirkung nicht notwendig als eine neue physikalische Erscheinung aufzufassen braucht, und daß es insbesondere auch möglich sein muß, im Rahmen der Maxwellschen Vorstellungen ein Modell eines Dielektrikums mit Nachwirkung zu ersinnen, dessen Verhalten von den eingangs erwähnten Gesetzmäßigkeiten beherrscht wird.

Das ursprüngliche Maxwellsche Schichtenmodell ist dazu trotz seiner scheinbaren Einfachheit nicht recht geeignet. Man muß eine große Zahl von verschiedenartigen Schichten annehmen, wenn das Verhalten des Modells gewissen Beobachtungstatsachen nicht widersprechen soll. Bei großer Schichtenzahl scheitert aber die vollständige Durchführung der Theorie an mathematischen Schwierigkeiter. Insbesondere scheint es nicht möglich zu sein, die genannten allgemeinen Beziehungen an dem Modell abzuleiten.

Diese lassen sich dagegen, wie im zweiten Teil der Arbeit gezeigt wird, an einem etwas abgeänderten, sehr einfachen Schichtenmodell gewinnen. Es besteht aus einer ebenen Schicht eines nichtleitenden vollkommenen Dielektrikums, über die ein schlechter Leiter in einer Schicht von sehr geringer, aber von Ort zu Ort veränderlicher Dicke gelagert ist. Stellenweise mag diese zweite Schicht überhaupt fehlen. Wird das Ganze zwischen metallene Elektrodenplatten eingeschlossen, so entsteht ein Kondensator, der die typischen Nachwirkungserscheinungen besitzt.

Es ist nicht zu verkennen, daß Fälle vorkommen, in denen die dielektrische Nachwirkung auf derartigen Ursachen beruht. Indessen tritt diese Erscheinung bei den meisten festen Dielektriken auch dann auf, wenn leitende Oberflächenschichten vermieden sind. Man hat also hier im Sinne Maxwells die Inhomogenitäten in der Struktur des Dielektrikums selbst zu suchen. Ein Modell eines solchen Dielektrikums wird in dem dritten Teil der Arbeit angegeben und daran anschließend die Theorie seines Verhaltens vollständig durchgeführt. Das Modell besteht in seiner einfachsten Form aus einer nichtleitenden Grundsubstanz, in der leitende Kügelchen regellos verteilt sind.

Zuerst wird untersucht, welche Störung ein gleichförmiges elektrisches Wechselfeld in einer beliebigen homogenen Substanz dadurch erfährt, daß eine Kugel aus einem anderen beliebigen Stoffe in das Feld gebracht wird. Hat man statt der einen Kugel deren beliebig viele und sind ihre Abstände voneinander genügend groß im Vergleich zu ihren Abmessungen, so darf man die von den einzelnen Kugeln herrührenden Zusatzfelder einfach superponieren. Man kann alsdann die scheinbaren Änderungen berechnen, welche die Dielektrizitätskonstante und die Leitfähigkeit des Grundstoffes durch die Anwesenheit der Kugeln erfährt. Sie hängen lediglich von den Eigenschaften des Grundstoffes und der eingebetteten Substanz und von der Menge der letzteren ab; dagegen stellen sie sich als unabhängig von der Größe der eingebetteten Kügelchen heraus. Besonders einfache Beziehungen erhält man für den Fall, daß die Dielektrizitätskonstante überall denselben Wert hat und daß die Grundsubstanz selbst nichtleitend ist. Es zeigt sich, daß das Verhalten des Modells alsdann den früher aufgestellten Formeln folgt, und zwar erhält man den allgemeinen Fall, wenn man den einzelnen Kügelchen beliebige, verschiedene Werte der Leitfähigkeit beilegt.

Durch besondere Überlegungen, die von plausiblen Annahmen über die Verteilung der leitenden Substanz ausgehen, läßt sich auch das seinerzeit aufgestellte Verteilungsgesetz für die Zeitkonstanten des Nachwirkungsvorganges gewinnen.

Endlich wird gezeigt, wie dieselben Annahmen auch zu dem Ergebnis führen, daß das Modell von der Temperatur genau in der Weise beeinflußt wird, die bei wirklichen Stoffen mit dielektrischer Nachwirkung beobachtet worden ist.

Angesichts der Einfachheit des Modells ist es jedenfalls bemerkenswert, wie getreu es alle wesentlichen Züge der Nachwirkungsvorgänge wiedergibt. Inwieweit bei den wirklichen Dielektriken dieselben Verhältnisse vorliegen wie bei dem Modell, daß muß jedoch dahingestellt bleiben.

Eine wichtige Voraussetzung der angestellten Überlegungen ist die Annahme der Kugelgestalt der Teilchen gewesen. Sie mußte gemacht werden, um die mathematischen Betrachtungen durchführen zu können. Es scheint indessen, daß diese Annahme nicht in der Natur des Problems wesentlich begründet ist, so daß eine andere Annahme über die Form der Teilchen in der Hauptsache zu demselben Ergebnis geführt hätte. Darauf deutet erstens der Umstand, daß die Teilchengröße in den Endformeln nicht vorkommt, und außerdem die Tatsache, daß zur Herleitung dieser Formeln nur das elektrische Feld in großem Abstand von den kleinen Kugeln benutzt worden ist;

*) Ann. d. Physik, Bd. 40, 1913, Seite 817 bis 855. Vergl. E. u. M. 1913. Seite 375.

Digitized by Google

hier hängt aber die Verteilung des Störungsfeldes nicht von der Teilchenform ab.

Als das Hauptergebnis dieser Untersuchung ist der Nachweis zu betrachten, daß man die dielektrische Nachwirkung nicht als eine neue physikalische Erscheinung aufzufassen braucht, die aus dem Rahmen der elementaren Theorie des elektrischen Feldes herausfällt, sondern daß sich vielmehr ihre allgemeinen Gesetze aus Maxwellschen Vorstellungen vollständig herleiten lassen.

(Archiv f. Elektrotechnik, Bd. 2, Heft 9, 1914.)

Wirtschaftliches.

Wirtschaftliche Leistung einer kombinierten Wasserkraft- und Dampfkraftanlage. C. F. Hutchinson beschreibt ein Verfahren zur Berechnung der wirtschaftlichen Leistung solcher Werke. Dieses Verfahren besteht in der Aufstellung zweier Kurven, einer „prozentualen Fehlwasserkurve", welche den prozentualen Betrag angibt, um welchen die sekundliche Wassermenge erhöht werden müßte, um die ganze erforderliche Leistung im Netz zu decken, das heißt welcher Betrag (falls keine Speicheranlage vorhanden ist) durch die Dampfkraftreserve zu decken ist; zweitens „die prozentuale Belastungskurve", welche den prozentualen Betrag der Belastung angibt, welche über der maximalen verfügbaren Leistung der hydraulischen Anlage liegt, das heißt die maximale Leistungsfähigkeit der Dampfkraftreserve bestimmt. Auf dieser Grundlage können die jährlichen Kosten der Reserveanlage und das wirtschaftliche Verhältnis zwischen den festen und veränderlichen Kosten der Gesamtanlage bestimmt werden. Der Gang der Berechnung ist etwa folgender: Es werden zunächst die täglichen Abflußmengen aufgezeichnet und hienach die „Dauerlinien", das ist die jährliche Dauer (in Tagen) der verschiedenen Abflußmengen bestimmt; hieraus ergibt sich unter Annahme bestimmter Belastungsverhältnisse die prozentuale Fehlwassermenge. Rechnerisch erhält man diesen Betrag aus der minimalen Abflußmenge Q_0 bei irgendeiner Abflußmenge Q und der derselben entsprechenden Dauer D aus der Beziehung:

$$\frac{1}{7{\cdot}3}\left\{1-\frac{Q_0}{Q}\right\}D,$$

wobei $Q = Q_0 + D/d$ (d eine Konstante, welche die Zahl der Tage angibt, welche der erhöhten minimalen Abflußmenge entspricht). Auf Grund dieser Berechnung kann man die Kosten der kWh der kombinierten Anlagen ermitteln, bei konstanten Dampferzeugungskosten. Hiebei ist das Verhältnis zwischen den festen und veränderlichen Jahreskosten von vorneherein festzulegen; als Mittelwert ergeben sich aus einer Reihe von Anlagen 68% der jährlichen Gesamtkosten als feste Kosten für Zinsen, Tilgung und Abschreibung. Bei gegebenen Anlagekosten können die gesamten jährlichen festen Ausgaben mit 14% der Anlagekosten bei rein hydraulischen und mit 20% bei Dampfkraftanlagen angenommen werden (einschließlich Reingewinn, Steuern, Gebühren). Die jährlichen Gesamtkosten der Dampfkraftanlage berechnen sich mit $A_s = c\,p_s + h\,m\,p_s$, worin c die festen Ausgaben pro kW, p_s die Leistung derselben, h die Benutzungsdauer, m die veränderlichen Kosten pro kWh und p_s den prozentualen Anteil an der Gesamtenergie darstellt.

(Proceed. A. I. E. E., März 1914.)

Chronik.

Österreichische Beleuchtungstechnische Kommission.

Bei der Konstituierung der Internationalen Beleuchtungstechnischen Kommission Ende August 1913 in Berlin wurde der Beschluß gefaßt, in jedem Lande, das an den Arbeiten der Internationalen Beleuchtungstechnischen Kommission teilzunehmen wünscht, eine besondere Kommission zu bilden. Dementsprechend hat das österreichische Komitee, welches auf Veranlassung des Vereines der Gas- und Wasserfachmänner in Österreich-Ungarn seit Juni 1913 gebildet war, die Satzungen der Österreichischen Beleuchtungstechnischen Kommission aufgestellt und nach ihrer behördlicher Genehmigung zur konstituierenden Sitzung am 22. April 1914 eingeladen.

Der Kommission waren bis zur Sitzung folgende Vereine beigetreten:

Elektrotechnischer Verein in Wien mit 4 Mitgliedschaften,
Österreichischer Azetylenverein mit 2 Mitgliedschaften,
Vereinigung österreichischer und ungarischer Elektrizitätswerke mit 3 Mitgliedschaften,
Verein österreichischer Chemiker mit 1 Mitgliedschaft,
Verein der Gas- und Wasserfachmänner in Österreich-Ungarn mit 4 Mitgliedschaften.

Außer diesen Vereinen war informatorisch der Niederösterreichische Gewerbeverein vertreten.

Die Wahl des Vorstandes ergab:

Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Hugo Strache.

Stellvertreter des Vorsitzenden: Herr k. u. k. Hauptmann Ernst Bauer und Herr Hofrat Dr. Ludwig Kusminsky,

Schriftführer: Herr Ing. Albert Breisig, III/$_3$, Schwarzenbergplatz 4,

Schatzmeister: Herr Ing. Rudolf Beron,

Schiedsrichter: Herr Fabrikant Johann Kremenezky, Herr Hofrat Dr. Richard Přibram und Herr Ing. Karl Satori, sämtliche in Wien.

Nach den Satzungen bezweckt die Kommission das Studium und die Beratung in Fragen der Beleuchtungstechnik und der sie stützenden Wissenschaften. Sie hat die Aufgabe, die in der Internationalen Beleuchtungstechnischen Kommission gemachten Vorschläge, die sich auf die vorerwähnten Fragen beziehen, zu diskutieren, selbst zu solchen Fragen Anregung zu geben, die Delegierten für die Internationale Beleuchtungstechnische Kommission zu ernennen und für die Veröffentlichung der Beschlüsse der Internationalen Beleuchtungstechnischen Kommission Sorge zu tragen. Mitglieder der Österreichischen Beleuchtungstechnischen Kommission können jene technischen oder wissenschaftlichen Vereine Österreichs werden, die sich entweder mit der Theorie oder der Praxis der Beleuchtungstechnik oder einzelner Zweige derselben befassen, oder an der Beleuchtungstechnik interessiert sind. Ansuchen über die Mitgliedschaft sind an den Vorsitzenden zu richten, über die Aufnahme entscheidet die Kommission.

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft.

Auf der 4. ordentlichen Mitgliederversammlung, am 24. Jänner 1914*), Abteilung II, Charlottenburg, hat Herr Bode „Die Entwicklung des Gasglühlichts" an Hand der heute bekannten Theorien behandelt.

Der Auerglühkörper ist ein selektiver Temperaturstrahler. In ihm ist das Thor der Wärmespeicher, das Cer der Strahler. Da das Thor im ultraroten bis 10 μ fast gar keine Wärmestrahlung hat, kann es hoch erhitzt werden, leuchtet aber nicht, da es auch in sichtbarem Gebiet nicht emittiert. Das Cer kann, allein benutzt, wegen seiner Wärmestrahlung nicht heiß genug werden; in geringer Verteilung in dem Thor strahlt es aber nur so wenig Wärme ab, daß die verlorene Wärmemenge von dem Wärmevorrat des Thors nachgeliefert werden kann, ohne daß die Temperatur der Thor-Cer-Mischung erheblich vermindert wird. Da das Cer im blauen und grünen fast wie ein schwarzer Körper strahlt, ist die Lichtwirkung beim Auerstrumpf eine sehr große. Der Auerstrumpf strahlt ungefähr 2% seiner gesamten Strahlung als Lichtstrahlung aus, während letztere bei einem schwarzen Körper von derselben Temperatur wie der Auerstrumpf (etwa 1800° absolut) nur einige Promille betragen würde**). Der Vortragende erörtert die Fortschritte, welche durch Erhöhung des Gasdruckes, der Vorwärmung, der Konstruktion des Brennerkopfes usw. erzielt werden.

Der Vortragende erörtert die Fortschritte in der Gasglühlichtbeleuchtung, die durch Erhöhung des Gasdruckes, der Vorwärmung, der Konstruktion des Brenners usw. erzielt werden.

Die folgende Tabelle zeigt die günstiger werdende Ökonomie bei zunehmender Temperatur des Glühkörpers (in der Tabelle sind die sogenannten schwarzen Temperaturen von gleichartigen Glühkörpern angegeben).

	Horizontale Ökonomie	Schwarze Temperatur
Auerbrenner	1·3 l	1450° Celsius
Invertbrenner	0·9—1 l	1495° „
Preßgas-Invertbrenner	0·5 l	1700° „

Die immer größer werdenden Lichtquellen und deren steigende Temperatur waren nur erreichbar durch gleichzeitige Verbesserung des Glühkörpers. Der Ramieglühkörper, der den Baumwollglühkörper bereits wesentlich überholt hatte und ein helles, auch im längeren Dauerbrande konstant bleibendes Licht lieferte, wurde weiter verbessert durch den selbstformenden Glühkörper, speziell durch den Seidenglühkörper.

Durch die Einführung des Gasglühlichtes ist die Beurteilung der Leuchtgase und dementsprechend ihre Herstellung eine andere geworden. Es ist nicht mehr erforderlich, die Gase möglichst reich an Kohlenwasserstoffen zu machen, wodurch eine wesentliche Verbilligung der Gasfabrikation eingetreten ist. Die Leuchtgase werden jetzt ausschließlich nach dem Heizwert beurteilt und nicht nach der Leuchtkraft eines bestimmten Brenners.

Herr Klebert spricht über „Leuchtfeuer für den See- und Luftverkehr". Zunächst werden die optischen Mittel behandelt,

*) Siehe E. u. M. 1914, Heft 9, Seite 196.

**) Rubens, Annal. d. Phys. Band 18, Seite 735, 1905.

Digitized by Google

welche in der Leuchtfeuertechnik hauptsächlich gebraucht werden, um das von einer Lichtquelle ausgesandte Licht so zusammenzufassen, daß es seine stärkste Wirkung nach denjenigen Richtungen ergibt, in denen es seinem Zweck entsprechend gebraucht wird. Durch die Vorführung des Modells der Profile einer Fresnelschen Linse, in der als Lichtquelle eine Fadenlampe angeordnet war, wurde der Gang der Lichtstrahlen in den einzelnen Glaselementen der Linse gezeigt. Von den Profilen der Fresnelschen Linse ausgehend, entwickelte der Vortragende den Begriff der Scheinwerferlinsen (kurz Linsen genannt) und der Gürtelapparate (kurz Gürtel genannt). Die verschiedenartigen Lichtwirkungen beider Systeme wurden an Lichtbildern näher erläutert und die Entstehung der eigenartigen Lichterscheinungen, die sogenannte Kennung der Leuchtfeuer, wird an Ausführungen der Praxis gezeigt. Zur Erzeugung dieser Kennungen dienen bei den Gürteln verdunkelnde Blenden und bei den Linsen eigenartige Gruppierungen je nach der gewünschten Blitzfolge. Auch das periodische Verlöschen der Lichtquelle selbst wird für den genannten Zweck angewendet, wie durch Vorführung von automatisch arbeitenden Blink- und Blitzlichtapparaten, die durch den Druck der gepreßten Gase selbst getrieben wurden, vorgeführt wurde.

Einen wesentlichen Teil des Vortrages nahm die Erläuterung der für Leuchtfeuer hauptsächlich verwendeten Lichtquellen ein. An Hand von Lichtbildern und einer zusammenfassenden Tabelle bespricht Vortragender die Untersuchungen der Form der Lichtquellen und deren Glanz (das heißt ihre Leuchtkraft pro cm^2) unter verschiedenen Winkeln nach oben und unten und weist auf die Steigerung in der Entwicklung des Glanzes der Lichtquellen hin.

Von den Lichtquellen ging der Vortragende auf die verschiedenen für Leuchtfeuer, Leuchtbojen und Leuchtbaken üblichen Brennstoffe über. Bemerkenswert war die Mitteilung, daß der größte Teil aller Leuchtfeuer der Welt mit Petroleum-Glühlicht ausgerüstet ist und nicht, wie vielfach noch angenommen wird, mit elektrischem Licht. Der Vortragende wies besonders auch auf die stark komprimierten Gase als Betriebsmittel hin, nämlich auf das gelöste Azetylen und das Blaugas, welch letzteres selbst auf den in schwerer See verankerten Bojen heute ebenso wie das Ölgas im Glühlichtbrenner verbrannt wird, ohne daß diese Glühkörper durch die schweren Erschütterungen zerstört werden, denen sie ausgesetzt sind. Im letzten Teil wurden auch die modernsten Apparate dieses Spezialgebietes, nämlich die Leuchtfeuer für den Luftverkehr und ihre bisherige Entwicklung erläutert. Der Unterschied gegenüber den Seeleuchtfeuern ist der, daß dort das Licht hauptsächlich in einer Ebene, das heißt nach dem Horizont zu wirkend zusammengefaßt wird, während bei den Apparaten für den Luftverkehr die Lichtwirkung vom Horizont bis zum Zenith an Lichtstärke abnehmend wirksam sein muß. Für die Erzeugung der Lichtkennungen kommen auch hier dieselben Mittel wie bei den Seeleuchtfeuern zur Anwendung. Der Unterschied in der Lichtwirkung wurde durch Lichtbilder von Nachtaufnahmen eines elektrischen Blickfeuers für den Wasserverkehr (Helgoland) und eines solchen für den Luftverkehr (Johannisthal) gezeigt. Am Schluß erwähnte der Vortragende noch die Versuche auf Helgoland im Jahre 1890 mit beleuchteten Fesselballons zum Zwecke der Signalgebung für Luftfahrzeuge für den Fall, daß dichte tiefliegende Nebel (bis 300 m) die Leuchtfeuer unsichtbar machen.

Am 28. März d. J. fand die 5. ordentliche Mitgliederversammlung statt. Herr A. Liebenthal teilt folgendes mit: In der Mitgliederversammlung vom 8. November 1913 wurde über die Begründung der Internationalen Beleuchtungskommission berichtet. Die Verbindung der einzelnen Staaten mit der Kommission solle durch nationale Komitees aufrecht erhalten werden. Als nationales Komitee für Deutschland solle die Gesellschaft selbst fungieren. Nach Erledigung einiger Fragen finanzieller Natur werde Deutschland seinen Anschluß an die Kommission erklären. Dieser Anschluß ist nunmehr erfolgt. In den geschäftsführenden Ausschuß der Kommission werden die Herren Brodhun und Krüß delegiert. Herr Brodhun wurde außerdem noch zum Repräsentanten für den schriftlichen Verkehr Deutschlands mit der Kommission ernannt.

Als geeigneter Ort für die nächste Jahresversammlung Mitte September ist Nürnberg empfohlen worden.

Der Vorsitzende, Herr Warburg, berichtet: Die Kommission III hat in ihrer letzten Sitzung die Beratung über die Bewertung von Lichtquellen durch Annahme eines Beschlusses zu Ende geführt und das Ergebnis heute dem Ausschuß vorgelegt. Derselbe hat in erster unverbindlicher Lesung das Ergebnis angenommen. Der Beschluß lautet:

„Bewertung von Lichtquellen (Sonderlampen ausgeschlossen).

Eine Lichtquelle ist durch eine der drei Größen: mittlere räumliche Lichtstärke (J_0), mittlere untere hemisphärische Lichtstärke ($J_\smile$) oder mittlere horizontale Lichtstärke (J_h) zu bewerten. Die Angabe muß so gemacht sein, daß unzweideutig hervorgeht, welche der drei Größen gemeint ist.

Von rein physikalischem Standpunkte aus ist J_0 die wichtigste Lichtstärke.

Aus praktischen Gründen ist es vielfach nicht angängig, von der bisher üblichen Bewertung durch J_h oder $J_\smile$ abzugehen.

Daher empfiehlt die Kommission, zu den Werten J_h und $J_\smile$ noch den Faktor für die Umrechnung dieser Größen in J_0 hinzuzufügen."

Der Vorsitzende bemerkt hiezu, daß dies als ein vorläufiger Beschluß des Ausschusses anzusehen ist und daß Fühlung mit dem Verbande Deutscher Elektrotechniker, dem Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern und anderen Vereinen genommen werden muß, weil die Gesellschaft gegründet wurde, um die verschiedenen Zweige der Beleuchtungstechnik unter einen Hut zu bringen und zu erstreben, daß sie zu gemeinsamen Normalien gelangen. Vielleicht wird es möglich sein, daß man auf der nächsten Jahresversammlung zu einem endgültigen Beschluß kommt.

Herr Voege berichtet „Über objektive Photometrie".

Der Vortragende hat sich bemüht, ein objektives Photometer zu schaffen, das — unter Beibehaltung des Auges als maßgebenden Lichtmessers bei der Eichung der Normalien — gestattet, *a*) die dauernd wiederkehrenden Lampenmessungen derselben Art in Fabriken und b) die sehr zeitraubenden relativen Messungen im Laboratorium unabhängig vom Auge mit Hilfe einer einfachen Galvanometerablesung auszuführen. Dies ist ihm, wie die vorgeführten Versuche und Messungsergebnisse zeigten, in hohem Maße geglückt.

Da Thermosäulen und Bolometer für die leuchtenden Strahlen zu empfindlich sind, die Selenzelle zu träge und zu veränderlich ist, blieb als lichtempfindlicher Strahlungsmesser nur die photoelektrische Alkalizelle, welche von den Herren Elster und Geitel in ganz vorzüglicher Weise ausgebildet wurde. Eine solche Zelle besteht aus einem mit Argon gefüllten kegelförmigen Glasgefäß, bei welchem die eine Wand mit einer als Kathode dienenden Schicht von metallischem Kalium oder Natrium bedeckt ist, während die Anode durch einen Platindraht gebildet wird. Wird die Zelle vom Licht bestrahlt, so treten, falls die Elektroden mit einer elektrischen Spannung verbunden sind, aus der Kaliumschicht Elektronen aus, und diese vermitteln einen schwachen, aber gut meßbaren Strom. Dabei sind der erzeugte Photostrom und die Beleuchtungsstärke in den weitesten Grenzen — von 10^{-4} — bis 80 000 Lux — proportional; auch ist die Zelle praktisch frei von jeder Trägheit. Trotz dieser sehr guten Eigenschaften hat die Zelle in die Lampenphotometrie bisher keinen Eingang gefunden, und zwar aus dem Grunde, weil die Maximalempfindlichkeit der Zelle im Blauvioletten, diejenige des Auges dagegen im Gelbgrünen liegt. Man kann daher mit der Zelle nur Lichter miteinander vergleichen, welche in der spektralen Zusammensetzung genau gleich sind oder aber man ist auf den Vergleich in ganz engen Spektralgebieten angewiesen; beides ist für die normale Photometrie ohne Bedeutung. Ein objektives Photometer hat nur dann Aussicht auf Erfolg, wenn seine Empfindlichkeit für die verschiedenen Farben mit derjenigen des Auges wenigstens so weit übereinstimmt, daß Unterschiede im Glühgrad der Lampen, wie sie in der Praxis stets vorkommen, die Messung nicht beeinflussen. Es müßte also die Empfindlichkeitskurve der Zelle so weit nach dem Roten zu verschoben werden, daß das Maximum dieser Kurve in das gelbgrüne Gebiet des Spektrums fällt. Dieses hat der Vortragende dadurch erreicht, daß er durch Vorschaltung geeigneter Lichtfilter (zunächst einer Kaliumbichromatlösung, kombiniert mit einer wässerigen Eosinlösung, später passender Gelatinefilter) einen Teil der Empfindlichkeitskurve mitsamt dem Maximum im Blauvioletten abschnitt und so eine neue Kurve mit einem neuen anders gelegenen Maximum schuf. Wie ein Vergleich zwischen der für das Auge und der für die Zelle mit Filter geltenden Kurve zeigt, liegt das Maximum bei beiden an derselben Stelle, nämlich zwischen 555 und 560 $\mu\mu$; dagegen stimmt die Form der Kurven noch nicht völlig überein. Bei gleicher Empfindlichkeit im Gelbgrünen ist die Empfindlichkeit der Zelle für Rot und für Blau geringer als die des Auges. Man wird also von vornherein sagen können, daß ein monochromatisches Licht oder ein Licht, das aus wenigen Spektrallinien zusammengesetzt ist, wie zum Beispiel das Quecksilberlicht, von dem künstlichen Zellenauge in anderer Weise empfunden werden wird wie vom Auge selbst. Dagegen werden Lichtquellen mit kontinuierlichem Spektrum, welche alle gelbgrünes Licht enthalten, und bei welchen der Helligkeitswert im wesentlichen durch diese gelbgrünen Strahlen bedingt wird, von der Zelle richtig gemessen werden. Unterschiede im Glühgrad der Lampen werden bis zu einem gewissen Grade ohne Einfluß sein; denn für unser Auge ist im wesentlichen die Änderung im Gelbgrünen von Bedeutung, während der Unterschied im Blauen und Roten wohl für die Farbe, dagegen wenig für den Helligkeitseindruck

Digitized by Google

in Betracht kommt. Diese Überlegung hat sich bei den praktischen Versuchen als richtig erwiesen, wie zum Beispiel Tabelle 1 zeigt.

Tabelle 1.

	Lampenspannung V	Zelle a^0	Zelle HK	Phot. HK	Abweichung %
Kohlefadenglühlampe	85	10·5	5·85	6·00	— 2·5
	90	13·5	8·53	8·57	— 0·4
	95	22·0	12·25	12·37	— 0·98
	100	30·5	17·00	17·06	— 0·35
	105	41·7	23·26	23·18	+ 0·35
	110	55·6	31·00	31·00	+ 0
Wotanlampe	110	18·4	25·00	25·00	0
	115	21·8	29·62	29·60	+ 0·07
	120	25·5	34·70	34·90	— 0·57
	125	29·5	40·10	39·70	+ 1·0
	130	34·0	46·25	46·60	— 0·75
	135	38·5	52·30	52·00	+ 0·6

Diese Tabelle 1 bezieht sich auf eine Kohlefaden- und eine Metallfadenlampe bei verschiedenem Glühgrad, und zwar wurde, um die Unterschiede recht groß zu bekommen, die Kohlefadenlampe mit Unterspannung bis zu 85 V und die Metallfadenlampe mit Überspannung bis zu 135 V gemessen. Die Lichtmessung erfolgte gleichzeitig mit dem Universalphotometer von Schmidt & Haensch. Die Unterschiede zwischen den Angaben des optischen und des objektiven Photometers sind so gering, daß sie vollständig in die Versuchsfehler hineinfallen. In der folgenden Tabelle 2 sind noch die mit Glühlampen verschiedener Art und Größe erhaltenen Resultate zusammengestellt. Da hier die Lampen auf der Photometerbank gemessen und dann in die etwa 60 cm von der Zelle entfernte Fassung eingeschraubt wurden, die Lampen also an verschiedenen Orten gemessen wurden, sind die Versuchsfehler natürlich erheblich größer. Immerhin stimmen die Werte den Verhältnissen nach gut überein; jedenfalls ist eine Abhängigkeit von der Farbe nicht zu erkennen. Selbst die gelbe für die photographische Dunkelkammer bestimmte Kohlefadenlampe und die blaue Vericolampe lassen sich mit der Zelle mindestens so gut vergleichen wie mit dem Photometer.

Tabelle 2.

Elektrische Glühlampen verschiedener Art.

Lampe		Phot. HK	Zelle HK	Abweichung %
Siriuslampe	25 K klar	27·5	27·5	± 0
Kohlefadenlampe	32 „ „	32·4	33·0 32·6	+ 1·2
„	5 „ „	7·3	7·7	+ 5·3
„	25 „ matt	20·1	20·25	+ 0·75
„	5 „ gelb	4·65	4·82	+ 3·5
Tantallampe	25 „ matt	23·5	23·6	+ 0·44
Vericolampe	80 „ blau	78·0	75·0	— 3·9

Beim Vergleich von Lampen ganz verschiedener Art — Petroleum, Gasglühlicht und Metallfadenlampe — waren die Versuchsbedingungen so schwierig, daß sich genaue Resultate nicht erzielen ließen. Immerhin scheint es so, als ob beim Petroleum mit der Zelle etwas zu wenig, beim Gasglühlicht etwas (5%) zu viel gemessen wird, wenn man die Metallfadenlampe als Normal benutzt. Beim Photometrieren von Gasglühlicht müßte demnach die Normallampe als etwas lichtstärker angenommen werden als sie wirklich ist. Die Anordnung der Apparate für die Messung von Glühlampen zeigt Fig. 1.

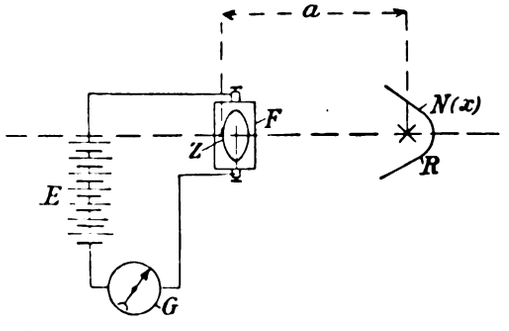


Fig. 1.

Die Zelle Z ist mit der Spannung E und dem in HK geeichten Galvanometer G in Serie geschaltet. Die Wirkung der Lampen wird durch einen weißen diffusen Reflektor R verstärkt. Zunächst wird die bekannte Normallampe N eingeschraubt und der Abstand a so geändert, bis der Galvanometerzeiger gerade den der Normallampe entsprechenden Wert anzeigt. Wird dann die Normallampe N durch die zu prüfenden Lampen X ersetzt, so gibt der Zeigerausschlag des Galvanometers direkt die Kerzenstärken an. Natürlich kann man während der Messung auch die Lampen rotieren lassen, obwohl dies bei der Gleichförmigkeit der Metallfadenlampen und bei den durch den weißen diffusen Hintergrund bewirkten Ausgleich nicht einmal nötig erscheint. Die Spannung an der Zelle soll 60 bis 150 V betragen, je nach der erforderlichen Empfindlichkeit; die letztere steigt mit wachsender Spannung schnell an. Zur Erzeugung der Spannung dient eine Akkumulatorenbatterie von ganz kleinen Zellen; Strom wird derselben bei der Messung fast gar nicht entnommen. Als Galvanometer benutzt man am besten ein Spiegelgalvanometer von der Empfindlichkeit $1^0 = 10^{-9}$ A; dieses reicht für alle vorkommenden Messungen aus. Sollen nur Glühlampen verglichen werden, wie in Fig. 1, so genügt ein Zeigergalvanometer von $1^0 = 10^{-8}$ A; der Widerstand des Galvanometers kann beliebig hoch sein.

Die Zelle mit dem beschriebenen Filter ist heute schon mit Vorteil als objektives Photometer zu folgenden Zwecken zu gebrauchen:

a) Zur Messung elektrischer Glühlampen jeder Art;

b) zur Photometrie von Gasglühlichtern (besonders bequem beim Einregulieren der günstigsten Lichtstärke);

c) zur Messung kleiner Hand-, Taschen- und Grubenlampen;

d) zu Relativmessungen jeder Art (Lichtverteilungskurve, Einfluß von Glocken und Reflektoren, Lichtschwankungen).

Es ergeben sich also Fälle genug, in denen sich das objektive Photometer als wertvolles Hilfsmittel erweist: in der Praxis beim dauernden Messen und Sortieren von Lampen und im Laboratorium als Ergänzung des optischen Photometers bei relativen Messungen u. dgl. Eine gewisse Vorsicht ist wie bei allen Lichtmessungen auch hier am Platze; die Zelle darf nicht wahllos zum Vergleich aller möglichen Lichter benutzt werden, sondern sie ist zunächst auf den Vergleich von Lampen ähnlicher Art zu beschränken.

Herr Jakob bespricht die elektrische Zugsbeleuchtung.

Wenn man von moderner Zugsbeleuchtung spricht, so kann man die Kerzen-, Öl- und Petroleumbeleuchtung übergehen, obwohl sie heute noch in annähernd der gleichen Zahl von Eisenbahnwagen in Gebrauch ist wie die elektrische Beleuchtung. Dagegen muß auf die Fortschritte der Gasbeleuchtung hingewiesen werden, die unter der Führung der Julius Pintsch A.-G. die verbreitetste Zugsbeleuchtung der Erde geworden ist. Ihre Entwicklung wird durch die Schlagworte: Fettgas, Ölgas und Mischgas mit gewöhnlichen Brennern, Fettgas mit stehenden und hängenden Glühstrümpfen gekennzeichnet. Die Gasglühlichtbeleuchtung ist unbestritten gut. Gewisse Nachteile sind der oft lästige Geruch und die Abhängigkeit der Wagen von Füllstationen. Der größte Übelstand der Gasbeleuchtung aber ist die Möglichkeit, daß bei Eisenbahnunfällen ausströmendes Gas sich entzündet und einen Brand schnell über den Zug verbreitet. Die Ausschaltung dieser Gefahr ist ein Hauptvorzug der elektrischen Beleuchtung, auf deren weitere besondere Vorteile für den Bahnbetrieb noch hinzuweisen sein wird. Daß die elektrische Zugsbeleuchtung auch wirtschaftlich günstig ist, hat der Vortragende früher gezeigt*); es soll aber hier auf die wirtschaftliche Frage nicht eingegangen werden. Die Zahl der elektrisch beleuchteten Eisenbahnwagen wird man auf 75 000 gegenüber der dreifachen Zahl mit Gas beleuchteter Wagen schätzen können.

Zwei Hauptgruppen elektrischer Beleuchtungssysteme sind zu unterscheiden: 1. die reine Akkumulatorenbeleuchtung und 2. die Beleuchtung mit Akkumulatoren und Dynamomaschine. Beide ermöglichen die Beleuchtung ganzer Züge (geschlossene Beleuchtung) oder jedes Wagens für sich (Einzelwagenbeleuchtung).

Bei der geschlossenen Beleuchtung wird die Dynamomaschine zum Beispiel durch eine Dampfturbine oder einen Explosionsmotor betrieben, die im Gepäckwagen oder auf der Lokomotive aufgestellt sind. Voraussetzung für diese Art der Beleuchtung ist entweder immer gleiche Zugszusammensetzung oder Ausrüstung des ganzen rollenden Materials einer Bahn in einheitlicher Weise. An diesen Voraussetzungen ist bis jetzt die allgemeinere Einführung der geschlossenen Beleuchtung gescheitert und der Vortragende glaubt auch nicht, daß sie je gelingen wird**). Dagegen hat sich die Einzelwagenbeleuchtung in großem Maßstab eingeführt und ihr gehört zweifellos die Zukunft.

*) M. Jakob, Vergleichende Kostenberechnung für Zugbeleuchtung mit Gasglühlicht und Elektrizität, Technik und Wirtschaft III. Heft 9 und 10. 1910.

**) Es dürften zur Zeit kaum 1000 Wagen auf diese Art beleuchtet sein.

Digitized by Google

Die reine Akkumulatorenbeleuchtung zunächst ist zwar sehr einfach, aber mit beträchtlichen Mängeln belastet. Vor allem ist der Wagen, wie bei Gasbeleuchtung von Füllstationen, so hier von Ladestationen abhängig. Die Batterien werden in diesen Stationen entweder im Wagen geladen oder gegen frisch geladene umgewechselt. Ersteres erfordert mehrstündigen Aufenthalt und verführt leicht dazu, die Ladedauer und damit die Lebensdauer der Batterie zu verkürzen. Die andere Methode macht die Anschaffung vieler Reservebatterien und Transportarbeiten nötig, zu deren Erleichterung man die Akkumulatoren vielfach aus zu leichten, unsoliden Gitterplatten herstellt. Es sind indes seit geraumer Zeit auch gute Gitterplatten auf dem Markt; wenn irgend möglich, sollten aber für Zugsbeleuchtungszwecke positive Großoberflächenplatten verwendet werden, besonders wenn beschleunigte Ladungen öfters erforderlich sind. Um die Herstellung guter Zugsbeleuchtungsbatterien hat sich unter anderen die Akkumulatoren A.-G. verdient gemacht. Nach M. Büttner waren im Jahre 1912 etwa 15 000 Wagen mit reiner Akkumulatorenbeleuchtung ausgerüstet, darunter 6000 der italienischen Staatsbahn, 1700 der deutschen Reichspost.

Die hohen Betriebs- und Unterhaltungskosten der reinen Akkumulatorenbeleuchtung*) und die mangelnde Freizügigkeit der Wagen haben zu der Beleuchtung mit Akkumulatoren und Dynamomaschine geführt. Jeder Wagen ist dabei mit einer von einer Wagenachse angetriebenen Gleichstrommaschine ausgerüstet, welche bei der Fahrt den Beleuchtungsstrom liefert und die Akkumulatoren lädt, während diese bei Stillstand und ganz geringer Geschwindigkeit des Zuges die Beleuchtung übernehmen. Es wird nun verlangt:

1. Daß die Dynamomaschine unabhängig von der Fahrtrichtung und Geschwindigkeit arbeitet,

2. daß sie die Batterien schnell, aber nicht zu schnell auflädt und nicht überlädt,

3. daß das Licht ruhig und gleichmäßig hell ist,

4. daß außer dem Einlegen des Lichtschalters keinerlei Bedienung erforderlich ist, sondern alle Schaltungen und Regulierungen automatisch erfolgen,

5. daß die Wartung der Anlage sich möglichst auf die normalen Wagenrevisionen beschränkt und trotzdem keine Störungen im Beleuchtungsbetriebe auftreten.

Die zahlreichen Systeme der Zugsbeleuchtung mit Dynamo lassen sich unterscheiden, je nachdem die letztere

1. auf wenig veränderliche Umdrehungszahl,
2. auf konstante Spannung,
3. auf konstanten Strom,
4. auf vom Ladezustand der Batterie und von der jeweiligen Beleuchtung abhängige Verhältnisse eingestellt ist.

Der Vortragende greift ein für jede Art typisches System als Beispiel heraus und erklärt es durch Projektion von Schaltungsskizzen:

1. Bei dem von Gill erfundenen System Stone, dem ältesten und wohl heute noch verbreitetsten System mit Dynamo, hängt diese pendelnd am Wagenuntergestell und spannt durch ihr eigenes Gewicht den Riemen, durch welchen sie von der Wagenachse betrieben wird. Ein Zentrifugalschalter schaltet bei einer gewissen Geschwindigkeit Dynamomaschine und Batterie parallel. Wird die zur Ladung der Batterie erforderliche Spannung überschritten, so beginnt der Riemen auf der Dynamoscheibe zu gleiten; die Geschwindigkeit der Maschine ist also nur in engen Grenzen veränderlich. Das System ist einfach und roh; es bedarf beständiger Überwachung; großer Riemenverschleiß und schnelle Zerstörung der Batterien machen seinen Betrieb teuer. Außer in England (wo 6000 Wagen damit ausgerüstet sind) und den englischen Kolonien konnte es sich deshalb fast nirgends behaupten.

2. Auf einer Dynamomaschine konstanter Spannung beruht das System Pintsch-Grob (nach der bekannten Firma und dem Erfinder genannt). Dadurch, daß die Magnetwicklung dieser Maschine in Serie mit der Batterie an die Dynamoklemmen gelegt ist und die volle Erregerspannung nur einige Prozent der Batteriespannung beträgt, kann die Spannung der Maschine höchstens um diesen Betrag schwanken, welches auch ihre Geschwindigkeit und Stromabgabe sei. Eine zweite Ankerwicklung mit eigenem Kollektor gibt mit der ersten hintereinander geschaltet die zur Ladung der Batterie nötige Spannung. Zwei Batterien, deren eine den Lichtstrom liefert, während die andere geladen wird, werden nach jedem Halt vertauscht. Die Schaltungen erfolgen durch einen Zentrifugalschalter. Daß dieses auf einer interessanten Idee beruhende System sich bis jetzt wenig eingeführt hat, führt der Vortragende auf die Verwendung der komplizierten Zweikollektormaschine und zweier Batterien zurück.

*) Siehe M. Jakob, a. a. O.

3. Das bekannteste System konstanten Stromes ist das der Gesellschaft für elektrische Zugbeleuchtung mit der Rosenberg-Maschine, die, wie kurz erläutert wird, einen von der Geschwindigkeit und Drehrichtung unabhängigen Gleichstrom liefert. Letztere Eigenschaft erspart die bei den anderen Systemen nötige Vorrichtung zum Wechseln der Dynamoklemmen. Die Maschine arbeitet auf Batterie und Lichtnetz parallel; der Lampenstrom wird durch Vorschalten von Eisenwiderständen (Nernstwiderständen) konstant gehalten. Ein Spannungsbegrenzer verhindert, daß die Batterie überladen wird, ein Rückstromautomat, daß sie Strom an die Maschine abgibt. Dieses System mit dem nach Büttner etwa 3500 Wagen beleuchtet werden, ist zu den guten Systemen zu zählen.

4. Besonders günstige Verhältnisse lassen sich mit einer Nebenschlußmaschine mit selbsttätigem Nebenschlußregler erzielen. Das verbreitetste der damit arbeitenden Systeme ist das System der A.-G. Brown, Boveri & Co., welche Ende 1913 etwa 5300 Ausrüstungen (davon 1500 zur Beleuchtung von je zwei Wagen zusammen) geliefert hatte. Bei der neuesten von Güttinger erdachten Form dieses Systems besteht der Nebenschlußregler aus einer durch eine Feder im Gleichgewicht gehaltene Drehspule und einem Elektromagneten mit drei Wicklungen, die von der Dynamospannung, dem Ladestrom und dem Beleuchtungsstrom beeinflußt werden; ein mit der Drehspule verbundener Sektor wälzt sich auf einem Kontaktkreis ab, an dessen Kontakten die Widerstandsstufen des Feldreglers angeschlossen sind. Durch Relais wird die Dynamo mit der Batterie parallel geschaltet und Überladung der Batterie verhindert. An Betriebsdiagrammen wird gezeigt, daß die Batterie mit zunehmender Spannung und zunehmendem Strom geladen wird und daß die Lichtspannung von der Fahrgeschwindigkeit und Zahl der brennenden Lampen praktisch unabhängig ist. Ein weiteres Lichtbild gibt den Regulierapparat wieder, der nach Größe und Art etwa mit einem Elektrizitätszähler zu vergleichen ist. Der Vortragende macht einige statistische Angaben aus dem Betriebe. Danach betrug vor einigen Jahren die Störungszahl in der gesamten Beleuchtungsausrüstung pro Wagen und Jahr 1·4 bis 0·8, wenn die Ausrüstungen in der Zeit zwischen zwei allgemeinen Wagenrevisionen ohne jede Wartung blieben. Besonders wichtig ist die erzielte Schonung der Batterien.

Anzahl der Batterien	geliefert im Jahre	Ersatz der positiven Platten bis Ende des 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11. Betriebsjahres in Prozenten
300	1903	3	11	29	68	91	97	104	110	124	136	148
500	1904	1	8	32	65	79	92	111	126	140	154	
830	1905	2	8	24	36	49	64	83	98	107		
750	1906	3	12	17	26	41	59	77	90			
600	1907	2	8	11	22	35	48	65				
950	1908	0	1	4	8	19	35					
500	1909	0	0	1	1	7						
300	1910	0	0	0	0							
180	1911	0	0	1								
100	1912	0	0									
180	1913	0										

Die obige Tabelle zeigt den Ersatz der positiven Platten der normalen Zugsbeleuchtungsbatterien der Schweizer Bundesbahnen in Abhängigkeit von der Betriebszeit; sie bezieht sich auf über 5000 Batterien, die wohl alle von der Akkumulatorenfabrik Oerlikon geliefert sind. Die Batterien bestehen aus je neun Elementen von 105 *A*/Std. für zehnstündige Entladung; die positiven Platten sind Großoberflächenplatten, die negativen Gitterplatten, jede Batterie wiegt in ihrem Holzkasten gefüllt 130 *kg*.

In den Zahlen der Tabelle kommt zum Ausdruck, wie sich die Haltbarkeit der Batterien beim Übergang vom reinen Akkumulatorenbetriebe zu dem System Brown, Boveri und mit der Ausbildung dieses Systems erhöht hat. Die neueste vom Vortragenden etwas ausführlicher besprochene Form des Reglers, die etwa seit Ende 1908 geliefert wird, scheint besonders günstig für die Batterien zu sein. Den komplizierten Lebensbedingungen der Batterien dürfte kein einfacherer Apparat so gut entsprechen.

Zusammenfassend glaubt der Vortragende annehmen zu dürfen, daß gute Systeme elektrischer Einzelwagenbeleuchtung wegen der Gefahrlosigkeit, der Freizügigkeit der Wagen und aus wirtschaftlichen Gründen sich trotz des Vorsprunges der Gasbeleuchtung immer mehr durchsetzen werden.

Digitized by Google

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Sicherungen.

Schmelzsicherungen.

Die Siemens-Schuckert Werke G. m. b. H. in Berlin verwenden bei Sicherungen Einsätze aus Tantal, Wolfram, Molybdän, Bor und ähnliche bezw. deren Legierungen. Diese Metalle besitzen eine Verbrennungstemperatur, die weit unter ihrer Schmelztemperatur liegt. Ferner halten sie bei normaler Temperatur den Einflüssen der umgebenden Luft Stand. Beim Anwachsen des Stromes über die zulässige Grenze verbrennt der Einsatz; dabei wächst der Widerstand nicht nur wegen der zunehmenden Temperatur, sondern auch wegen der Querschnittsverminderung beim Verbrennen. Dadurch wird der Kurzschlußstrom verringert. Die beim Durchgehen der Sicherung auftretenden Dämpfe bestehen im wesentlichen aus Metalloxyden. Sie sind elektrisch schlecht leitend und begünstigen das Abreißen des entstandenen Lichtbogens. (D. R. P. Nr. 267 828.)

Bei Hochspannungssicherungen mit Schmelzfaden wird mit der Zeit der Schmelzfaden angegriffen, sein Durchmesser unregelmäßig verkleinert, das innere Schutzrohr zerbröckelt und in manchen Fällen wird auch die innere Wandung des äußeren Rohres angegriffen. Als Ursache dieser Schäden hat sich die Strahlung des meist sehr feinen Schmelzfadens aus Silber erwiesen. Der Draht zerstäubt, aber die Nitrierung der umgebenden Luft und ihre chemische Einwirkung auf den Draht ist die Hauptursache von dessen Verschleiß und damit hängt auch die Zerstörung der inneren Schutzhülle aus Preßspan zusammen. Diese Übelstände werden durch eine neue Sicherung derselben Firma beseitigt. In Fig. 1 ist *f* der feine Schmelzfaden, *r* ein äußeres Isolierrohr aus Porzellan, r_1 ein inneres Rohr aus Preßspan und r_2 eine Umhüllung aus leitendem Stoff, die mit dem Leitungsanschlußstück a_1 verbunden ist. r_2 kann auch auf einem strichliert gezeichneten Schutzrohr r_1 liegen. r_2 hat dasselbe Potential wie der Schmelzfaden. Infolge des großen Durchmessers von r_2 wird die Strahlung so klein, daß sie r_1 sicher von Zerstörung bewahrt und natürlich auch die Beschädigung des äußeren Rohres sowie des Drahtes selbst verhindert. (D. R. P. Nr. 267 894.)

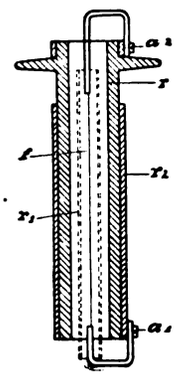


Fig. 1.

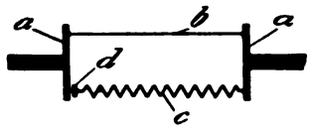


Fig. 2.

Schmelzsicherungen können zu Überspannungen Anlaß geben, besonders dann, wenn der Schmelzfaden etwa infolge von Kurzschluß sehr schnell zerstäubt. Eine neue Sicherung derselben Firma hat den Zweck, die Überspannungen zu vermeiden und die daraus erwachsenden Übelstände, nämlich das Durchschlagen der Leitungsisolation und die Bildung von Stehfeuer. Zwischen den Anschlußkontakten *a a* liegt der Hauptschmelzleiter *b* und parallel zu ihm der Nebenleiter *c* mit der Funkenstrecke *d* (Fig. 2). Der Nebenwiderstand mit der Funkenstrecke wird zweckmäßig induktionsfrei ausgeführt und man kann ihn ganz oder teilweise durch eine besondere Schmelzsicherung ersetzen. Beim Auftreten einer Überspannung von gewisser Höhe wird diese Funkenstrecke durchgeschlagen, wobei der dann über den Widerstand gehende Strom, der nach dem Verschwinden der Überspannung von der Netzspannung unterhalten wird, den Widerstand zu langsamem Abschmelzen bringt, nachdem er vorher durch den Widerstand erheblich abgeschwächt wurde. Der Nebenleiter erhält erst Strom nach Auftreten der Überspannung; er kann also erst nach dem Hauptleiter durchgehen. (D. R. P. Nr. 263 435.)c

Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin baut eine Hochspannungsschmelzsicherung, bei der der mittlere Teil des Schmelzdrahtes frei in der Luft liegt und seine Enden und die Anschlußstücke mit feuerfestem Isoliermaterial eng und vollkommen explosionssicher umhüllt sind. In Fig. 3 sind *a* zwei Durchführungsisolatoren, *b* eine isolierende Platte, *f* der Schmelzstreifen, *h* Asbesthülsen, *i* zwei Klemmbacken aus feuerfestem Isoliermaterial und *k* eine Isolierkappe. (D. R. P. Nr. 267 703.)

Von Dr. J. Lackmann in Berlin rührt eine Einrichtung an Schmelzsicherungen mit Nebenschmelzleitern her, die das Durchschmelzen des Nebenschmelzleiters nach dem Durchschmelzen des Hauptschmelzleiters sichert. *a* (Fig. 4) ist ein Zylinder aus Isoliermaterial, beispielsweise Porzellan und zweckmäßig mit doppelter Bohrung, der durch Metallkappen *b* und *c*, die als Kontaktkappen dienen, beiderseits geschlossen ist. In der Bohrung *d* befindet sich der Hauptschmelzleiter *e*, in der Bohrung *f* der als Widerstand ausgebildete Schmelzleiter *g* mit Funkenstrecke *h*. Es ist nun zwischen den Bohrungen *d* und *f*, zweckmäßig direkt gegenüberliegend der Funkenstrecke *h*, eine Öffnung *k* angebracht, durch welche die beim Durchschmelzen des Hauptleiters *e* erzeugten ionisierten

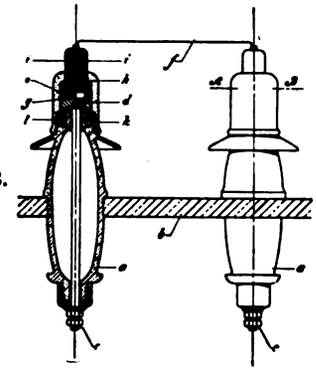


Fig. 3.

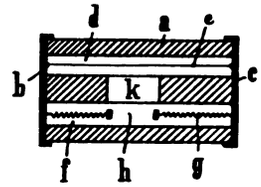


Fig. 4.

heißen Lichtbogengase hindurchtreten und zwischen die Elektroden der Funkenstrecke *h* gelangen, so daß bei einer geringen Überspannung vermöge des durch die ionisierten Gase gebildeten leitenden Weges zwischen den Elektroden der Funkenstrecke ein Durchschlag dieser stattfindet; alsdann wird nach Verschwinden der Überspannung bei normaler Netzspannung der Strom im Nebenweg *h*, *g* so lange erhalten, bis der Widerstand *g* durchschmilzt. (D. R. P. Nr. 264 402.)

Überspannungssicherungen, Blitzschutzsicherungen.

Eine Erfindung von Otto Kupfer in Reichenbach i. V. betrifft eine ausschaltbare Hochspannungsfreileitungssicherung, welche die Abschaltung eines minderwertigen Ausläufers einer Hochspannungsfreileitung von der Hauptleitung bewirkt, wenn in ihm ein Fehler eintritt, durch welche die normale Betriebsstromstärke des Ausläufers überschritten wird. Auf den Metallkappen *a*, *a* (Fig. 5) der Hochspannungsisolatoren *b*, *b* sind die als Klemmfedern ausgebildeten Kontakte *c*, *c* so befestigt, daß sie die mit Metallringen *d*, *d* an ihren Enden versehene Sicherungspatrone *e* aus Isoliermaterial festhalten. An den Kappen *a*, *a* sind die der Funkenlöschung dienenden Hörner *f*, *f*

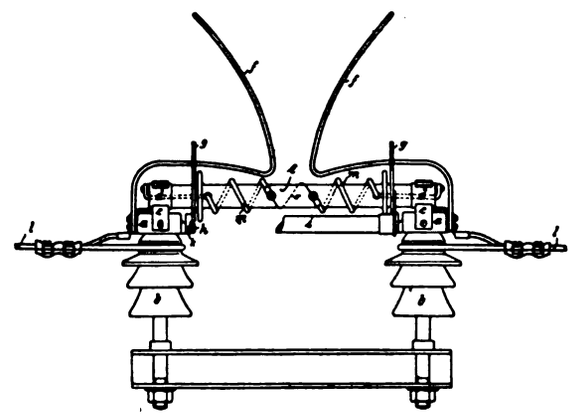


Fig. 5.

sowie die Zuleitungen der Hochspannungsleitungen *l*, *l* befestigt. Die leitende Verbindung zwischen den Metallringen *d*, *d* erfolgt durch Kupferdrähte *m*, *m* und den Schmelzdraht *o*. Bei Erhöhung der Stromstärke in der gesicherten Leitung über das dem Schmelzdraht *o* entsprechende Maß wird dieser unter lebhafter Lichtbogenbildung abschmelzen. Infolge des thermischen Auftriebes wird der Lichtbogen von den Hörnern *f*, *f* aufgenommen und zum Verlöschen gebracht. Die spiralig gewundenen Kupferdrähte *m*, *m* haben sich inzwischen bis an die Flanschen der Sicherungspatrone zusammengezogen. Die Kupferdrähte bilden zugleich eine Drosselspule, welche die steile Wellenstirn etwaiger aus der durch die Sicherung geschützten Abzweigleitung reflektierten Wanderwellen dämpft, so daß sie bedeutend abgeschwächt in die Hauptleitung eintreten. (D. R. P. Nr. 267 909.)

Eine Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin bezieht sich auf die bekannten Sicherheitsvorrichtungen, welche auf dem Durchschlagen einer normal isolierenden Schicht beim Auftreten einer abnormalen Spannung beruhen. Solche Vorrichtungen dienen insbesondere bei in Reihe geschalteten Stromverbrauchern, zum Beispiel Glühlampen, im Falle des Versagens einer Lampe, den Stromkreis geschlossen zu halten, und zwar dadurch, daß die zur versagenden Lampe parallel liegende Sicherheitsvorrichtung durchgeschlagen wird und dann einen Nebenschluß zur Lampe bildet.

Gemäß der Erfindung wird als Isolierschicht ein Faserstoff, wie zum Beispiel Papier, benutzt, welcher mit einer Masse bestrichen wird, die aus fein verteiltem Kohlenstoff, vorzugsweise Graphit, fein verteiltem Wolframpulver oder dem Pulver eines anderen Metalls der Wolframgruppe und einem Bindemittel, wie Schellack, besteht. Der mit dieser Masse imprägnierte Stoff wird vorzugsweise zwischen Metallkontakten aus Blei oder einer Bleilegierung benutzt. Das Mengenverhältnis der

Digitized by Google

einzelnen Bestandteile der isolierenden Masse ist je nach der erforderlichen Durchschlagsspannung verschieden zu wählen. Der Graphitgehalt erhöht die Leitfähigkeit der Masse, während das Wolframpulver den hohen Widerstand des Bindemittels erniedrigt.

(D. R. P. Nr. 264 546.)

Ein neuer Ableiter für statische Entladungen von A. J. Wurts in Pittsburgh wird durch die Fig. 6 veranschaulicht. 1, 2 sind Verteilungsleitungen; der schützende Ableiter 4 enthält einen Lichtbogenableiter 5, der zwischen die Hauptleitung 2 und die Erde 6 geschaltet ist. Der Lichtbogenableiter 5 besteht aus zwei Hörnerteilen 7 und 8. Die Verlängerungen 14 und 15 der Hörner 7, 8 enthalten voneinander stromisolierte Leitungsstücke 16, die durch Luftspalte 17 voneinander getrennt sind. 7, 8 und 16 bestehen aus einem Material, das sich bei Lichtbogenbildung nur schwer zersetzt. Wenn zwischen den Enden 9 und 10 ein Lichtbogen entsteht, dann steigt er von den Enden 9,10 zu den Enden 12, 13 der Hörner empor und geht noch weiter bis zu den Enden der Fortsetzungen 14, 15 bis er schließlich abreißt. Die Luftstrecken zwischen den Leitstücken 16 dienen zur raschen Erhöhung des Widerstandes des Entladungsstromkreises.

(U. S. P. Nr. 1 069 310.)

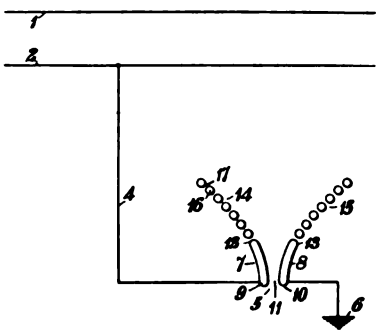


Fig. 6.

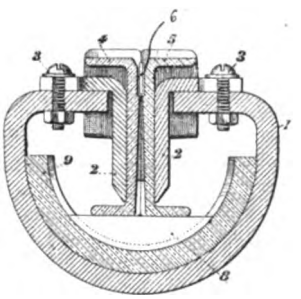


Fig. 7.

Eine Erfindung der Compagnie Frangaise Pour L'Exploitation Des Procédés Thomson-Houston in Frankreich betrifft eine Einrichtung zur Löschung eines elektrischen Lichtbogens, insbesondere bei einem Blitzableiter. Der permanente Magnet 1 (Fig. 7) besitzt abnehmbare Pole 2. Zwischen diesen Polen sind die aus nicht emailliertem Porzellan bestehenden Stücke 4, 5 angeordnet. Zwischen den Teilen 4, 5 befindet sich ein enger, sich nach unten erweiternder Raum, in welchem der Bogen gelöscht wird. Die Elektroden 6, zwischen denen der Lichtbogen entsteht, sind in horizontaler Richtung nebeneinander angeordnet und sind an ihren Enden schwach zugespitzt. Der sich verlängernde Bogen gelangt zum Rippenkörper 9. Dieser wirkt kühlend und zerteilend auf die Gase, welche den Bogen bilden. Der Bogen erlischt infolge seiner Verlängerung und Kühlung.

(F. P. Nr. 456 489.)

Gemäß einer Erfindung der Siemens & Halske Akt.-Ges. in Berlin wird eine durch Hochspannungsleitungen gefährdete Schwachstromanlage durch einen Hörnerableiter gesichert, indem die mit den Blitzableiterhörnern verbundenen Leitungen mittels Schmelzsicherungen an einen Schalter angeschlossen sind, an dessen Kontakten die Schwachstromapparate liegen. Die von der Hochspannung gefährdeten Leitungen a und b (Fig. 8) sind über die Hörner h_1 und h_2 eines Hörnerblitzableiters, dessen mittleres Horn h_3 geerdet ist, mittels Schmelzsicherungen s_1, s_2 an Schalthebel m_1, m_2 eines Schalters geführt. An die Enden der Hebel m_1, m_2 greifen Federn f_1 und f_2 an. Die freien Enden der Hebel befinden sich

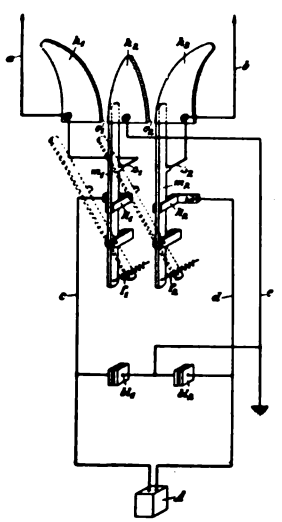


Fig. 8.

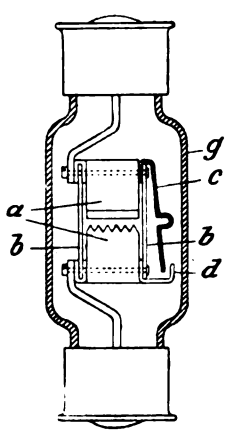


Fig. 9.

hinter den schmalsten Stellen der Luftspalte o_1 und o_2 zwischen den Hörnern. An die Schalterkontakte k_1, k_2 ist mittels Leitungen c, d der Schwachstromapparat A angeschlossen, und an diesen Leitungen liegen Blitzableiter bl_1 und bl_2, die mit der Erdleitung e des Hörnerblitzableiters verbunden sind. Die Blitzableiter wirken als Überspannungssicherungen und leiten die gefahrbringenden Ströme zur Erde ab. Tritt infolgedessen ein Schmelzen der Sicherungen s_1 und s_2 ein, so kommen die Federn f_1, f_2 zur Wirkung und lassen die Schalthebel m_1, m_2 in die in der Zeichnung punktiert angedeutete Lage schnellen. Beim Durchgang der Hebel zwischen den Hörnern wird deren geringster Abstand o_1 bezw. o_2 noch verkleinert. Die an den Schmelzsicherungen s_1, s_2 auftretenden Lichtbogen werden daher auf die Hörner übergeleitet, wo sie durch die bekannte Hörnerwirkung zum Verlöschen gebracht werden. Da die Schalthebel aber gleichzeitig auch aus den Schalterkontakten k_1, k_2 austreten, schalten sie dadurch die Schwachstromanlage A ab.

(D. R. P. Nr. 264 808.)

Eine Erfindung der Siemens & Halske Akt.-Ges. in Berlin bezieht sich auf Luftleerblitzableiter, bei denen die Elektroden in einem luftdicht abgeschlossenen Behälter angeordnet sind. Die beiden an den einander zugewendeten Flächen mit Riffelungen versehenen Elektroden a (Fig. 9) werden durch seitliche Platten b aus Isoliermaterial in unverändertem Abstand voneinander gehalten. An der oberen Elektrode ist ein in der Mitte U-förmig gebogener Streifen c befestigt, der aus zwei Metallen mit verschiedenem Ausdehnungskoeffizienten besteht. An der unteren Elektrode ist ein Kontakt d angeordnet, welcher von dem freien Ende des Streifens c berührt wird, sobald dieser durch den Stromübergang an dem eigentlichen Blitzableiter eine gewisse Erwärmung erfahren hat und infolge der verschiedenen Ausdehnung der beiden ihn bildenden Metallstreifen sich gegen den Kontakt d hin krümmt und als Kurzschlußvorrichtung wirkt. Es ist nicht notwendig, daß der aus mehreren Metallen zusammengesetzte Körper unmittelbar den Kurzschluß der Elektroden bewirkt; es kann vielmehr auch seine Formänderung zur Betätigung einer besonderen Kontakteinrichtung ausgenutzt werden. (D. R. P. Nr. 264 536.)

Es ist bekannt, daß man durch Einschaltung von Reaktanzspulen in die Leitung elektrische Maschinen gegen das Eindringen unregelmäßiger Spannungswellen schützen kann, die von einer Luftleitung oder von Kabeln großer Länge zu den Maschinen gelangen. Gemäß einer Erfindung der Compagnie Générale D'Electricité De Creil (Frankreich) wird eine Schutzeinrichtung angeordnet, die jede herankommende Welle vollständig absorbiert und in Wärme umwandelt. In die Linie l (Fig. 10), die zu der zu schützenden Maschine m führt, sind die konzentrierten Selbstinduktionen s eingeschaltet, während zwischen den Leitungen und hinter den Selbstinduktionen ein Kondensator k liegt. Parallel zu den Selbstinduktionen s liegen Ohmsche Widerstände r. Der normale Strom wird durch die Schutzeinrichtung nicht wesentlich beeinflußt. Aber jede Hochfrequenzwelle, die von der Linie l kommt, kann nicht in die Selbstinduktion s eindringen, sondern geht über den Widerstand r. Sie wird vom Kondensator k reflektiert

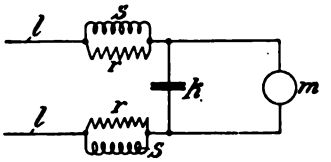


Fig. 10.

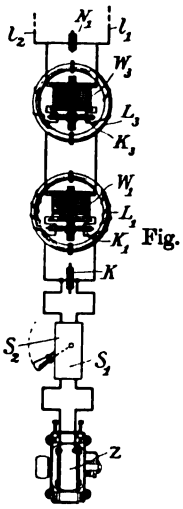


Fig. 11.

und geht neuerdings durch den Widerstand r. Wenn die Selbstinduktion und die Kapazität unendlich groß wären, dann würde im Widerstand eine vollständige Umsetzung der Störungsenergie stattfinden; aber immer ist es möglich, eine Größe von r zu wählen, infolge welcher nur ein außerordentlich kleiner Teil der Störungswelle durch den Widerstand geht. (F. P. Nr. 455 916.)

Eine Überspannungssicherung von F. A. Becker in Darmstadt wird durch die Fig. 11 veranschaulicht. Z ist die zu schützende Station und l_1, l_2 die Linie. S_1 und S_2 sind Sicherheitsschalter. Zwischen der Station und der Linie ist die Schutzeinrichtung eingeschaltet; die aus den Induktanzen L_1, L_2, L^2 .... besteht, denen Kapazitäten K_1, K_2, K_3.. und Dämpfungswiderstände W_1, W_2, W_3..... parallel geschaltet sind. Für die Betriebsperiodenzahl bildet die Schutzeinrichtung nur einen geringen induktiven Widerstand, für die Störungsströme hoher Periodenzahl jedoch einen großen Widerstand. K und N_1 sind Kapazitäten zur Steigerung der Wirkung und zur Kompensation der wattlosen Stromkomponente der Linie und der Schutzeinrichtung.

(B. P. Nr. 12 908, A. D. 1912.)

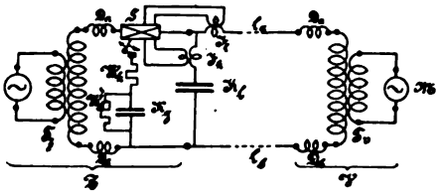
Eine Erfindung von F. A. Becker in Darmstadt vermeidet das Auftreten von Überspannungen in einem Stromsystem, deren Ursache stets die Induktivität des Stromkreises ist. Insbesondere tritt eine Überspannung beim plötzlichen Ausschalten von Maschinen auf infolge der raschen Abnahme des Feldes und der dadurch induzierten

Digitized by Google

EMK. Gemäß der Erfindung werden die Leitungen und Apparate mit derart bemessenen Nebenschlüssen von entgegengesetzter Eigenschaft wie der zu kompensierende Stromkreis versehen, daß die so entstandenen Schwingungskreise nach dem Prinzip der Stromresonanz vollkommen oder auch nur teilweise abgestimmt sind. In diesen Kreisen sind die durch die Induktanz und Kapazität erzeugten Spannungskomponenten ganz oder teilweise kompensiert, und Überspannungen können nicht auftreten, sondern nur solche Spannungen, die ganz oder annähernd der aufgedrückten Spannung gleich sind. Die Einrichtungen zur Regelung der Spannung bezw. Energiezufuhr sind an solchen Stellen angeordnet, daß sie den aus den Stromverzweigungen resultierenden Strom führen, der praktisch keine Phasenverschiebung gegen die erzeugende Spannung besitzt. Um die Überspannungen infolge von Wellenreflexion der fortzuleitenden Schwingungen möglichst zu vermindern, wird die Leitung in bestimmten Abständen mit geeigneten Nebenschlüssen versehen.

Der Generator G (Fig. 12) liefert Energie über den Transformator T_z, die Reguliervorrichtung S, die Leitung l_a l_b und den Transformator T_v an die Verbrauchsstelle V. Um die Magnetisierungskomponente bei der Regelung der Energiezufuhr mittels der Einrichtung S nicht plötzlich zu verringern, ist sie durch die Kapazität K_1 kompensiert. S läßt eine Unterbrechung nur bei Phasengleichheit des resultierenden Stromes mit der Spannung zu. Zu diesem Zwecke ist S mit einer Sperrvorrichtung

Fig. 12.



versehen, die als Differentialsystem für die beiden wattlosen Stromkomponenten des Belastungskreises und des Kompensationsnebenschlusses ausgebildet ist und bei Ungleichheit derselben in Tätigkeit tritt. Das Differentialsystem von S ist in der Figur durch die Verkettung von S mittels der Stromtransformatoren J_1 und J_K einerseits mit dem Strom von l_a und andererseits mit dem Strom von K_1 angedeutet. Wenn Drosselspulen D_a und D_b zum Schutze gegen Wanderwellen vorgesehen sind, empfiehlt es sich, vor Unterbrechung des Maschinenstromes einen Nebenschluß K_v mit Kapazität parallel zum Generatorkreis zu legen. W_K, W'_K sind Dämpfungswiderstände zur Verhütung oszillatorischer Schwingungen beim Einschalten. (D. R. P. Nr. 262 320.)

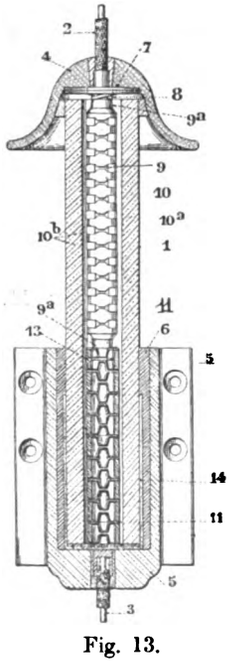


Fig. 13.

Von der Compagnie Française Pour L' Exploitation Des Procédés Thomson-Houston in Frankreich rührt eine Einrichtung zum Schutze von elektrischen Apparaten gegen Überspannung her. Die als Blitzableiter ausgebildete Einrichtung (Fig. 13) enthält eine Anzahl von Luftstrecken, die so groß sind, daß sich eine Überspannung über sie zur Erde entladen kann, während die normale Spannung diese Entladung nicht aufrecht erhalten kann. Die Intervalle liegen zwischen Metallelektroden. Ein starker Entladungsstrom kann das Metall des Elektroden schmelzen und diese miteinander verschweißen, so daß eine leitende Brücke zur Erde entsteht. Um aber den Ableitungsstrom unter einem bestimmten Maximum zu halten, ist in Serie mit den Entladungsintervallen ein Widerstand geschaltet, aber dieser Widerstand ist genügend schwach, um einer Überspannung keinen nennenswerten Widerstand entgegenzusetzen. Die Leitungsintervalle und der Widerstand sind in einer Porzellanröhre 1 eingeschlossen. An einem Ende des Blitzableiters stellt die Leitung 2 die Verbindung mit der Linie her, während am anderen Ende der Leiter 3 die Verbindung mit der Erde vermittelt. 4 ist ein Regenschutz. Der stabförmige Widerstand 9 ist an die äußere Leitung gelegt mittels der Feder 8 und der Kontaktplatte 7. Zum Widerstand 9 wird für die Überspannung ein Nebenschluß dadurch erzeugt, daß um ihn in bestimmten Abständen voneinander und von ihm isoliert Metallringe angeordnet werden. (F. P. Nr. 456 968.)

Selbsttätige Überwachungsvorrichtungen.

Wenn an einer Stelle einer von einem Sammelschienensystem ausgehenden Doppelleitung ein Kurzschluß gemacht wird, so entsteht ein Spannungsabfall von den Sammelschienen bis zum Kurzschlußpunkt, derart, daß an doppelpoligen, in die Doppelleitung eingefügten Schaltern verschiedene Spannungen herrschen, die um so kleiner sind, je näher sie dem Kurzschluß liegen. Diese Erscheinung kann benutzt werden, um elektrische Netze zu schützen, indem an den betreffenden Stellen Magnete verwendet worden sind, welche von der Spannung erregt werden und deren Zeiteinstellung im ganzen Netz bei gleicher Spannung die gleiche ist. Je geringer die Spannung, um so schneller arbeitet der Magnet; infolgedessen werden diejenigen Magnete am schnellsten arbeiten, welche am nächsten dem Kurzschluß liegen; entferntere werden ihren Weg nicht vollenden können. Auf den Anker eines solchen Magneten, zum Beispiel K_1 in Fig. 14, wirken nun nach oben ziehend magnetische Kräfte, nach unten Gewichtskräfte. Die Differenz dieser Kräfte ergibt die Beschleunigung, mit welcher der Kern heruntersinkt, und beeinflußt infolgedessen die Zeit.

Gemäß einer Erfindung der Dr. Paul Meyer A. G. in Berlin wird durch einen besonderen Überwachungsmagneten diese die Geschwindigkeit beeinflussende Kräftedifferenz derart geregelt, daß beim Ansprechen des Überwachungsmagneten die Rückzugskraft überwiegt, jedoch noch erheblich von der jeweils herrschenden Spannung abhängig ist, daß aber bei seinem Loslassen die magnetische Anzugskraft überwiegt und das Relais K_1 in den Ruhezustand zurückversetzt. Die Fig. 6 zeigt eine mechanische Kupplung zwischen dem Überwachungsmagneten M_2 und dem eigentlichen Arbeitsmagneten M_1. Dabei ist angenommen, daß der Überwachungsmagnet M_2 ein Hauptstrommagnet ist, welcher bei Erreichung einer unzulässigen Stromstärke anspricht. Solange M_2 nicht angesprochen hat, wird ein Teil des Gewichtes des Kernes K_2 und des Zusatzgewichtes G durch den Hebel H auf den Kern K_1 in dem Sinne übertragen, daß sein Gewicht verringert wird. Die auf K_1 wirkende Rückzugskraft ist klein, solange M_1 volle Spannung hat und daher den Kern im hochgezogenen Zustand hält. Tritt eine Überlastung ein, so wird K_2 hochgezogen, und jetzt wirkt das volle Gewicht von K_2 auf diesen, M_1 vermag den Kern nicht mehr zu halten, und er sinkt herunter unter Überwindung der Dämpfung D. Das Heruntersinken geschieht um so schneller, je kleiner die an M_1 herrschende Spannung ist, je näher das betreffende Magnetsystem am Punkte des Kurzschlusses liegt. Ist eine gewisse Zeit nach dem Ansprechen von M_2 verstrichen, so wird K_1 ein Stück heruntergerückt sein, unter Umständen, wenn die Spannung genügend niedrig ist, bereits den Kontakt C betätigt haben, so daß die Ausschaltung erfolgt ist. Ist aber die Spannung höher gewesen, so hat K_1 den Kontakt C noch nicht erreicht, und hört jetzt die Überlastung auf, so läßt M_2 seinen Kern K_2 los, und dieser im Verein mit G hebt mittels H den Kern K_1 wieder hoch, wobei unter Umständen die wiederkehrende volle Spannung die Rückbewegung unterstützt.

(D. R. P. Nr. 269 759.)

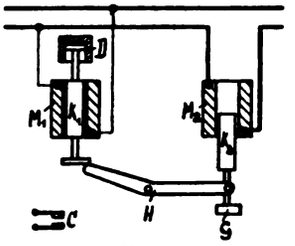


Fig. 14.

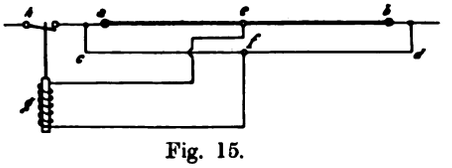


Fig. 15.

Um elektrische Anlagen gegen Zerstörung zu schützen, wenn ein Teil der Anlage durch elektrische oder mechanische Einflüsse fehlerhaft geworden ist, ist es zweckmäßig, den fehlerhaften Teil von dem Leitungsnetz selbsttätig abzutrennen. Eine Schutzvorrichtung, welche sowohl bei Gleichstrom- als auch bei Wechselstromnetzen angewendet werden kann rührt von der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) her. In Fig. 15 bedeutet a, b den abzuschaltenden Teil. c, d stellt eine Hilfsleitung dar. Verbindet man zwei äquipotentielle Punkte, zum Beispiel e und f, durch eine Brückenleitung e, g, f, so ist diese Leitung stromlos, solange die Beziehung besteht $w_{ae} : w_{eb} = w_{cf} : w_{fd}$, wobei alle w die Widerstände in den betreffenden Leitungsstrecken bedeuten. Der Brückendraht kann nun so ausgeführt sein, daß er im Falle eines Stromdurchganges den Auslösemagneten g betätigt, welcher den Schalter h öffnet und damit das Leitungsstück a, b abschaltet. Tritt ein Fehler in der Leitung a, b, zum Beispiel durch Zerreißen oder Erdschluß auf, dann wird der Widerstand eines Brückenzweiges geändert und es wird ein Strom in den Brückendiagonalen entstehen, welcher den Magneten g erregt und dadurch die Öffnung des Schalters h bewirkt. (D. R. P. Nr. 269 797.)

Eine Erfindung von E. G. Waters in London betrifft eine Einrichtung zum Schutze elektrischer Systeme. Gemäß Fig. 16 ist in jede Leitung ein Serientransformator eingeschaltet und zwischen der Stromquelle sowie den Leitungen ist ein Relais a eingeschaltet. Das Umkehrstromrelais a hat zwei Spulen b und c. b liegt am Transformator d und c an den Transformatoren i, j. h ist eine Impedanz, die die Phase des Stromes in b fixiert. Wenn in den Leitungen kein Fehler ist, dann fließt durch c kein Strom und der Arm k wird durch das Gewicht l in vertikaler Lage erhalten. Wenn jedoch in einer Speiseleitung ein Fehler eintritt, dann ändert der Strom in der Sekundärwicklung des in die Leitung eingeschalteten Transformators seine Richtung (siehe B. P. Nr. 11 559 ex 12) und dadurch bewegt sich der Arm k gegen den Schalterkontakt m oder n und schließt dadurch den Strom entweder in der Ausschaltspule p oder q; dadurch wird der fehlerhafte Leiter ausgeschaltet.

(B. P. Nr. 26 961, A. D. 1912.)

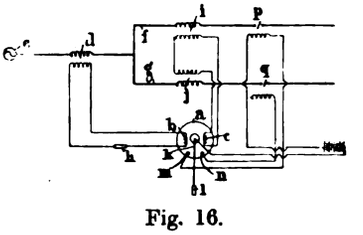


Fig. 16.

Personalnachricht.

Dr. E. Rosenberg, Chef-Ingenieur der British Westinghouse Company, ein ehemaliger Absolvent der Wiener Technischen Hochschule und vieljähriges Mitglied des Elektrotechnischen Vereines, ist zum Vorsitzenden der Sektion Manchester der „Institution of Electrical Engineers" gewählt worden.

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 28. April 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2408; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Die experimentelle Bestimmung der wirklichen Induktion im Wendepolluftspalt an der Maschine im normalen Belastungszustand. Von Ing. Arthur Mandl 389
Telephonie auf große Entfernungen. Von Ing. E. F. Petritsch 393
Die Lanz'sche Heißdampf-Lokomobile und ihre Bedeutung als Kraftanlage für Lokomobil-elektrische Zentralen. Von Ing. Viktor Müller, k. k. Gewerbeschulprofessor in Reichenberg 400
Rundschau:
- Elektrizitätswerke, Anlagen 402
- Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 402
- Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 402
- Dynamomaschinen, Transformatoren 403
- Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 403
- Leitungen 404
- Elektrische Beleuchtung 404
- Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen 404
- Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 404
- Elektrische Apparate 404
- Funkentelegraphie und -Telephonie 405
- Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 405
- Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie 406
- Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 406
- Strahlungslehre 406
- Wirtschaftliches 406

Chronik 407
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
- Elektrische Leiter, Kabel. Isolatoren. Elektrische Regulierung . 408

Briefe an die Redaktion 412
Personalnachricht 412
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *249—260*

Die experimentelle Bestimmung der wirklichen Induktion im Wendepolluftspalt an der Maschine im normalen Belastungszustand.

Von Ing. **Arthur Mandl.**

Bei einem Gleichstrommotor soll das wirkliche Wendefeld im Luftspalt bei rotierendem Anker und entsprechend belasteter Maschine bestimmt werden. Und zwar wird es dabei hauptsächlich interessieren, einerseits diese Wendepolinduktion in Abhängigkeit vom Wendepolstrom bei konstanter Ankerstromstärke zu erhalten. Nimmt man andererseits ebenfalls bei fremderregten Wendepolen die Bürstenpotentialkurven für dieselbe Ankerstromstärke bei verschiedenen Wendepolerregungen auf, so kann der für beste Kommutation erforderliche Wendepolstrom bezw. die dazugehörige Induktion im Wendepolluftspalt bestimmt werden.

Die Bestimmung der Induktion direkt im Wendepolluftspalt an der belasteten Maschine ist insofern wertvoll, als durch sie jede Kommutationstheorie experimentell nachgeprüft werden kann. So zum Beispiel kann auch die bekannte Ansicht von Menges, die er zuletzt in E. u. M. 1913, Seite 990 vom 16. November 1913 darlegt, wonach bei richtiger Kommutation kein wirkliches magnetisches Feld im Wendepolluftspalt vorhanden ist, mit der Pichelmayerschen Auffassung experimentell verglichen werden.

Zur ballistischen Messung der Induktion wird in bekannter Weise eine schmale Prüfspule verwendet, die nach Art einer Luftspaltlehre bei der rotierenden Maschine in den Wendepolluftspalt eingeführt und dann rasch herausgezogen wird.

Als Maschine wurde ein Gleichstrommotor 220 *V*, 550 Amp., 1000 U. p. M., 150 *PS* verwendet. Die für uns in Betracht kommenden Daten dieser Maschine sind $2p = 4$, Ankerdurchmesser 500 *mm*, Ankereisenlänge aktiv 170 *mm*, Wendepolkern 150 × 50 (150 *mm* achsial, 50 *mm* in der Richtung des Umfanges gemessen), Wendepolluftspalt einseitig 6 *mm*, Ankerschleifenwicklung vier parallele Zweige à 82 Leiter. Windungen pro Wendepol 13, alle vier Wendepole in Serie geschaltet.

Der Wendepolluftspalt wurde einseitig auf 10 *mm* vergrößert und eine aus Preßspan und Glimmer bestehende Hülse eingeführt, wie das Fig. 1 zeigt. Die Hülse wurde direkt am Wendepoleisen befestigt und hatte eine lichte Weite von zirka 5 *mm* und eine Wandstärke von zirka 1·5 *mm*. Die Induktion wurde also im Luftspalt in einer Entfernung von ungefähr 4 *mm* vom Wendepoleisen gemessen. Zur achsialen Führung der Prüfspule wurden, wie in Fig. 1 angedeutet, an sieben Stellen Rebschnüre durchgezogen. Durch diese Hülse war ein rasches und genau achsiales Herausziehen der Prüfspule aus dem Wendepolluftspalt leicht möglich, ohne daß Streifen am Anker zu befürchten war.

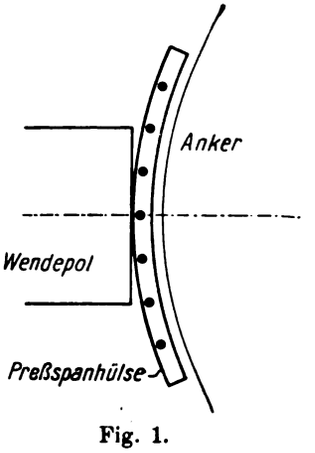


Fig. 1.

Die Prüfspule selbst bestand aus isoliertem Rheotandraht 0·15 *mm* Φ blank, 50 Windungen, die auf einem Holzkern 6 *mm* breit, 400 *mm* lang, 1·5 *mm* dick aufgewickelt und durch beiderseits aufgeklebte Preßspan-

Digitized by Google

blätter gehalten wurden. Die fertige, mit Seidenpapier umklebte, lackierte und gepreßte Spule hatte eine Dicke von 3 *mm* und eine Breite von 12 *mm* und einen Ohmschen Widerstand von 1490 Ohm. Die mittlere Breite einer Windung ist nach dem Aussehen der Spule mit $\frac{6+12}{2} = 9$ *mm* zu erwarten.

Zur ballistischen Messung wurde ein Drehspulengalvanometer von Siemens & Halske mit starker Dämpfung verwendet. Die ballistische Konstante c_B desselben wurde in bekannter Weise mit einem Normal von bestimmter gegenseitiger Induktion bei einem Vorschaltwiderstand von 1490 Ohm (entsprechend dem Ohmschen Widerstand der Spule) bestimmt. (Siehe Fig. 2.) Die Verwendung des stark gedämpften Drehspuleninstrumentes hat den Vorteil, daß es unweit von der Maschine, also im selben Raum, aufgestellt werden konnte, ohne daß die dort vorhandenen Erschütterungen seine Genauigkeit irgendwie nachteilig beeinflussen, hingegen aber wieder den Nachteil, daß infolge der verhältnismäßig kleinen Schwingungsdauer T des stark gedämpften Instrumentes die Bedingung, daß die Dauer des Stromstoßes klein sein muß im Verhältnis zu diesem T, nicht zu erfüllen ist. Es muß deshalb zunächst diese Prüfspule im Wendepolluftspalt selbst in einem bekannten Feld geeicht werden. Daß das „rasche" Herausziehen mit der Hand immer ganz gleich erfolgt, was ja Grundbedingung für die Genauigkeit der Messung ist, ergibt sich schon daraus, daß jeder Punkt 4 bis 5 mal aufgenommen und dabei eine sehr gute Übereinstimmung der einzelnen Werte miteinander erzielt wurde. Von dem Einfluß der Dauer des Stromstoßes im Verhältnis zur Schwingungsdauer des Galvanometers wird man unabhängig bei Verwendung eines schwach gedämpften Spiegelgalvanometers, für das im vorliegenden Fall der ganz erschütterungsfreie Raum in der Nähe der Maschinenhalle, in der der Versuch selbst vorgenommen wurde, nicht gefunden werden konnte.

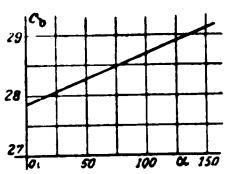


Fig. 2.

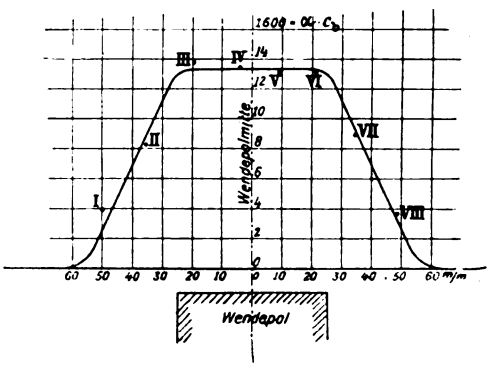


Fig. 3.

Zur Eichung der Prüfspule wurden die Wendepole mit 350 *A* erregt und der offene Anker bei um 90 elektrische Grade aus der Neutralen verschobenen Bürsten mit 930 U. p. M. in dem Feld der Wendepole angetrieben. Hiebei ergab sich eine Spannung an den Bürsten von 30·5 *V*. Es wurde hierauf an den Punkten 1 bis 8 (siehe Fig. 3) der Ausschlag ballistisch bestimmt, nud zwar ergab sich:

Punkt 1	$\alpha = 14$	$c_B = 27{\cdot}98$	$\alpha \times c_B = 391$
„ 2	$\alpha = 29{\cdot}33$	$c_B = 28{\cdot}10$	$\alpha \times c_B = 824$
„ 3	$\alpha = 48{\cdot}67$	$c_B = 28{\cdot}27$	$\alpha \times c_B = 1375$
„ 4	$\alpha = 47{\cdot}5$	$c_B = 28{\cdot}26$	$\alpha \times c_B = 1341$
„ 5	$\alpha = 46{\cdot}2$	$c_B = 28{\cdot}25$	$\alpha \times c_B = 1309$
„ 6	$\alpha = 46{\cdot}2$	$c_B = 28{\cdot}25$	$\alpha \times c_B = 1309$
„ 7	$\alpha = 31{\cdot}7$	$c_B = 28{\cdot}12$	$\alpha \times c_B = 891$
„ 8	$\alpha = 13$	$c_B = 27{\cdot}96$	$\alpha \times c_B = 363$

Da $B = K \cdot c_B \cdot \alpha$, so ist das Produkt $c_B \cdot \alpha$ der Induktion B proportional. Die Werte $c_B \cdot \alpha$ sind in Fig. 3 aufgetragen und ergeben zunächst bloß die Feldform. Der Inhalt dieses Feldblocks ergibt sich zu 8·1 *cm* × 1330.

Hingegen ergibt sich aus der gemessenen Spannung und Tourenzahl der Wert dieses Feldblocks

$$E = 2\frac{u}{60} \cdot W_t \cdot \Phi \cdot 10^{-8} = 2 \cdot \frac{930}{60} \cdot 164 \cdot \Phi \cdot 10^{-8},$$

W_t gesamte Windungszahl.

$$\Phi = \frac{30{\cdot}5 \times 10^8 \times 60}{2 \times 164 \times 930} = 600000 \text{ Linien}$$

pro *cm* Wendepollänge $\varphi = \frac{\Phi}{16} = \frac{600000}{16} = 37500$ (16 *cm* = 15 *cm* + 1 *cm* mit Rücksicht auf Streuung, Feldpyramide). Die Konstante K muß also sein

$$\frac{37500}{8{\cdot}1 \times 1330} = 3{\cdot}48 = \frac{W}{w_f}.$$

W bedeutet hiebei den gesamten Widerstand des Galvanometerkreises = 2000 Ohm, w_f die zur Wirkung kommende Windungsfläche. Aus dem Ausschlag ergibt sich somit die Induktion B nach der Formel $B = 3{\cdot}48 \cdot c_B \cdot \alpha$.

Die zur Wirkung kommende Windungsfläche beträgt also $w_f = \frac{2000}{3{\cdot}48} = 575\ cm^2$ oder pro Windung und *cm* Prüfspulenlänge $\frac{575}{50 \times 16} = 0{\cdot}719\ cm^2$. Das ist also in *cm* auch die zur Wirkung kommende Breite der Prüfspule schon mit Rücksicht auf die zum Herausziehen erforderliche Zeit.

Es wurde nun zunächst die Form des Hauptfeldes unter den Wendepolen bestimmt. Das Feld wurde mit 220 *V* voll erregt und der Anker bei abgehobenen Bürsten mit 950 U. p. M. angetrieben.

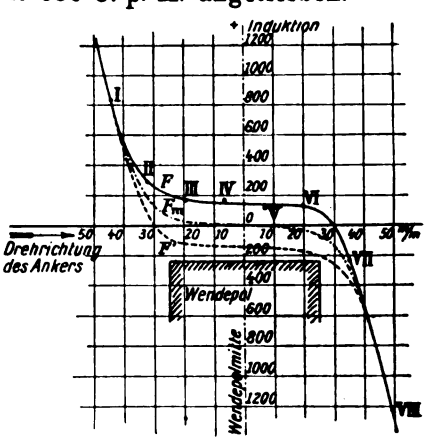


Fig. 4.

Die Induktion wurde (siehe Fig. 4) in den Punkten 1 bis 8 bestimmt. Es ergab sich:

Punkt 1	$\alpha = 8{\cdot}6$	$c_B = 27{\cdot}93$	$B = 839$	Drehrichtung.
„ 2	$\alpha = 3{\cdot}0$	$c_B = 27{\cdot}88$	$B = 291$	
„ 3	$\alpha = 1{\cdot}7$	$c_B = 27{\cdot}87$	$B = 165$	
„ 4	$\alpha = 1{\cdot}7$	$c_B = 27{\cdot}87$	$B = 165$	
„ 5	$\alpha = 1{\cdot}2$	$c_B = 27{\cdot}86$	$B = 116$	
„ 6	$\alpha = 1{\cdot}33$	$c_B = 27{\cdot}86$	$B = 129$	
„ 7	$\alpha = -2{\cdot}3$	$c_B = 27{\cdot}88$	$B = -230$	
„ 8	$\alpha = -12{\cdot}7$	$c_B = 27{\cdot}96$	$B = -1230$	

Digitized by Google

Das Feld ist in Fig. 4 aufgetragen, Kurve *F*. Das um 180° verdrehte Felddiagramm ist strichliert eingetragen (*F'*). Die eingezeichnete mittlere Kurve F_m entspricht jenem Feld, das bei vollkommen symmetrischer Anordnung zustande käme. Eine Nachmessung hat ergeben, daß der Wendepol, unter welchem die Luftspaltinduktion aufgenommen wurde, tatsächlich etwas im Sinne der Drehrichtung aus dem Mittel zwischen den Hauptpolen verschoben ist. Die Entfernung des Wendepolmittels vom Mittel des in der Drehrichtung vorausliegenden Hauptpoles beträgt 198·5 *mm*, vom Mittel des in der Drehrichtung nachfolgenden Hauptpoles hingegen 209·5 *mm* an der Polschuhoberfläche gemessen.

Die Wendepolmitte wurde so bestimmt, daß der Motor an der gleichen Spannung mit dem gleichen Strom belastet nach beiden Drehrichtungen mit derselben Tourenzahl laufen mußte, wenn die Bürsten in dieser Stellung waren. Zur Kontrolle wurde noch das Ankerquerfeld allein aufgenommen und zu diesem Zwecke durch den mit zirka 100 U. p. M. leer angetriebenen Anker ein Strom von 90 *A* geschickt. Die Induktion wurde im Wendepolluftspalt in den Punkten 1 bis 8 gemessen (siehe Fig. 5), und zwar ergab sich:

Punkt 1	$\alpha =$ 4·1	$c_B = 27·9$	$B =$	398
„ 2	$\alpha =$ 6·7	$c_B = 27·91$	$B =$	636
„ 3	$\alpha =$ 9·6	$c_B = 27·94$	$B =$	934
„ 4	$\alpha =$ 10·15	$c_B = 27·95$	$B =$	988
„ 5	$\alpha =$ 10·3	$c_B = 27·95$	$B =$	1010
„ 6	$\alpha =$ 10·0	$c_B = 27·95$	$B =$	972
„ 7	$\alpha =$ 6·5	$c_B = 27·91$	$B =$	631
„ 8	$\alpha =$ 4·2	$c_B = 27·9$	$B =$	408

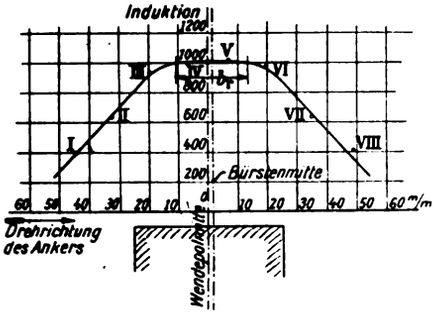


Fig. 5.

Wie aus Fig. 5 ersichtlich, fällt die Bürstenmitte beinahe vollständig in die Wendepolmitte. Innerhalb der Bürstenbreite $b_r = 2·5$ Lamellen ist das Querfeld konstant. Daß sich hier die bekannte parabolische Kuppe nicht ausbildet, hat seinen Grund darin, daß die Bürste nur 2·5 Lamellen bedeckt und die Stromwendung sicher nicht ganz geradlinig ist, da sie ja ohne Wendefeld vor sich geht.

Es wurde hierauf für verschiedene Belastungsfälle das Feld im Wendepolluftspalt aufgenommen. Die Linienstromstärke in den Anker hinein wurde konstant auf 300 *A* gehalten, die Erregung der Wendepole wurde variiert entsprechend 100, 240, 320, 365, 420 *A*. Die folgende Tabelle gibt die dabei erhaltenen Induktionen:

Fig. 6 zeigt für diese Fälle den Verlauf der Induktion längs des Wendepolluftspaltes.

Bei 100 *A* Wendefeldstromstärke ist das Feld im Wendepolluftspalt beinahe 0. Die muldenförmige Einbuchtung *A* rührt von der Abnahme der gegenwirkenden AW des Ankers nach beiden Seiten von der Bürstenmitte aus her. Bei geradliniger Kommutation muß die tiefste Stelle dieser Mulde genau im Bürstenmittel *M* liegen. Bei stark verzögerter oder beschleunigter Kommutation wandert diese tiefste Stelle im Sinne bezw. im entgegengesetzten Sinne der Drehrichtung, wie dies Fig. 7 a, b, c für die drei Fälle der geradlinigen, der verzögerten und beschleunigten Kommutation schematisch darstellt.

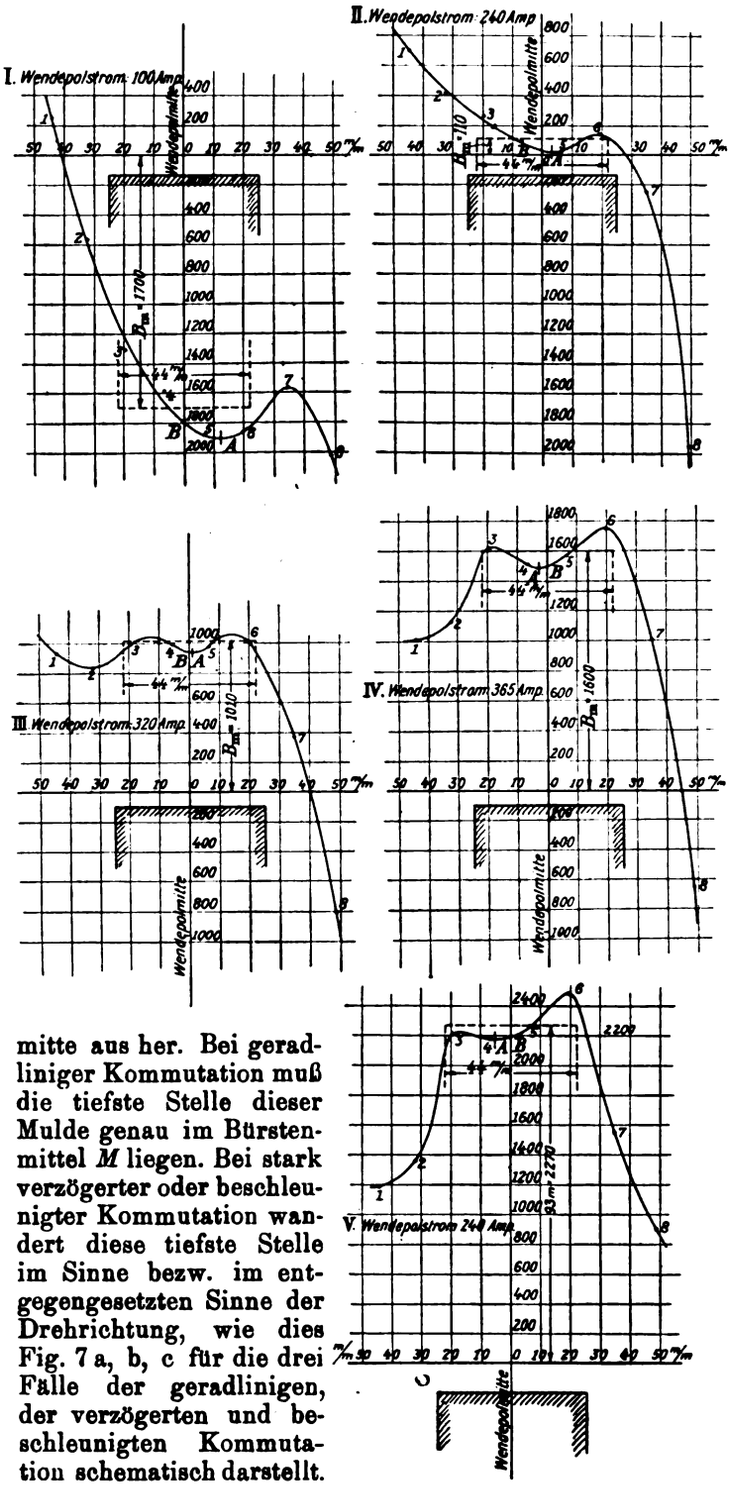


Fig. 6. (I—V.)

Induktion in den Punkten

Amp.-Wendepol	1	2	3	4	5	6	7	8	Drehrichtung → B_m
100	+ 252	— 564	— 1305	— 1585	— 1880	— 1865	— 1570	— 2020	— 1700
240	+ 698	+ 415	+ 261	+ 97	+ 32	+ 139	— 245	— 1955	+ 110
320	+ 926	+ 835	+ 984	+ 984	+ 978	+ 1010	+ 364	— 806	+ 1010
365	+ 1010	+ 1125	+ 1620	+ 1510	+ 1570	+ 1755	+ 1010	— 648	+ 1600
420	+ 1190	+ 1360	+ 2210	+ 2175	+ 2260	+ 2480	+ 1550	+ 900	+ 2270

Digitized by Google

Die Feldverdrängung an den Hauptpolen ist in Fig. 6 deutlich zu sehen.

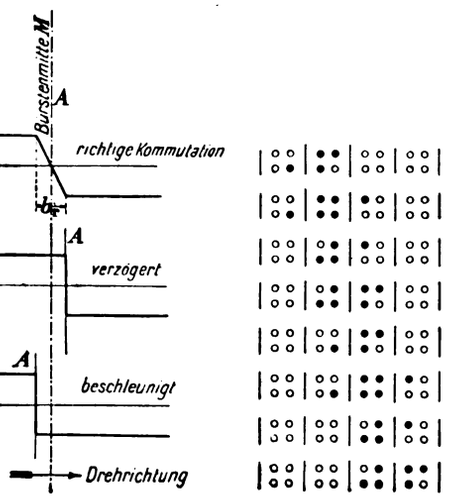


Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 8 zeigt die gleichzeitig kommutierenden Leiter. Zwischen je zwei Bildern beträgt der Bürstenvorschub 0·5 Lamellen. Es kommutieren also im Mittel Leiter in 2·25 Nuten. Die mittlere Breite der wirklichen Wendezone beträgt somit zirka

$$2{\cdot}25 \,.\, \tau_n = 2{\cdot}25 \times 19{\cdot}2 = 44\ mm$$

und ist beinahe so breit wie der Wendepol selbst (50 *mm*). Mit B_m sind in der vorigen Tabelle die Mittelwerte des Feldes im Wendepolluftspalt bezeichnet, auf eine Breite von 44 *mm* symmetrisch zur Bürstenmitte *B* verteilt (siehe Fig. 6).

Diese mittleren Induktionen in der Wendezone sind in Abhängigkeit von der Wendefeldstromstärke in Fig. 9 aufgetragen und liegen ziemlich genau

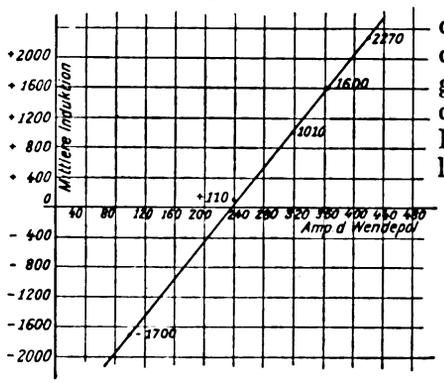


Fig. 9.

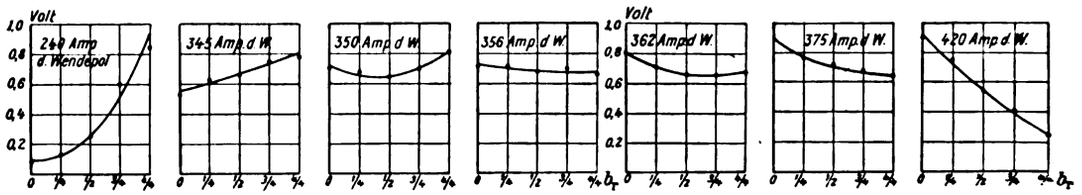


Fig. 10.

auf einer Geraden. Bei 238 *A* ist $B_m = 0$. Das entspricht $238 \times 13 = 3094$ Wendepol-AW. Die Anker-AW betragen $75 \times 41 = 3075$. Diese beiden Werte sind also, wie auch zu fordern, praktisch einander gleich. Daß der Punkt bei 240 *A* aus der Geraden herausfällt, erklärt sich durch die bereits erwähnte Unsymmetrie, deren Einfluß eben nur bei schwachem Feld im Wendepolluftspalt vorhanden ist.

Aus dieser Geraden kann der zur Wirkung kommende Wendepolluftspalt berechnet werden. Bei 400 *A* im Wendefeld, entsprechend $400 \times 13 = 5200$ Wendepol-AW bezw. $5200 - 3075 = 2125$ feldtreibenden Amperewindungen pro Pol beträgt die Induktion im Wendepolmittel zirka 2040 Linien.

Nun ist aber der äquivalente Luftspalt

$$\delta'' = \frac{1{\cdot}25\ \text{AW}}{B} = \frac{1{\cdot}25 \times 2125}{2040} = 13{\cdot}0\ mm.$$

Nach der Formel von O s s a n a beträgt der Luftspalt mit Rücksicht auf die Ankernutung:

$$\delta' = \delta \frac{\tau_n + 8\,\delta}{a + 8\,\delta} = 10 \,.\, \frac{19{\cdot}2 + 80}{11{\cdot}6 + 80} = 10 \,.\, \frac{99{\cdot}2}{91{\cdot}6} = 10{\cdot}8\ mm.$$

Die Vergrößerung auf 13·0 *mm* erklärt sich durch den magnetischen Widerstand des ganzen Eisenkreises.

Zur Bestimmung jener Wendefeldstromstärke, bei der gute Kommutation vorhanden ist, wurden in bekannter Weise die Bürstenpotentialkurven für verschiedene Verhältnisse Wendepolstrom- zu Ankerstromstärke aufgenommen, und zwar (siehe Fig. 10).

Kurve	1	Wendepolampere	240	Ankerampere	300
„	2	„	345	„	300
„	3	„	350	„	300
„	4	„	356	„	300
„	5	„	362	„	300
„	6	„	375	„	300
„	7	„	420	„	300

Gute Kommutation ist also bei 353 *A* im Wendefeld vorhanden. Die Wendepolinduktion beträgt hiebei 1450 Linien. Kurve 1 zeigt den Fall eines beinahe feldfreien Wendepolluftspaltes bei starker Unterkommutation. Bei der vollen Ankerstromstärke von 550 *A* wird also zu guter Kommutation ein Wendefeld von 2660 Linien/cm^2 notwendig sein.

Nach P i c h e l m a y e r ist nun

$$B_w = A \,.\, \zeta \,.\, \frac{L_a}{L_w}$$

$$1450 = 156 \,.\, \zeta \,.\, \frac{17}{16}$$

$$\zeta = 8{\cdot}75 \text{ Linien},$$

das heißt bei einer Durchflutung des ganzen kommutierten Bündels von 1 AW beträgt die Zahl der mit allen Windungen verketteten Linien 8·75 pro *cm* Hin- und Rückleitung.

Nun sind die nichtaktiven Windungsteile bei diesem Anker zirka 2·9mal so lang wie die im Eisen eingebetteten. Rechnet man pro *cm* der nichtaktiven Windungsteile schätzungsweise mit

$$\zeta_{an} = 1 \text{ Linie},$$

so bleiben für die aktiven Windungsteile pro *cm* $\zeta_a = 8{\cdot}75 - 2{\cdot}9 = 5{\cdot}85$ Linien, das heißt es würden ein Drittel der gesamten Streuspannung auf die nichtaktiven, die restlichen zwei Drittel auf die im Eisen eingebetteten Windungsteile entfallen.

Denkt man sich das ganze kommutierte Bündel auf den Nutengrund einer einzigen Nut in einer unendlich dünnen Schicht konzentriert, so erhält man aus den Nutendimensionen (Breite 7·6 *mm*, Höhe 40 *mm*) die Linienzahl pro *cm* Hin- und Rückleitung mit

$$\zeta_{ideell} = \frac{\frac{4\pi}{10} \,.\, 1 \,.\, (2 \times 4)}{0{\cdot}76} = 13{\cdot}2 \text{ Linien}.$$

Die Verringerung dieses Wertes auf 5·85 Linien würde sich dann durch die Ausbreitung der Leiter in der Nut sowie durch Zerspleißung des kommutierten Bündels auf mehrere Nuten erklären.

Die gemessenen Induktionen wurden über dem Mittel der Prüfspulenbreite aufgetragen. Richtiger wäre es gewesen, die Kurven so einzuzeichnen, daß der Inhalt des Feldblocks über der Prüfspulenbreite erhalten

Digitized by Google

bleibt. Die dadurch bedingte Ungenauigkeit kommt jedoch mit Rücksicht auf die vorhandenen Krümmungen kaum in Betracht.

Die ballistische Untersuchung des Feldes im Wendepolluftspalt, die mit Hilfe eines schwach gedämpften Spiegelgalvanoskops bequemer auszuführen ist, wird jedenfalls in mancher Beziehung noch ganz interessante Aufschlüsse bieten können.

Zusammenfassung.

Es wird an einem Gleichstrommotor bei normalem Lauf für verschiedene Fälle der Kommutierung der Verlauf des Luftspaltfeldes unter dem Wendepol gemessen und für gute Kommutation ein wirkliches, den Luftspalt übersetzendes Feld nachgewiesen. Der feldfreie Luftspalt entspricht, wie zu erwarten, genau Kompensation der Wendepol- und Anker-AW und starker Unterkommutation.

Telephonie auf große Entfernungen.

Von Ing. **Ernst Felix Petritsch**, Wien *).

Obwohl das Wort Telephonie schlechtweg „Ferntönen" bedeutet, ist der Bereich, bis zu dem das gesprochene Wort in einer durchaus verständlichen Art und Weise übertragen werden kann, verhältnismäßig eng begrenzt. Während es beim elektrischen Telegraphen in kurzer Zeit nach seiner Erfindung gelang, die dem Fernverkehre entgegenstehenden Schwierigkeiten zu überwinden, die verschiedenen Weltteile durch die trennenden Ozeane hindurch mittels Kabel zu verbinden und so eine telegraphische Nachrichtenübermittlung um die ganze Erde herum zu ermöglichen, ist man auch heute noch von einer Welttelephonie weit entfernt. Es ist auch leicht einzusehen, daß die einer Telephonie auf große Entfernungen entgegenstehenden Schwierigkeiten ungleich größer als bei der telegraphischen Nachrichtenübermittlung sind. Handelt es sich doch hier um die Übertragung eines so schwachen und eigenartigen Gebildes, wie es die menschliche Sprache ist, die auf viele hunderte von Kilometern Entfernung noch mit allen ihren Feinheiten und mit der Klangfarbe des Sprechenden wiedergegeben werden muß. Mit Recht bezeichnet daher Dr. Baur **) die Lösung der Frage einer Telephonie auf große Entfernungen als eine der schwierigsten Aufgaben der modernen Elektrotechnik.

So empfindlich der Telephonapparat als Registrierinstrument ist und so sehr er sich deshalb zum Empfangen der schwachen Sprechströme eignet, so gering ist seine Leistungsfähigkeit als Sender. An eine Telephonie auf größere Entfernungen konnte daher erst gedacht werden, nachdem das im Jahre 1878 von Hughes erfundene Mikrophon als Gebeapparat in der Fernsprechtechnik allgemeine Anwendung gefunden hatte. Bei diesem Apparate werden durch die Schallwellen weit größere Energiemengen als beim Telephon in Bewegung gesetzt, seine Anwendung als Gebeapparat gestattet die Einschaltung eines Transformators zwischen den Sendeapparaten und der Leitung, wodurch die Stromschwankungen im Senderstromkreis in höher gespannte Ströme verwandelt werden, denen es naturgemäß leichter möglich ist, größere Leitungswiderstände zu überwinden. Das Mikrophon war sonach das erste Mittel, das der Telephonie aus dem engen Bereiche des städtischen Weichbildes hinausverhalf und ihr eine Hörweite verlieh, die ihre Ausdehnung über die Lande gestattete.

Immerhin blieb noch bis zum Ende der Achtzigerjahre die Entfernung von etwa 200 *km* die Grenze, bis zu der eine Telephonie zwischen beliebigen Teilnehmerstellen möglich war. 1884 war wohl bereits in Nordamerika die etwa 350 *km* lange Versuchslinie Boston—New York eröffnet worden, aber ein Sprechverkehr zwischen beliebigen Teilnehmerstellen dieser beiden Städte war ebensowenig möglich, wie zwischen Berlin—Hannover auf der im Jahre 1886 zwischen diesen beiden Orten errichteten, 340 *km* langen Telephonleitung. Im selben Jahre (1886) wurde auch in Österreich der erste Versuch mit einer Telephonie auf größere Entfernungen durch Einrichtung von zwei Telegraphenleitungen zwischen Brünn und Wien von etwa 150 *km* Länge nach dem System von Rysselberghe zum gleichzeitigen Telephonieren gemacht, der einen vollen Erfolg mit sich brachte, so daß im folgenden Jahre die Orte Liesing, Baden, Vöslau, Wiener-Neustadt und Reichenau in den Telephonverkehr mit Wien einbezogen wurden. Eine Telephonie auf größere Entfernungen war damals noch hauptsächlich aus dem Grunde nicht möglich, weil das Leitungsmaterial bei Freileitungen noch ausschließlich aus Eisendrähten bestand. Erst durch die Ende der Achtzigerjahre erfolgte Erfindung und Einführung des Bronzedrahtes in die Fernsprechtechnik, gelang es, einen Fernsprechverkehr auf größere Entfernungen, selbst über die Grenzen der verschiedenen Staaten hinaus, zu ermöglichen. 1890 erfolgte in Österreich die Herstellung von drei internationalen Telephonleitungen von Wien nach Budapest auf etwa 300 *km* Entfernung, denen als weitere internationale Telephonleitungen im Jahre 1894 die Herstellung einer Telephonleitung von Wien über Prag nach Berlin und im Jahre 1896 die Herstellung einer zweiten direkten Telephonleitung Wien—Berlin folgten. Im Jahre 1900 gilt in Europa als längste Fernsprechverbindung die in diesem Jahre errichtete Telephonleitung zwischen Berlin und Paris auf 1200 *km*. In Nordamerika war bereits 1893 die etwa 1500 *km* lange Telephonleitung New York—Chicago hergestellt worden, auf die wenige Jahre später die Herstellung der 1650 *km* langen Telephonleitung New York—St. Louis folgte. Diese beiden Leitungen galten bis vor kurzem noch als die längsten der Welt und es schien nicht viel Aussicht vorhanden zu sein, den Sprechbereich über eine Entfernung von 2000 *km* zu erhöhen. Da brachte das Jahr 1911 die überraschende Nachricht, daß es in Nordamerika gelungen sei, eine Fernsprechverbindung von New York über Chicago und Omaha hinaus bis nach Denver auf eine Entfernung von 3300 *km* herzustellen. Ja, in letzter Zeit wird sogar die Nachricht verbreitet, daß die American Telegraphe and Telephony Company die Absicht habe, anläßlich der Eröffnung der Weltausstellung in San Francisco im Jahre 1915 diese Telephonleitung von Denver bis San Francisco zu verlängern und so einen Sprechverkehr durch ganz Nordamerika auf eine Entfernung von 5245 *km* zu ermöglichen. Mit welchen technischen Hilfsmitteln dies bewerkstelligt werden soll, ist freilich noch eine offene Frage. Zudem ist zu bemerken, daß in Nordamerika, obwohl es über die längsten bestehen-

*) Nach einem in der „Freien Vereinigung für staatswissenschaftliche Fortbildung" auf der Wiener Universität gehaltenen Vortrag.

**) Das elektrische Kabel, zweite Auflage, Berlin 1910, Seite 114.

Digitized by Google

den Telephonleitungen verfügt, das Schwergewicht des Telephonverkehrs durchaus nicht im Fernverkehre, sondern im Lokalverkehre der Großstädte liegt. Gespräche zwischen New York und Denver kommen nur sehr vereinzelt vor, die Ausnutzung der langen Leitung erfolgt eigentlich in kleineren Teilstrecken.

Auch darf nicht außer acht gelassen werden, daß bei der Abwicklung von Gesprächen zwischen so weit voneinander entfernten Orten der bestehende Zeitunterschied sich hemmend bemerkbar macht. Der Zeitunterschied zwischen New York und Denver beträgt bereits etwa zwei Stunden, zwischen New York und San Francisco über drei Stunden; hiedurch wird die Zeit, während welcher beliebig Gespräche zwischen Teilnehmern der miteinander verbundenen Orte abgewickelt werden können, auf wenige Stunden des Tages eingeschränkt.

In weit größerem Umfange als in Nordamerika ist, wie aus der Tabelle I ersehen werden kann, in

Tabelle I.

Fernsprechstatistik 1912.

Länder	Anzahl der interurbanen Telephonleitungen	Länge der Leitungen in *km*	Zahl der Ferngespräche in Millionen	Zahl der Ferngespräche pro Einwohner
Belgien	297	29.434	2·30	0·31
Dänemark	1.820	84.396	39·39	13·56
Deutsches Reich	**20.492**	**1,200.965**	**377·26**	**5·82**
England	2.747	691.945	33·66	0·73
Frankreich	16.789	522.251	34·95	0·98
Italien	438	27.282	4·40	0·12
Niederlande	974	73.458	5·53	0·92
Norwegen	557	84.200	8·13	3·50
Österreich	**635**	**59.140**	**5·32**	**0·19**
Rumänien	7.061	56.306	1·49	0·21
Rußland	37	10.735	7·20	0·05
Schweden	3.240	285.208	20·82	3·72
Schweiz	991	28.719	11·41	3·32
Ungarn	1.107	67.752	2·39	0·08

Europa, dem Telephonverkehre über Land zwischen den verschiedenen Städten Aufmerksamkeit gewidmet worden. Das umfangreichste Netz interurbaner Telephonleitungen besitzt das Deutsche Reich; in weitem Abstand folgt hierauf das englische Fernsprechnetz, hinter dem das französische nicht weit absteht. Noch stärker tritt die Überlegenheit des interurbanen Telephonwesens in Deutschland hervor, wenn man die Zahl der in den einzelnen Staaten jährlich abgewickelten Gespräche miteinander vergleicht. In Deutschland werden jährlich mehr Ferngespräche geführt, als sonst in sämtlichen europäischen Staaten zusammengenommen. In Österreich steht das interurbane Telephonwesen erst in den Anfängen der Entwicklung. Namentlich was die Zahl der auf den Einwohner entfallenden Ferngespräche betrifft, steht Österreich nicht nur hinter dem ganz eigenartige, den interurbanen Sprechverkehr ganz besonders begünstigende Verhältnisse aufweisenden Dänemark, dem Deutschen Reiche, den nordischen Staaten Schweden und Norwegen, der Schweiz, Frankreich, der Niederlande, England und Belgien, sondern auch unserem orientalischen Nachbarstaate, Rumänien, nach. Daß aber in den letzten Jahren ein gewaltiger Ansatz hinsichtlich des Ausbaues des interurbanen Telephonnetzes und der Benutzung des Telephons zum interurbanen Fernsprechverkehr auch in Österreich zu verzeichnen ist, kann aus den in Fig. 1, 2 und 3 ersehen werden. Übrigens kann, was die technische Durchbildung des Fernsprechwesens betrifft, Österreich mit sämtlichen europäischen Staaten die Konkurrenz aufnehmen. Dank dem außerordentlich soliden Bausystem weisen die

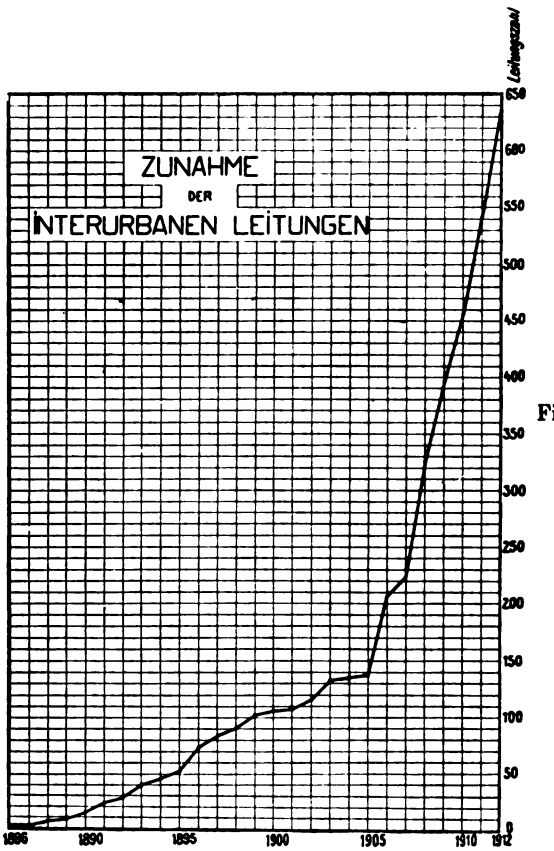


Fig. 1.

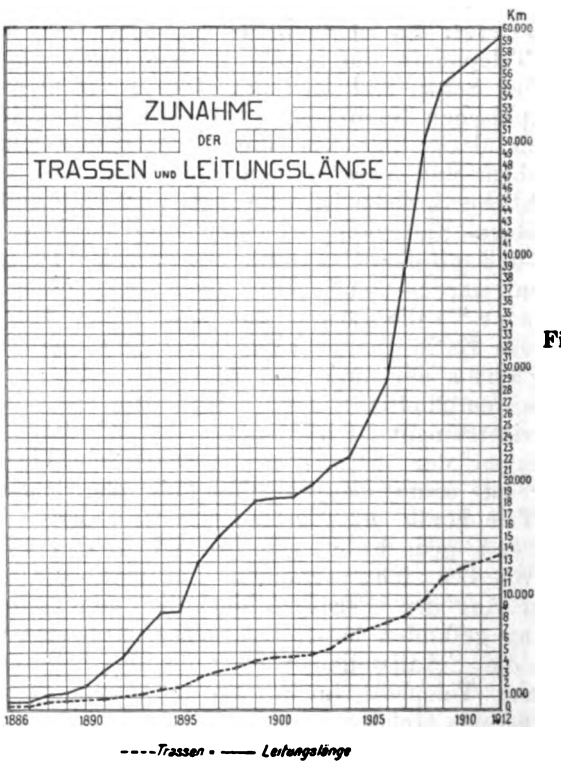


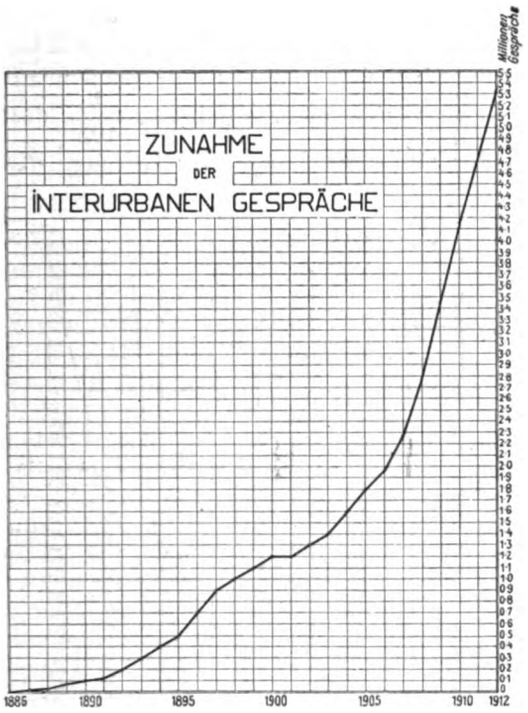
Fig. 2.

österreichischen Telephonleitungen eine sehr große Leistungsfähigkeit auf und werden durch Störungen, was immer für einer Art, nur selten beeinflußt. Diesem Umstande ist es zu verdanken, daß ein Telephonverkehr zwischen einem Ende der Monarchie und dem anderen, von Czernowitz bis nach Bregenz, auf etwa

Digitized by Google

1800 *km* Entfernung sich anstandslos abwickelt, und daß selbst ein internationaler Telephonverkehr mit der über 1600 *km* entfernten Hauptstadt Rumäniens, Bukarest, eröffnet werden konnte. Längere Sprechverbindungen als wie die angeführten sind in Europa bisher

Fig. 3.



überhaupt nicht eröffnet worden; die längste in Europa bestehende Sprechverbindung dürfte die zwischen Madrid und Paris auf etwa 1600 *km* Entfernung sein. Eine längere Sprechverbindung ist erst projektiert; sie soll zwischen Rom und Berlin, auf etwa 2000 *km* Entfernung, eröffnet werden, doch ist erst die Teilstrecke Berlin—Mailand fertiggestellt.

Alle in den letzten zwei Jahrzehnten in der Telephonie auf große Entfernungen erzielten Erfolge sind nicht so sehr durch Verbesserung der Apparate als wie durch eine entsprechende Ausgestaltung und Beeinflussung der Leitung erzielt worden. Die Leitung spielt hier in der Telephonie nicht nur eine ganz andere, sondern auch wesentlich wichtigere Rolle als in der Telegraphie.

Gleich in den ersten Entwicklungsstadien der Telephonie zeigte sich, daß Kabel zum Fortleiten von Telephonströmen auf größere Entfernung ungeeignet seien. Die Telephonie wurde daher von allem Anfang an darauf verwiesen, eine Sprechverständigung auf größere Entfernung ausschließlich durch Anlage oberirdischer Linien anzustreben. Aber auch hier ging es nicht an, das für Telegraphenleitungen in Verwendung stehende Bausystem einfach zu adaptieren. Es mußte vielmehr erst langsam nach vielen Mißerfolgen ein eigenes, für Fernleitung bestimmtes Bausystem geschaffen werden*). Den langen und mühevollen Weg, den hier die Fernsprechtechnik zurückgelegt hat, in allen Einzelheiten zu schildern, würde zu weit führen; es sei nur an die vielen Mißlichkeiten erinnert, die der Versuch, die Erde wie in der Telegraphie, so auch in der Telephonie als Rückleitung zu verwenden, mit sich brachte, bis man sich endlich dazu entschloß, alle Fernsprechleitungen als Doppelleitungen anzulegen; weiters an die langwierigen Versuche, die Telephonleitungen gegenseitig vor Induktionsstörungen zu schützen, bis es gelang, durch Einführung von Kreuzungen bezw. durch Verdrillung der Drähte, die hier auftretenden Übelstände zu beheben. Schließlich sei nochmals daran erinnert, daß eine Telephonie auf größere Entfernung erst ermöglicht wurde, nachdem es der Technik gelungen war, ein neues Drahtmaterial von großer Festigkeit und geringem elektrischen Widerstand für oberirdische Schwachstromanlagen zu schaffen, den Bronzedraht, von dem bereits die Rede war, der später durch den Hartkupferdraht einen Konkurrenten erhielt. Weiters ist es selbstverständlich, daß infolge der Hyperempfindlichkeit des Telephons, das begreiflicherweise mit derselben Präzision nicht nur auf die schwachen Fernsprechströme, sondern auch auf alle, durch was immer für Ursachen in der Leitung hervorgerufenen Ströme anspricht, beim Bau und bei der Erhaltung von Telephonleitungen allen Einzelheiten, jeder Drahtverbindung jedem Isolator, jeder Einführung, jeder Untersuchungs- oder Mittelstation eine ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden muß.

In dieser Hinsicht ist die Fernsprechtechnik auch heute noch ununterbrochen bestrebt, weitere Verbesserungen einzuführen, um die mannigfachen Verluste, die in der Leitung infolge von Ableitung, Wirbelströme, Reflexionen und anderen Ursachen auftreten, soviel als möglich zu verringern.

Ganz besondere Schwierigkeiten hat es verursacht, die Rolle, welche die Leitung in elektrischer Hinsicht spielt, richtig zu erfassen. Bei Gleichstrom bleibt bekanntlich die Stromstärke, abgesehen von den gewöhnlich unbeträchtlichen Verlusten durch Ableitung in allen Punkten der Leitung dieselbe und wird einfach bestimmt durch das Verhältnis von elektromotorischer Kraft zum Widerstand. Telephonströme müssen aber als Wechselströme aufgefaßt werden, da die Vokale der Sprache, aus Schallschwingungen verschiedener Periodenzahlen bestehen, die in entsprechende wellenförmige Ströme verwandelt werden. Bei der Fortleitung von Wechselströmen auf langen Leitungen treten nun infolge des Entstehens und Verschwindens magnetischer und elektrischer Felder weit verwickeltere Verhältnisse auf; die zur Erzeugung dieser Felder erforderlichen Ladungsströme verändern die Stärke des Stromes von Stelle zu Stelle und bewirken, daß die Höhe der Stromamplitude mit der Länge der Leitung immer rascher abnimmt, eine Erscheinung, welche die Dämpfung der Fernsprechströme genannt wird. Ein Beispiel wird die hier bestehenden Verhältnisse klarlegen. In dem in

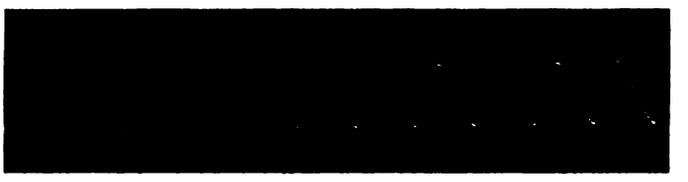


Fig. 4.

Fig. 4 wiedergegebenen Oszillogramme ist der am Anfang einer 211 *km* langen Kabelleitung*) in dieselbe hineingesandte und der am Ende dieser Leitung ankommende Wechselstrom abgebildet. Aus dem Bilde ist sofort zu erkennen, welch außerordentlich große Verringerung

*) Siehe E. u. M. 1910, Heft 45, Seite 964.

*) Mit 2 *mm* starken Kupferleitern, die nach Krarup mit einer Umspinnung mit Eisendraht versehen sind.

Digitized by Google

die Amplitude des Wechselstromes beim Durchgange durch die Kabelleitung erfahren hat. Trotz dieser großen Dämpfung ist über diese Leitung noch immer eine sehr gute Sprechverständigung möglich. Die Amplitude des am Anfange der Leitung in dieselbe gesandten Stromes J_a steht zu der Stärke des am Ende der Leitung anlangenden Stromes J_e in dem Verhältnisse $\frac{J_a}{J_e} = \frac{1}{2} e^{2 \cdot 52}$, in welcher Formel e die Basis der natürlichen Logarithmen vorstellt. Der Exponent 2·52 ist das Maß für die Dämpfung und wird mit βl bezeichnet, wobei l die Leitung in Kilometern, β die spezifische Dämpfung, das heißt die Dämpfung pro *km* vorstellt. Die Periodenzahl des oszillographisch aufgenommenen Wechselstromes beträgt 520. Fig. 5 zeigt wieder den Strom am

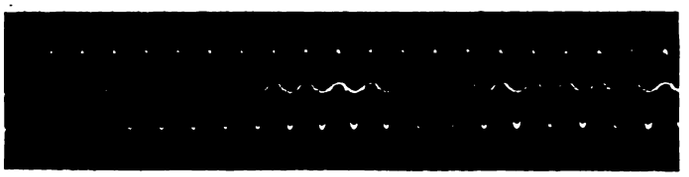


Fig. 5.

Anfange und am Ende derselben Kabelleitung, jedoch bei einer etwas höheren Periodenzahl von 950, das βl, die Dämpfung, ist hier bereits auf 2·57 gestiegen. In Fig. 6 beträgt die Periodenzahl des Wechselstromes 1200,

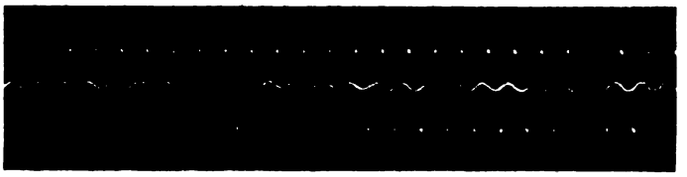


Fig. 6.

die Größe der Dämpfung $\beta l = 2 \cdot 69$. Die drei oszillographischen Aufnahmen veranschaulichen deutlich, daß Sprechwellen von höherer Periodenzahl bei ihrer Fortleitung in die Ferne eine immer stärkere Dämpfung erfahren. Die Sprache, die aus Tönen verschiedener Periodenzahlen zusammengesetzt ist, wird daher bei der Übertragung nicht genau in derselben, sondern stets in einer etwas verzerrten Form wiedergegeben, wodurch aber ihre Verständlichkeit keine bedeutende Einbuße erleidet, weil das Ohr ein ausgesprochenes Resonanzinstrument ist, das den Klängen der Sprache gegenüber eine erhöhte Empfindlichkeit aufweist. Nach welchem Gesetze die Abnahme des Stromes mit der Länge der Leitung erfolgt, ist aus der in Fig. 7 wiedergegebenen Schaulinie zu ersehen. Die Abnahme der Stromstärke erfolgt nicht proportional mit der Länge der Leitung, sondern nach logarithmischem Gesetze. Erreicht der Dämpfungsexponent βl zum Beispiel bei einer gewissen Länge der Leitung den Wert 2, so verhält sich $J_a : J_e = 3 \cdot 7$, es kommt in der Endstation nur $\frac{1}{3 \cdot 7}$ des Stromes an, der am Anfange der Leitung in dieselbe eintritt. Bei der doppelten Länge der Leitung, also bei einem $\beta l = 4$, wächst das Verhältnis $\frac{J_a}{J_e}$ auf 27, der am Ende der Leitung ankommende Strom ist nur mehr $\frac{1}{27}$ des Stroms, der am Anfange der Leitung in dieselbe eintritt und nur mehr $\frac{1}{7 \cdot 3}$ des Stromes, der bei der halben Länge der Leitung am Ende derselben ankommen würde. Bei der dreifachen Länge der Leitung, das ist bei einem $\beta l = 6$, nimmt das Verhältnis $\frac{J_a}{J_e}$ den Wert 201, bei der vierfachen, das ist bei einem $\beta l = 8$, den Wert 1490 an, der am Ende der Leitung ankommende Strom beträgt nur mehr $\frac{1}{54}$ bezw. $\frac{1}{403}$ desjenigen, der bei der einfachen Länge der Leitung, das ist bei

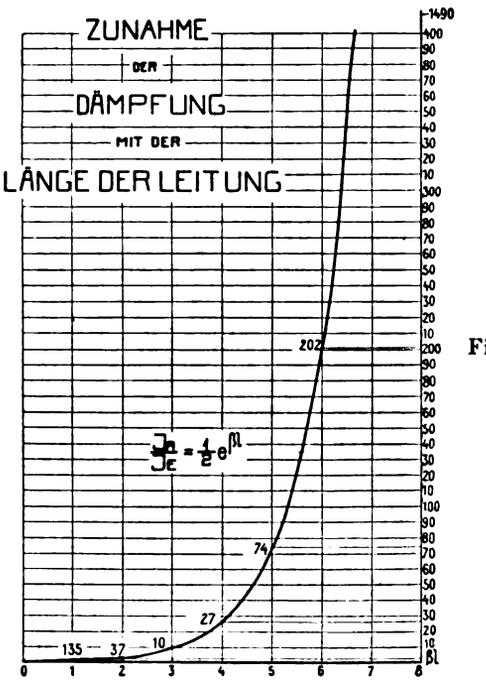


Fig. 7.

einem $\beta l = 2$ das Ende der Leitung erreicht. Die Schwierigkeiten für eine Telephonie auf größere Entfernungen wachsen daher mit zunehmender Länge der Leitung in ganz außerordentlichem Maße, über ein βl von 5 bis 6 hinaus scheint eine Telephonie fast ausgeschlossen.

Die spezifische Dämpfung, das mehrfach erwähnte β, ist in komplizierter Weise von den verschiedenen elektrischen Eigenschaften der Leitung, vom wirksamen Widerstande R, der Kapazität C, der Selbstinduktion L und der Ableitung A abhängig. Die ausführliche Formel für die Berechnung dieser Größe ist

$$\beta = \sqrt{\frac{1}{2}\left\{A R - \omega^2 C L + \sqrt{(A^2 + \omega^2 C^2)\ (R^2 + \omega L^2)}\right\}}$$

in welcher $\omega = 2 \pi n$ die Frequenz, n die Periodenzahl bedeuten. Um die dämpfende Wirkung der Leitung zu verringern und immer größere Sprechweiten zu erzielen, erscheint vorerst nichts so geeignet, als eine Herabminderung des Widerstandes R, der in der angegebenen Formel eine der einflußreichsten Größen vorstellt. Man ist daher, um den Leitungswiderstand herabzumindern, zur Verwendung immer stärkerer Drahtsorten übergegangen; aber auch hier besteht eine enge Grenze. Wie aus der folgenden Tabelle zu ersehen ist, wachsen bei Verwendung starker Drahtgattungen die Anlagekosten für Telephonleitungen in ganz außerordentlichem Maße.

Digitized by Google

Angenäherte Kosten von Telephonfreileitungen.

Drahtgattung	Drahtgewicht pro *km* Doppelleitung in *kg*	Kosten des Drahtmaterials pro *km* Doppelleitung in Kronen	Bau- und Drahtkosten pro *km* Doppelleitung in Kronen	
			Zuspannung	Neubau
1·5 *mm* starker Bronzedraht	32	88	270	500
2·0 „ „ „	56	168	370	650
2·5 „ „ „	88	264	530	780
3·0 „ „ „	126	334	680	930
3·5 „ „ „	172	456	800	1050
4·0 „ „ „	224	587	1000	1260
4·5 „ „ „	284	744	1300	1550
5·0 „ „ „	350	917	1750	2000
5·7 „ „ „	450	1180	2100	2450

Die außerordentliche Höhe dieser Beträge ist besonders auffallend im Vergleiche zu den Herstellungskosten von Telegraphenleitungen, die bei Verwendung von 4 *mm* starkem verzinkten Eisendrahte bei Zuspannungen pro *km* K 130, bei Neubauten K 330 betragen. Infolge dieser großen Anlagekosten wird begreiflicherweise die wirtschaftliche Ausnutzung langer Telephonleitungen immer schwieriger. Andererseits aber bestehen auch technische Bedenken gegen die Verwendung stärkerer Drahtsorten: nicht nur müssen bei der Anlage der Leitungen infolge des großen Gewichtes stärkerer Drähte ganz besondere Vorkehrungen baulicher Natur getroffen werden; mit der Größe des Drahtdurchmessers treten auch Wirbelstromverluste in den Drahtleitungen in immer größerem Umfange auf, so daß über eine gewisse Grenze hinaus mit noch stärkeren Drähten keine wesentliche Verbesserung der Sprechverständigung mehr zu erzielen ist[1]). Man ist daher von der Verwendung von Drähten von 5·7 *mm* Durchmesser, mit der man um die Jahrhundertwende in England namentlich begonnen hatte, wieder abgegangen und verwendet derzeit in Europa als stärkste Drahtsorte für Telephonfreileitungen auf sehr große Entfernungen Bronze- oder Hartkupferdrähte von 5 *mm* Durchmesser. In Nordamerika begnügt man sich sogar für die längsten Telephonleitungen mit Hartkupferdrähten von 4·2 *mm* Stärke.

Eine vollständige Umwälzung auf dem Gebiete der Fernsprechtechnik schien um die Jahrhundertwende die von Prof. M. J. Pupin in New York gemachte Erfindung hervorzurufen[2]). Pupin selbst war davon überzeugt, durch seine Erfindung die Frage der transatlantischen Kabeltelephonie gelöst zu haben. Obwohl sich diese hochgespannte Erwartung nicht erfüllt hat, sind die mit dem Pupinsystem erzielte Erfolge bemerkenswert genug. Bereits vor Pupin ist von den Professoren Oliver Heaviside[3]). Silvanus P. Thompson[4]) und F. Breisig[5]) darauf verwiesen worden, daß unter Umständen eine gewisse Erhöhung der Selbstinduktion eine Herabminderung der Dämpfung zur Folge habe. Aber erst durch die von Pupin angegebene Näherungsformel für die spezifische Dämpfung

$$\beta = \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

wurde die Bedeutung der Selbstinduktion jedermann anschaulich vorgeführt, gleichzeitig gab er einen Weg an, auf dem eine fast willkürliche Erhöhung der Selbstinduktion möglich ist: die punktweise Einschaltung von Induktanzspulen nach bestimmten Gesetzen. Die auf scharfsinnigen mathematischen Schlüssen beruhende Erfindung Pupins bildete vor allem anderen die Anregung, um die Rolle, welche die Leitung in elektrischer Hinsicht in der Telephonie spielt, immer eingehender zu studieren und deutlicher klarzustellen, da nunmehr durch eine richtige Erfassung der theoretischen Grundlagen bedeutende praktische Erfolge erzielbar schienen. Die heute bereits aufgelaufene Pupinliteratur läßt sich kaum mehr überblicken; es seien nur einige der bekanntesten Namen auf diesem Gebiete genannt: Ebeling[1]), Breisig[2]), Lüschen[3]), Wagner[4]), Campell[5]), Kennelly[6]), Gherardi[7]), Fleming[8]), O. Meara[9]), Hill[10]), Cohen[11]), Martin[12]), Addey[13]), Preece[14]), Pleijel[15]), di Pirro[16]), Devaux Charbonnell[17]), Cahen[18]), Bela Gati[19]), Nowotny[20]), Larsen[21]), Krarup[22]).

[1]) Siehe Dr. A. Ebeling: „Über die Leistung interurbaner Fernsprechleitungen". Verhandlungsakten der Zweiten Internationalen Konferenz der staatlichen Telegraphen- und Telephoningenieure, Paris 1910.

[2]) Transactions American Inst. El. Eng. 1900, Seite 111 und 1901, Seite 245.

[3]) Electromagnetic Theory, erschienen im Verlage des Electrician, London 1893.

[4]) E. T. Z., 1893, Seite 601.

[5]) E. T. Z., 1899, Seite 842.

[1]) E. T. Z. 1907, Seite 661, E. T. Z. 1910, Seite 20 und 119, The Electrician 1910, Journ. télégraphique 1910, Nr. 7 und 9.

[2]) Theoretische Telegraphie, Braunschweig 1910, Comptes rendus, Paris 1910.

[3]) E. u. M. 1908, E. T. Z. 1908, Seite 1105, Bl. für Post und Telegraphie 1908, Seite 138, Telegraphie und Fernsprechtechnik 1912/13, Archiv für Elektrotechnik 1912, Heft 7.

[4]) E. T. Z. 1910, Seite 163, 192, 383, E. u. M. 1910, Seite 273, Comptes rendus, Paris 1910.

[5]) Philosophical magazine 1903.

[6]) The Electrician 1904, Transaction, St. Louis 1904.

[7]) Telephony 1911, Seite 159 und 189, Seite 581, The Telephone Review 1911, Seite 105, Telegraphe and Telephone Age 1911, Seite 379.

[8]) The propagation of electric currents, London 1911.

[9]) Comptes rendus, Budapest 1908, Zeitschr. f. Schwachstromtechnik 1911, Seite 37, E. u. M. 1911, Seite 226. Journal of the Inst. of. El. Eng. London, Band 46, Nr. 206, Electrician, Band 64, Seite 879.

[10]) Comptes rendus, Budapest 1908.

[11]) Electrician, Band 65, Seite 65, Electr. Eng., Band 6, Seite 320.

[12]) Comptes rendus, Paris 1910, Electrical Review 1909/10, Electrical Review, Band 65, Seite 953, 993, 1072, Band 66, Seite 97, 151, 405, 489, 880.

[13]) The Post office Electrical Engineers Journal.

[14]) The Electrician 1907, Band 59, Seite 677.

[15]) Comptes rendus, Paris 1910.

[16]) Journal télégraphique 1907, Comptes rendus, Budapest 1908.

[17]) La Lumière Electrique 1908, 1910, 1911, 1912, 1913, Comptes rendus, Paris 1910.

[18]) Ann. d. Postes et Télégraphes 1910, La Lumière Électrique 1911.

[19]) Comptes rendus, Paris 1910, La Lumière Electrique 1913.

[20]) E. u. M. 1906, Seite 291, 1907, Seite 732, Comptes rendus, Paris 1910.

[21]) E. Z. Z., Berlin 1908, Seite 1030.

[22]) Journal télégraphique, Bern 1905, Comptes rendus, Budapest 1908, E. T. Z., Berlin 1902, Seite 344.

Digitized by Google

Aber nicht nur in theoretischer Hinsicht sind von der Pupinschen Erfindung bedeutende Anregungen ausgegangen, auch in der Praxis sind mit dem Pupinsystem nennenswerte Erfolge erzielt worden. Am stärksten in die Augen springend sind diese bei der Kabeltelephonie, für die vor zehn Jahren noch eine Entfernung von 50 bis 100 *km* als Grenze einer Sprechverständigung angesehen werden mußte. Heute können mit Hilfe des Pupinsystems auf dem Festlande, unter Erde, wo die Isolierung der Kupferleitungen mittels lockerer Papierumwicklung durchführbar ist, Telephonkabel ohne Bedenken bis auf 1000 *km* Länge ausgelegt werden. In Nordamerika bestehen derzeit bereits Kabelverbindungen zwischen New York und Philadelphia auf 150 *km* Länge, New York und Washington auf 375 *km* Länge und New York und Boston auf 395 *km* Länge. Diese Kabel, deren Kupferadern eine Stärke von bloß 2·58 *mm* Durchmesser aufweisen, ermöglichen eine Sprechverständigung zwischen Washington und Boston auf 770 *km* Entfernung. Die Dämpfung zwischen diesen beiden Orten entspricht einem $\beta l = 3$, die spezifische Dämpfung der pupinisierten Kabelleitung kommt der einer Freileitung aus 3·2 bis 3·5 *mm* starkem Bronzedraht gleich. Deutschland ist diesem Beispiel bereits gefolgt und hat im verflossenen Jahre zwischen Berlin und Magdeburg ein 180 *km* langes pupinisiertes Telephonkabel mit 25 Adernpaaren aus 2 und 3 *mm* starken Kupferdrähten ausgelegt, das bis in das rheinisch-westphälische Industriegebiet verlängert werden soll. Größere Schwierigkeiten bot die Verwendung des Pupinsystems bei Telephonunterseekabeln wegen der großen Kapazität und der großen Ableitung, welche dieselben infolge der Notwendigkeit, Guttapercha als Isolationsmateriale zu verwenden, aufweisen. In jüngster Zeit ist wohl der Versuch gemacht worden, Balata als Isolationsmateriale für Telephonunterseekabel zu verwenden, wodurch die Ableitung um fast das zehnfache herabgemindert wird, doch ist es noch fraglich, ob dadurch nicht andere Übelstände mit in Kauf genommen werden müssen. Einer Herabminderung der Kapazität von Unterseekabeln stehen aber unüberwindliche Schwierigkeiten gegenüber. Angeregt durch die Pupinsche Erfindung hat sich hier neben dem Pupinsystem ein zweites Verfahren zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit von Fernsprechleitungen eingebürgert, die Umspinnung der Kupferleiter mit Eisendraht, wodurch ihre Induktivität ebenfalls um ein Vielfaches erhöht wird, ein Verfahren, das vom 1909 verstorbenen Chef-Ingenieur der dänischen Verwaltung Karup angegeben wurde. Mit Hilfe dieser beiden Verfahren ist es heute möglich, Telephonunterseekabel bis zu 600 *km*, wenn das Pupinsystem zur Anwendung kommt und bis zu 450 *km*, wenn das Karupverfahren angewendet wird, auszulegen. Eine bedeutende Verbilligung der Unterseekabeltelephonie scheint der in jüngster Zeit gemachte Vorschlag, Einfachkabelleitungen zu legen und diese durch geeignete, besonders konstruierte Transformatoren an die Freileitungen anzuschließen, mit sich zu bringen[1]). Sind wir heute von einer transatlantischen Kabeltelephonie auch noch weit entfernt, so ist doch die Einbeziehung von den Küsten vorgelagerten Inseln in den Fernsprechverkehr in den Bereich der Möglichkeit gerückt. So ist England mit drei neuartigen Telephonunterseekabeln (zwei durch den Kanal von 40 *km* Länge und eines nach Belgien von 88·9 *km* Länge) mit dem Festlande verbunden, weiters England mit Irland (119 *km*), ebenso Helgoland mit Cuxhaven (83 *km* Länge) und verschiedene Inseln der Ostsee mit dem Deutschen Reiche. Von der österreichischen Staatstelegraphenverwaltung sind im Vorjahre die Inseln im Quarnero und Dalmatien durch Unterseekabel in der Gesamtlänge von etwa 60 *km* in das österreichische Fernsprechnetz einbezogen worden. Es sind sogar Vorschläge aufgetaucht, die Inseln Korsika und Sardinien, die eine mit Frankreich, die andere mit Italien, mittels 300 *km* langen Telephonunterseekabeln, zu verbinden.

Das Wesen der beiden Verfahren zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit von Fernsprechleitungen wird am besten durch den Vergleich mit dem Verhalten von gespannten Saiten klargelegt. Werden derartige Saiten, wie sie zum Beispiel beim Klavier oder bei anderen Musikinstrumenten, Anwendung finden, von einer Stimmgabel in Schwingungen versetzt, so klingen diese um so rascher ab, je leichter die Saite ist. An das andere Ende der Saite gelangen nur ganz geringe Energiemengen, während bei schwereren, massiven Saiten die Dämpfung der Schwingungen langsamer erfolgt und daher größere Energiemengen bis zum anderen Ende fortgepflanzt werden. Ähnlich wie man nun imstande ist, eine leichte Saite durch Umspinnen mit Eisendraht oder durch Anbringung kleiner Eisenkügelchen in bestimmten, symmetrisch angeordneten Abständen schwerer und massiver zu machen, können auch Fernsprechleitungen dadurch leistungsfähiger gemacht werden, daß man sie mit Induktanz beschwert, das heißt ihre Selbstinduktion künstlich erhöht, was sowohl durch gleichmäßiges Umspinnen der Leitungen mit Eisendraht, wie durch punktförmige Einschaltung von Selbstinduktionsspulen in gewissen, genau berechneten Abständen zu erreichen ist (siehe Fig. 8, 9 und 10).

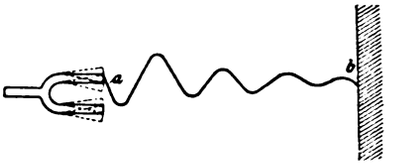


Fig. 8.

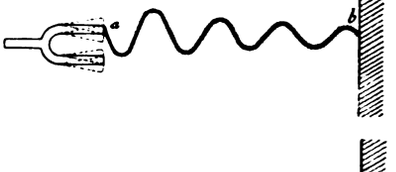


Fig. 9.

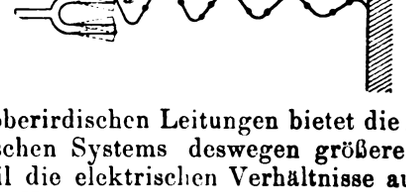


Fig. 10.

Bei oberirdischen Leitungen bietet die Anwendung des Pupinschen Systems deswegen größere Schwierigkeiten, weil die elektrischen Verhältnisse auf denselben infolge von Witterungseinflüssen unausgesetzten Änderungen unterworfen sind. Die Belastung der Leitungen mit Induktanz ist nur unter gewissen Voraussetzungen von einem günstigen Erfolge begleitet. Wie die von Breisig angegebene Näherungsformel für die spezifische Dämpfung β

$$\beta = \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{A}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

[1]) Devaux Charbonnel: „La Telephonie sous marine", Journal télégraphique, 25. Mai und 25. Juni 1913. Ref. E. u. M. 1913, Seite 413, 918.

Digitized by Google

Tabelle II.

Drahtgattung	Gewöhnliche Freileitungen: Kilometerwerte der Leitungen: Widerstand R in Ohm	Kapazität C in Mikrofarad	Selbstinduktion L in Henry	Spezifische Dämpfung β [1]) bei einer Ableitung A von: $0{\cdot}1 \times 10^{-6}$ Siemens	$0{\cdot}5 \times 10^{-6}$ Siemens	$1{\cdot}0 \times 10^{-6}$ Siemens	Charakteristik $\frac{\omega}{\beta}$ rund	Pupin-Freileitungen: Pupinspulen, alle 10 *km* eingeschaltet mit folgenden elektrischen Werten	Spezifische Dämpfung β [1]) bei einer Ableitung A von: $0{\cdot}1 \times 10^{-6}$ Siemens	$0{\cdot}5 \times 10^{-6}$ Siemens	$1{\cdot}0 \times 10^{-6}$ Siemens	Charakteristik $\frac{\omega}{\beta}$ rund
2·5 *mm* starker Bronzedraht	7·7	0·0057	0·0021	0·0062	0·0063	0·0065	610	0·2 Henry und 12 Ohm Widerstand . . .	0·00236	0·00276	0·00325	2000
3·0 „ „ „	5·5	0·0060	0·0020	0·0046	0·0048	0·0049	580	0·2 Henry und 12 Ohm Widerstand . . .	0·00185	0·00223	0·00271	1900
3·5 „ „ „	4·1	0·0062	0·0019	0·0036	0·0038	0·0039	560	0·2 Henry und 9 Ohm Widerstand . . .	0·00142	0·00180	0·00227	1900
4·0 „ „ „	3·2	0·0064	0·0019	0·0029	0·0030	0·0032	545	0·2 Henry und 9 Ohm Widerstand . . .	0·00120	0·00157	0·00204	1900
4·5 „ „ „	2·56	0·0066	0·0018	0·0024	0·0026	0·0037	520	0·2 Henry und 6·5 Ohm Widerstand . . .	0·00098	0·00134	0·00179	1800
5·0 „ „ „	2·08	0·0068	0·0017	0·0021	0·0022	0·0023	500	0·2 Henry und 6·5 Ohm Widerstand . . .	0·00086	0·00122	0·00167	1800

[1]) Bei einer mittleren Frequenz $\omega = 2\pi n$ (n = Periodenzahl) von 5000.

erkennen läßt, spielt namentlich die Ableitung bei zunehmender Belastung mit Induktanz eine immer größere Rolle. Und gerade diese Größe, die Ableitung, ist es, die bei Freileitungen großen Schwankungen unterworfen ist, Schwankungen, die sich zumeist nicht gleichmäßig über die ganze Länge der Leitung erstrecken, sondern unregelmäßig in einzelnen Teilstrecken auftreten. Wie aus Tabelle II zu ersehen ist, werden die Dämpfungswerte der Pupinleitungen selbst bei gleichmäßiger Verteilung der Ableitung ganz erheblich durch das Zunehmen derselben beeinflußt, während bei gewöhnlichen Freileitungen die Dämpfungswerte geringe Veränderungen erfahren. Weiters gilt zu berücksichtigen, daß die Pupinleitungen, wie ein Vergleich der in der Tabelle II angegebenen verschiedenen Werte der Charakteristiken zeigen, eine ganz andere Type von Fernsprechleitungen als gewöhnliche Freileitungen vorstellen. Eine volle Ausnutzung der Leistungsfähigkeit ist daher nur möglich, wenn sie ganz anders behandelt werden als gewöhnliche Freileitungen. Durch die Einschaltung von Kabelstrecken, Ämtern, Untersuchungsstationen in Pupinleitungen oder durch Änderungen der Leitungstrasse kann das elektrische Gleichgewicht derselben derart gestört werden, daß der mit der Belastung der Leitungen mit Pupinspulen erzielte Erfolg ins Gegenteil verwandelt wird. Ebenso treten durch Anschaltung von Pupinleitungen an gewöhnliche Freileitungen infolge der verschiedenen Charakteristiken, die beide Leitungstypen aufweisen, Reflexionsverluste auf, durch welche der mit dem Pupinsystem erzielte Erfolg verringert oder ganz zunichte gemacht werden kann. Erst wenn der gesamte gegenwärtige Fernsprechbetrieb von Grund aus umgewandelt und den vom Pupinsystem geforderten Bedingungen angepaßt würde, könnte eine volle Ausnutzung der durch dasselbe gebotenen Vorteile erreicht werden. Immerhin sind gerade in den letzten zwei Jahren, namentlich in Nordamerika, mit dem Pupinsysteme bei Freileitungen so bedeutende Erfolge erzielt worden, daß sich das Interesse demselben neuerdings wieder allseits zuwendet. Infolge der Schwierigkeiten, welche anfänglich der Pupinisierung von Leitungen aus stärkeren Drähten bot, schien das Pupinsystem weniger geeignet, den Sprechbereich zu erweitern, als die Anlage von Fernsprechleitungen zu verbilligen, da es die Möglichkeit eröffnete, bei Verwendung von Drähten von 2·5 bis 3·5 *mm* Durchmesser dieselbe Leistung wie über gewöhnliche Freileitungen aus 4 bis 5 *mm* starken Drahtleitungen zu erzielen. Nunmehr ist es in Nordamerika gelungen, durch sinnreiche Verwendung des Pupinsystems auch den Sprechbereich um fast das doppelte zu erweitern. Wie eingangs bereits erwähnt wurde, ist im Jahre 1911 die 3300 *km* lange Telephonleitung von New York nach Denver eröffnet worden. Für die Abwicklung der Gespräche zwischen diesen beiden Städten werden zwei Doppelleitungen aus 4·2 *mm* starkem Hartkupferdraht verwendet, die zu einer Viererleitung kombiniert und mit Pupinspulen von solcher Konstruktion belastet wurden, daß sowohl die Doppelleitung wie die Viererleitung niedrige Dämpfung aufweisen. Und zwar soll sich nach den amerikanischen Angaben die spezifische Dämpfung, das β der 4·2 *mm* starken Hartkupferdrahtleitung zu der pupinisierten Doppelleitung und zu der pupinisierten Viererleitung wie $1 : {}^1/_2 : {}^1/_{2\cdot2}$ verhalten, das heißt wenn die spezifische Dämpfung des β der gewöhnlichen Doppelleitung mit Rücksicht auf den etwas niedrigeren elektrischen Widerstand der Hartkupferdrähte als der Bronzedrähte mit 0·0025 angenommen wird, so sinkt das β bei der pupinisierten Doppelleitung auf 0·00125 und bei der pupinisierten Viererleitung auf 0·00114, so daß die Gesamtdämpfung zwischen New York und Denver zwischen einem $\beta l = 3{\cdot}5$ und $\beta l = 4$ liegt, bei der sich noch Gespräche deutlich und verständlich abwickeln lassen. In Nordamerika soll in den letzten zwei Jahren die Pupinisierung von Fernsprechleitungen aus starken Drähten bereits eine so große Ausdehnung erfahren haben, daß etwa 100.000 *km* solcher Pupinleitungen im Betriebe stehen [1]). In Europa ist vorläufig nur die deutsche Reichspostverwaltung dem amerikanischen Beispiele gefolgt und hat im verflossenen Jahre, um eine Fernsprechverbindung von Berlin nach Rom zu ermöglichen, eine Pupinleitung aus 4·5 *mm* starken Drähten bis Mailand hergestellt. Doch liegen über den hiebei erzielten Erfolg noch keine Angaben vor. Die österreichische Telephonverwaltung gehörte zu einer der ersten, die das Pupinsystem auf Freileitungen erprobt hat. Es stehen heute in Österreich Pupinleitungen aus 2·5 *mm*, 3 *mm*, 3·5 *mm* und 4 *mm* starken Bronzedrähten im Betriebe, doch sind die Untersuchungen über die Leistungsfähigkeit dieser Leistungen noch nicht abgeschlossen.

(Schluß folgt.)

[1]) The Electrician 1913, Bd. 71, S. 842; E. T. Z., 1913, S. 1209.

Digitized by Google

Die Lanz'sche Heißdampf-Lokomobile und ihre Bedeutung als Kraftanlage für Lokomobil-Elektrische Zentralen.

Von Ing. **Viktor Müller**, k. k. Gewerbeschulprofessor in Reichenberg.

Die Maschinenfabrik Heinrich Lanz in Mannheim (Baden) war auf der Internationalen Baufachausstellung in Leipzig mit einer modernen Heißdampf-Verbund-Lokomobile vertreten, die bei einer Normalleistung von 400 PS_e, eine größte Dauerleistung von 465 PS_e aufweist und vorübergehend mit 525 PS_e belastet werden kann.

Das Kennzeichnende in der Konstruktion dieser Großlokomobile liegt, wie bei allen Lanz'schen Lokomobilen, im Gesamtaufbau, der die Bedingung der gegenseitigen Unabhängigkeit von Kessel und Dampfmaschine in bezug auf ihre Verbindung und Lagerung in vollkommenster Weise erfüllt. Die Lagerung der Kurbelwelle ist gänzlich vom Kessel unabhängig gemacht. Sie ruht hier mittels kräftigen, den Kessel umgreifenden, gußeisernen Ständern, direkt auf dem Fundament, so daß der Kessel nur den Dampfzylinder zu tragen hat, der auf sehr kräftig gehaltenen Stahlblechstützen, die am Kessel aufgenietet sind, gelagert und befestigt ist.

Einen wichtigen Bestandteil des Lanz'schen Gesamtaufbaues bildet die Lanz'sche Strebestangenverbindung zwischen Dampfzylinder und Kurbelwellenlagerung, die zur Aufnahme der Triebwerkreaktionen und zur Entlastung der oberen Kesselwand von den Maschinenkräften sowie zur Erzielung eines ruhigen Ganges der Maschine dient. Die dadurch erzielte Einheitlichkeit der Dampfmaschine und ihre vollkommene Unabhängigkeit vom Kessel bergen den großen Vorteil in sich, daß sich der Kessel frei und ungehindert in der Quer- und Längsrichtung dehnen kann, ohne daß der Zusammenbau der Maschine irgendwie schädlich beeinflußt wird. Der schädliche Einfluß der Kesseldehnung auf die gegenseitige Stellung der Lager, wodurch natürlich auch die Lage der Kurbelwelle in Mitleidenschaft gezogen wird sowie auf die Dampfverteilung durch das Steuerungsorgan, ist durch die der Firma Lanz charakteristische Konstruktion behoben.

Durch diese einschneidenden Verbesserungen im Gesamtaufbau der Lokomobile ist eine direkte, starre Kupplung der Kurbelwelle mit elektrischen Generatoren, ohne irgendwelche Betriebsstörung zu befürchten, nicht nur ermöglicht, sondern Regel geworden. Kessel, Dampfmaschine und Dynamo bilden ein einheitliches, leicht zu übersehendes Ganzes. Dies entspricht den Anforderungen des modernen Kraftzentralenbaues, wo die Riemenübertragung entfällt, wodurch die Betriebssicherheit und — neben weiterer Platzersparnis — auch die Wirtschaftlichkeit durch den Wegfall der Riemenverluste erhöht wird.

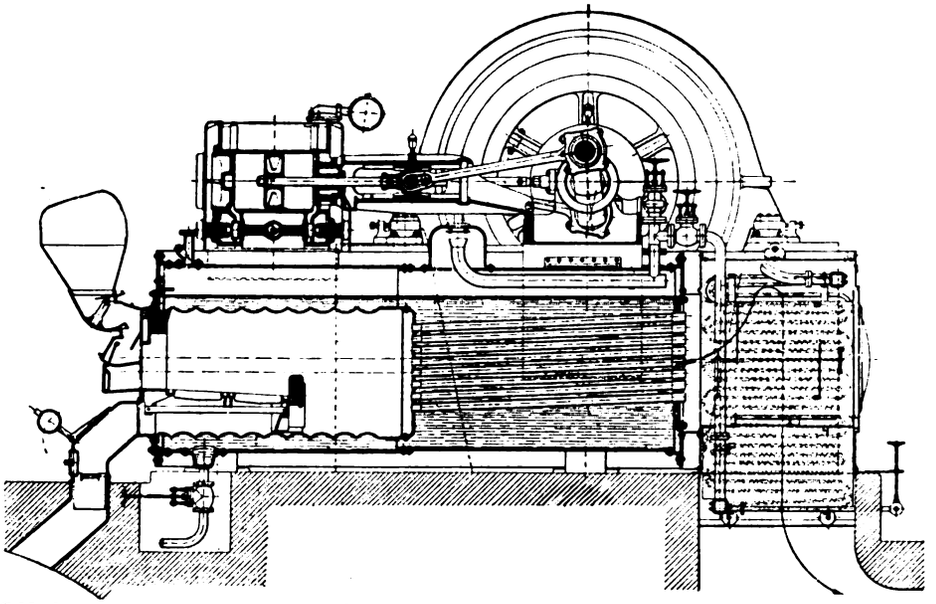


Fig. 1. Längsschnitt.

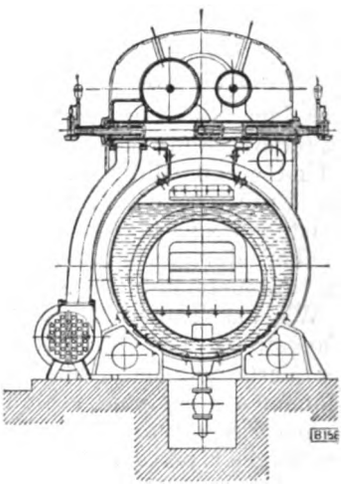


Fig. 2. Querschnitt.

200 PS-Heißdampf-Verbund-Lokomobile der Zentrale St. Amand.

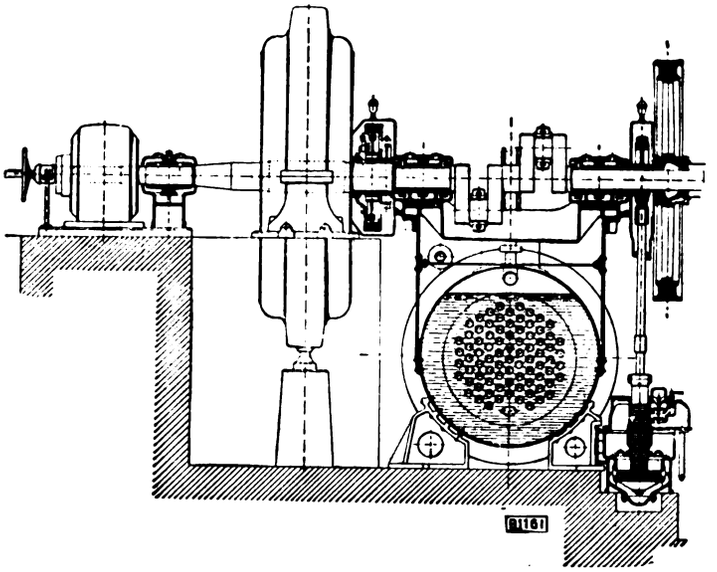


Fig. 3. Kurbelwellen-Lagerung der Lokomobile.

Bei der Lanz'schen Lokomobile unter 400 PS_e ist die Maschine und die mit ihr durch eine Strebestangenverbindung fixierte Kurbelwellenlagerung auf seitlich am Dampfkessel angenieteten starken Stahlblechstützen jederzeit lösbar mit Schrauben so befestigt, daß auch hier die Wärmestrahlungen und Dehnungen des Kessels ohne Einfluß auf die Kurbelwellenlagerung bleiben, wodurch wiederum die Möglichkeit direkter starrer Kupplung der Kurbelwelle mit elektrischen Generatoren erreicht wird. (Fig. 1, 2 und 3.)

Infolge dieser betriebstechnisch einwandfreien Neuerungen sowie infolge der großen Überlastbarkeit über die Normalleistung, ihrer hohen Wirtschaftlichkeit und Regulierfähigkeit sowie der Uneingeschränktheit in der Wahl des Brennmaterials, findet heute die Heißdampflokomobile neben der alten Kolbendampfmaschine und anderen modernen Kraftanlagen, insbesondere den Verbrennungsmotoren, eine stetig steigende Verwendung in größeren elektrischen Fabrikszentralen sowie in mittleren und kleineren öffentlichen Elektrizitätswerken bis zu 1000 PS_e und Gesamtzentralen-Leistungen bis zu 4000 bis 5000 PS_e, während die Dampfturbine für die großen Zentralen mit Leistungen von mehreren tausend Pferdekräften die typische Antriebsmaschine geworden ist.

Wie alle Lanz'schen Lokomobilen ist die ausgestellte Lokomobile in ihrer Durchbildung einfach und ihr Gesamtaufbau sehr geschmackvoll. Sie lenkte mit Recht die Aufmerksamkeit der Fachwelt auf sich.

Als Dampfverteilungsorgan ist die bei den Lanz'schen Lokomobilen allgemein angewendete charakteristische Ventilsteuerung System „Lentz" eingebaut. Sie ergibt getrennte, möglichst kurze, gerade Dampfwege, daher geringe Abkühlungsverluste. Nach gründlichen Vorversuchen wurde sie im Jahre 1907 endgültig eingeführt. Der Einbau der Ventile gestaltete sich sehr günstig, da der Raum zwischen Zylinder und Kessel zweckentsprechend benutzt werden konnte.

Digitized by Google

Durch die „Lentz-Metalldichtung" werden die Kolbenstangen vollkommen dauernd abgedichtet, was lediglich durch die Abdrosselung des Dampfes in konstruktiv einfacher Weise erfolgt.

Da bei den Heißdampflokomobilen eine Lagerung des Zylinders im Dampfdom keine Vorteile bietet, wurde davon Abstand genommen.

Durch diese durchgreifenden Änderungen in der Bauart des Zylinders wurde den hohen Anforderungen des überhitzten Dampfes entsprochen. Die konstruktive Durchbildung des Zylinders ist aus den Abbildungen ersichtlich.

Die Ventilsteuerung System Lentz wird durch den einfachen Achsenregler „Patent Lentz" beeinflußt. Durch die Anordnung eines Beharrungsringes zur Unterstützung der Fliehkraftwirkung der Schwunggewichte ist derselbe sehr empfindlich. Der Beharrungszustand der Maschine wird auch bei den größten Belastungsschwankungen in einigen Sekunden hergestellt.

Die Durchbildung des Überhitzers und der Einbau in der Rauchkammer ist sehr instruktiv gelöst. Er ist, wie bei allen größeren Typen, hufeisenförmig. Die Rohrschlangen sind horizontal angeordnet und stetig nach oben ansteigend. Wassersäcke können sich nicht bilden. Das Gegenstromprinzip ermöglicht eine sehr günstige Ausnutzung der Heizgase. Der Überhitzer ist so eingebaut, daß die Rauchrohre bequem zugänglich sind und leicht gereinigt werden können. (Fig. 1.)

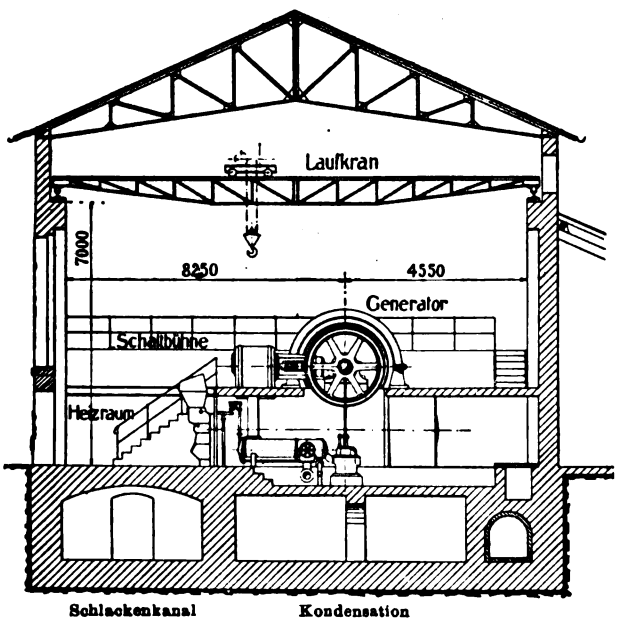


Fig. 4. Querschnitt der Zentrale St. Amand.

Die Luftpumpe wird direkt von der Kurbelwelle vermittels Exzenter und Exzenterstange angetrieben. Zur Vorwärmung des Speisewassers dient ein Gegenstromvorwärmer mit Messingröhren, durch die der Abdampf geleitet wird, ehe er in den Kondensator gelangt. Dem Wärmeschutz des Kessels, des Zylinders und den freien Rohrleitungen ist eine besondere Sorgfalt zugewendet und sind dieselben mit einer sehr guten Wärmeschutzmasse bekleidet.

Es soll nunmehr ein mittleres Elektrizitätswerk für Lichtstrom beschrieben werden, das von der Firma Lanz in St. Amand in Frankreich errichtet wurde.

In dieser, in den Fig. 4 und 5 abgebildeten elektrischen Zentrale St. Amand, wurden zunächst zwei Lokomobilen von je 200 *PS*. Normalleistung so aufgestellt, daß durch eine eingebaute Zwischendecke ein eigentlicher Maschinenraum, ein Kesselhaus mit Kondensationsraum und ein Heizraum geschaffen wurde. Der eigentliche Maschinenraum unterscheidet sich in keiner Weise von einem Maschinenraum mit stationären Dampfmaschinen. Oberhalb der Zwischendecke, von allen Seiten bequem zugänglich, liegt die Dampfmaschine, daneben der mit ihr direkt gekuppelte Generator. Am Kopfende des Maschinenraumes ist, etwas erhöht über den Maschinenraumflur, die Schaltbühne mit den elektrischen Schaltapparaten angebracht.

Unterhalb der Zwischendecke lagert der Dampfkessel und die Kondensation. Die Kondensations- und Speisepumpen sind bequem zugänglich und können leicht bedient werden. Mittels Laufkran kann in einfachster Weise, zwecks Reinigung, der Röhrenkessel in den Heizraum hinein ausgezogen werden, da für letzteren genügend Platz vorgesehen ist. Die Kessel haben automatische Rostbeschickungsapparate, System Weck, mit Antrieb durch Elektromotor und Riemenübertragung.

Die Aschen- und Schlackenabfuhr erfolgt nicht in den Heizraum, sondern, wie aus Fig. 4 ersichtlich, nach unten in einen besonderen, unter dem Geleise liegenden Schlackenkanal und von hier in den Schlackenraum. Nach hinten ist genügend Platz vorhanden, um den Überhitzer bequem aus der Rauchkammer fahren zu können. Die Rauchabführung erfolgt in einen, allen Lokomobilen gemeinsamen Rauchkanal und von dort in den gemauerten Kamin.

Die erwähnte Unabhängigkeit von Dampfkessel und Maschine gestattet ohne weiteres, daß zum Beispiel bei Kesselreinigung oder bei sonstiger Kesselstörung eine jede Maschine mit Dampf des Nachbarkessels gespeist werden kann. Die meisten von der Firma Lanz ausgeführten Lokomobilanlagen, bei denen mehrere Maschinen aufgestellt sind, werden durch ein Dampfsammelrohr derart miteinander verbunden, daß jede Maschine im Bedarfsfalle mit Dampf des Nachbarkessels gespeist werden kann. Dies erhöht die Betriebssicherheit der Kraftanlage ganz bedeutend, was bei öffentlichen Elektrizitätswerken, die mit einer großen Anzahl von Einzelabnehmern elektrischen Stromes zu rechnen haben, besonders von Vorteil ist. In solchen Fällen wird eine Betriebsstörung viel unangenehmer empfunden.

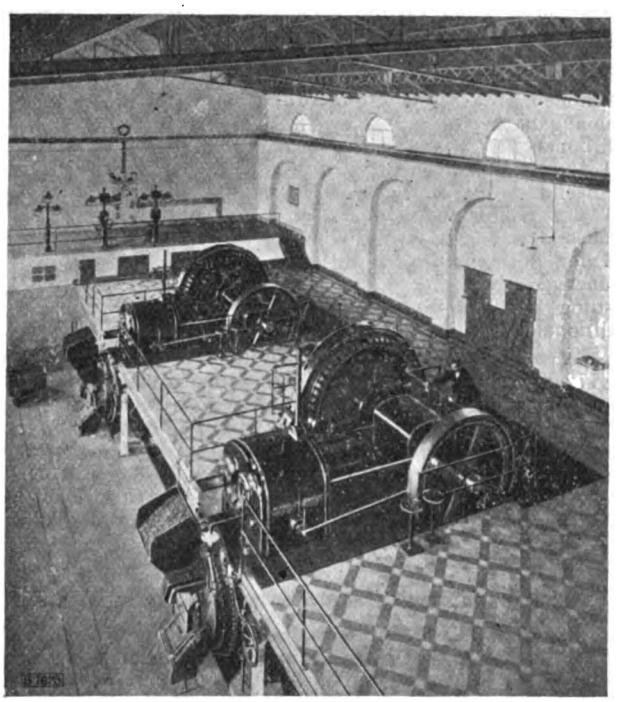


Fig. 5. Gesamtübersicht des Maschinenhauses der Zentrale St. Amand.

Der Kessel hat eine Betriebsspannung von 12 Atm.

Der direkt mit der Kurbelwelle gekuppelte Wechselstromgenerator hat ein rotierendes Gewicht von 8500 *kg* und ein Schwungmoment von 15.000 kg/m^2. Das Gesamtschwungmoment ist 20.000 kg/m^2 und verleiht der Maschine einen Ungleichförmigkeitsgrad von 1 : 200, womit den Anforderungen des elektrischen Betriebes gut entsprochen wird. Die Tourenzahl ist bei normaler Leistung 167 U. p. M. Bei Belastungsschwankungen werden die Tourenschwankungen innerhalb 15 Sekunden ausgeglichen; bei plötzlicher Belastung wird die normale Tourenzahl nur um wenige Prozente überschritten. Auf der verlängerten Generatorwelle ist schließlich noch die Erregermaschine angebracht und ein Handrad am Kopf der verlängerten Welle der Erregerseite gestattet Tourenverstellung bis $\pm$ 5% der normalen Tourenzahl. Das ganze lokomobilelektrische Aggregat besitzt nur drei Lager (Fig. 3).

Die Berliner Vorortbahn-A.-G. in Berlin hat für ihre Bahnzentrale in Hohenschönhausen bei Berlin gleichfalls die Lanz'sche Heißdampf-Verbund-Lokomobile gewählt, die infolge ihrer bedeutenden Überlastbarkeit die großen bei derartigen Bahnbetrieben auftretenden Belastungsstöße anstandslos aufnimmt. In Fabrikszentralen wird die Lanz'sche Lokomobile ebenfalls gern als Betriebsmaschine verwendet.

Digitized by Google

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Statistik der Elektrizitätswerke in den Vereinigten Staaten von Nordamerika*). Das „Bureau of Census" veröffentlicht für das Jahr 1912 eine Statistik der Elektrizitätswerke, aus welcher im Vergleich mit dem Jahre 1902 folgende Entwicklung hervorgeht:

	1912	1902	Prozentuale Zunahme seit 1902
Zahl der Elektrizitätswerke	5221	3620	44·2
davon private Werke .	3659	2805	30·4
„ städtische Werke	1562	815	91·7
Gesamte Einnahmen in Millionen Kronen . . (ohne Straßenbahnen)	1510	428	252
Gesamte Ausgaben in Millionen Kronen . . (samt Steuern und Abschreibung)	1172	340	244
Zahl der Betriebspersonen	79335	30326	162
Gesamtleistung in Millionen *PS*	7·5	1·85	308
davon mit Dampf *PS* .	4·95	1·39	255
„ „ Wasser *PS* .	2·47	0·44	463
„ „ Gas *PS* .	0·11	0·012	811
Generatorleistung in Millionen *kW*	5·13	1·21	324
Stromabgabe in Millionen *kWh* . . .	11502	2507	359
Zahl der Bogenlampen in Tausend	505	385	31
Zahl der Glühlampen in Tausend	76507	18194	320
Zahl der Motoren in Tausend	435	101	331
Leistung der Motoren in Millionen *PS*	4·13	0·44	843

An der Spitze steht der Staat New York mit 321 Werken von 772 000 *kW* Gesamtleistung. Die zumeist industriellen nördlichen und mittleren Staaten zeigen eine relativ geringe Zunahme der Zahl der Werke (14%), jedoch von mehr als 200% in der Stromabgabe und Leistung (Zentralisierung); die landwirtschaftlichen Weststaaten zeigen eine Zunahme von 95% in der Zahl der Werke und 300% in der Stromabgabe; noch größer ist die Zunahme der Stromabgabe in den Staaten der pazifischen Küste mit 889% und südöstlichen Staaten (536%).

(El. World, 14. 3. 1914.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Versuche über die Dampfreibung an Turbinenlaufrädern. William Kerr. Die Versuche wurden im Maschinenlaboratorium des Royal Technical College in Glasgow ausgeführt und bilden einen wertvollen Beitrag zur Frage der inneren Verluste von Freistrahl-Dampfturbinen durch Scheiben- oder Schaufelreibung. Es wurde das sogenannte Auslaufverfahren angewendet, also die Verzögerung ermittelt, die das Turbinenrad in bestimmten gleichen Zeitabständen erleidet. Die Versuchsturbine war eine Freistrahl-Dampfturbine von C. A. Parsons & Co. für eine Leistung von 250 *kW*, bei 3000 minutlichen Umdrehungen, mit einer einzigen Druckstufe und drei Geschwindigkeitsstufen. Von den zwölf in vier Gruppen verteilten Düsen sind drei unveränderlich und von einem Hauptabsperrventil abhängig. Das Tubrinengehäuse ist mit den üblichen Labyrinth-Stopfbüchsen versehen. Zur Ausführung der Versuche war nur erforderlich, die Umdrehungszahlen und die Dampfdichten im Gehäuse zu beobachten. Da die Versuche mit ganz geringer Dampfüberhitzung ausgeführt wurden, so genügte die Beobachtung von Druck und Temperatur zur Bestimmung der Dampfdichte. Die Versuche wurden bei 635, 508, 381, 254 und 127 *mm* Luftleere, entsprechend etwa 0·16, 0·33, 0·50, 0·665 und 0·832 Atm. abs., ferner bei 1, 1·21, 1·42, 1·63 und 1·84 Atm. abs. ausgeführt. Aus einem Diagramm, in dem die Dampfdichten als dritte räumliche Koordinate aufgetragen sind, ist deutlich der Einfluß der steigenden Dampfdichte auf die Verkürzung der Auslaufszeit zu entnehmen. Aus den Kurven, welche die Verzögerungsmomente des Rades ergeben, ist weiters zu erkennen, daß die Verzögerung mit zunehmender Umlaufgeschwindigkeit abnimmt. In einem weiteren Diagramme sind die verzögernden Momente für gleiche Umdrehungszahlen in Abhängigkeit von der Dichte aufgetragen. Es ergeben sich lauter gerade Linien, aus welchen die Abhängigkeit des Leerlaufwiderstandes von der Umdrehungszahl entnommen werden kann. Auch die Reibungsziffern der Lager sind von der Umdrehungszahl abhängig. Weiters kann aus den Diagrammen gefolgert werden, daß die ermittelten Leerlaufwiderstände ziemlich genau Lagerreibungswiderstände sind und daß Reibungswiderstände der Stopfbüchsen bei den vorliegenden Versuchen gar nicht zum Vorschein kommen. Zieht man die Lagerreibung von den gesamten verzögernden Momenten ab, so erhält man jenen Teil des Widerstandes, welcher ausschließlich auf Dampfreibung und Ventilationsverluste zurückzuführen ist. Man kann aus einem Diagramm, dessen Abszissen die Logarithmen der Umdrehungszahlen, dessen Ordinaten die Logarithmen der Widerstände sind, die nachstehende Formel für die verzögernden Momente ableiten, wobei c die Umdrehungszahl, w die Winkelgeschwindigkeit und γ die Dampfdichte darstellt.

$$D = c \,.\, w^{2 \cdot 04} \,.\, \gamma.$$

Drückt man den Verlust in *PS* aus, führt man statt der Winkelgeschwindigkeit die Umfangsgeschwindigkeit u ein, und setzt man statt 2·04 der Einfachheit halber 2 ein, so erhält man für den Reibungsverlust in *PS* die Formel:

$$N = k \,.\, \left(\frac{u}{100}\right)^3 \cdot \gamma,$$

wobei sich die Größe der Konstanten k gut mit den Werten von Lasche und von Stodola in Einklang bringen läßt.

(Z. f. d. ges. Turbinenwesen, 30. 3. 1914.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Wärme- oder Wasserkraftanlage. Friedr. Barth. Im Anschluß an die Besprechung*) der heutigen Kraftanlagen (Dampf-, Verbrennungs- und Wasserkraftanlagen) und nach kurzer Erwähnung der Heißluft-, Druckluft- und Windkraftmaschinen, ferner der Maschinen zur Ausnutzung von Ebbe und Flut sowie der Hydropulsoren (für Gefällsvermehrung der Turbinen) und Humphrey-Pumpen (unmittelbare Umsetzung von Gaskraft in Wasserhebearbeit), behandelt der Verfasser die Anlagekosten und den Wert von Wasserkraftanlagen. Die Anlagekosten hängen hauptsächlich von der Größe des Gefälles ab und fallen bei großem Gefälle und kleinen bis mittleren Wassermengen günstiger aus als bei großer Wassermenge und kleinem Gefälle, weil im letzteren Falle die Kanäle, Wehre, Schützen und Turbinen größere Abmessungen erfordern. Für ein bestimmtes Gefälle werden hingegen die Kosten mit zunehmender Wassermenge kleiner. Es gibt Anlagen, bei denen 1 *PS* bis zu Mk. 1700 und solche, bei denen sie nur Mk. 70 kostet. Ferner sind Wasserkräfte mit geringen Schwankungen wertvoller, ebenso solche in Gegenden mit hohen Brennstoffpreisen. Auch die Entfernung vom Konsumgebiet und die Absatzmöglichkeit sind zu berücksichtigen. In Gegenden, die die Kraft schlecht ausnutzen (Saisonbetrieb), ist die Wärmekraftanlage vorteilhafter. Beim Vergleich hat man zu bestimmen: Die direkten jährlichen Betriebskosten der Wasserkraftanlage (Bedienung, Verwaltung, Schmierung und Wasserzins) und die direkten und indirekten jährlichen Betriebskosten der gleich starken Wärmekraftanlage. Die Differenz kann für Verzinsung, Abschreibung und Instandhaltung der Wasserkraftanlage aufgewendet werden. Veranschlagt man die letzteren mit 6 bis 8% und kapitalisiert dementsprechend den Unterschied der Betriebskosten, so erhält man den Wert der Wasserkraft (und zwar den Höchstwert bezw. den Wert unter allen Umständen). Manchmal empfiehlt es sich, beide Arten von Anlagen zu kombinieren.

Bei der Entscheidung für die eine oder andere Art der Anlage ist besonders die Höhe der Betriebskosten maßgebend, die bei der Wärmekraftanlage von deren Größe und Belastung, bei der Wasserkraftanlage überdies noch von den örtlichen Verhältnissen abhängt. Bei der Wasserkraftanlage bilden die Verzinsung und Abschreibung des Anlagekapitals den Hauptteil der Betriebskosten; Bedienung, Schmierung und Wartung treten zurück, weshalb auch die Betriebskosten bei großem Gefälle geringer ausfallen als bei kleinem. Die Abschreibung kann für den baulichen Teil zu 1 bis 2%, für den maschinellen Teil zu 7 bis 11%, die Unterhaltung und Reparaturen für ersteren zu 0·5%, für letzteren zu 1 bis 2·5% angenommen werden. Die Bedienung hängt ab von der Zahl der Turbinen, von den Entfernungen des Wehrs usw. und vom Klima (Eisentfernung, Rechenreinigung).

Bei Elektrizitätswerken kommen zu den Betriebskosten noch jene für die Umwandlung und Fortleitung der Energie hinzu, wodurch der Wert der Wasserkraft, wie an einem Rechnungsbeispiel gezeigt wird, unter Umständen sehr herabgedrückt werden kann.

Bei einer vorhandenen zu verkaufenden Wasserkraftanlage hat man die gesamten direkten und indirekten Kosten (letztere sind durch den Wert der Anlage bestimmt) des Betriebes und jene einer entsprechenden Wärmekraftanlage zu ermitteln. Kapitalisiert man den Unterschied, so erhält man den Mehrwert der Wasserkraft gegenüber dem angebotenen Verkaufspreis. Bei Gleichheit der

*) Vergl. E. u. M. 1913, S. 689, 940.

*) Siehe E. u. M. 1914, Seite 214.

Digitized by Google

Kosten hätte die Wasserkraftanlage den Vorzug, von Konjunkturs-schwankungen, wie sie die Brennstoffpreise durchmachen, unabhängig zu sein.

Die Verbesserung der wirtschaftlichen Ausnutzung der Brennstoffe hätte zur Folge, daß die untere Grenze für wirtschaftliche Wasserkräfte heute schon bis zu 80 bis 100 *PS* hinaufgerückt ist. Es können aber auch Nebenumstände, wie die Unabhängigkeit von Arbeiterbewegungen, Hochwasserverhütung, Schiffbarmachung usw. für die Wahl einer Wasserkraftanlage sprechen.

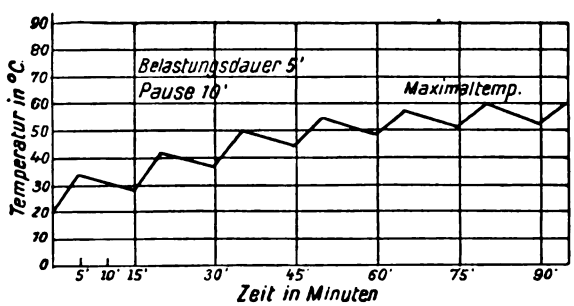
Der Verfasser, der bei seinen Ausführungen insbesondere reichsdeutsche Verhältnisse berücksichtigt hat, schließt mit einem Apell an den Staat, nicht bloß ganz große, sondern auch mittlere Wasserkraftanlagen (100 bis 500 *PS*) ausführen zu lassen, die sich, auch wenn die Grenze der Wirtschaftlichkeit noch weiter hinaufrücken sollte, bis dahin abschreiben werden, abgesehen davon, daß der Staat sich stets das Recht des Rückkaufs bezw. Übergangs in seinen Besitz bei großen, Privatunternehmungen zu überlassenden Anlagen wahren kann.

(Z. f. Dampfk. u. Maschinenbetr., 30. 1. 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Erwärmung intermittierend belasteter Maschinen. L. Isambert. Bei dauernder und konstanter Belastung erwärmt sich eine Maschine (gleichviel ob Generator oder Motor) in ihren Teilen nach einer Kurve (der Erwärmungskurve), die sich im allgemeinen asymptotisch einem Endwert nähert. Ebenso erfolgt die Abkühlung im Stillstand umgekehrt nach einer ähnlichen Kurve. Bei intermittierend belasteten, das heißt periodisch stillstehenden und belasteten Maschinen, ergeben sich Erwärmungen, denen ein durch passende Zusammensetzung der Erwärmungs- bezw. Abkühlungskurve erhaltener Linienzug entspricht. So gilt Fig. 1 für eine Maschine, die nach je fünf

Fig. 1.



Minuten Belastung zehn Minuten still steht. Dort bezw. dann, wo das Verhältnis der Tangenten an die Erwärmungs- und Abkühlungskurve gleich ist dem Verhältnis n zwischen Zeitdauer der Pause und der Belastung wird eine mittlere Endtemperatur erreicht sein. Ist Q die pro Sekunde erzeugte Wärmemenge in Kalorien, x die Temperatur der Maschine zur Zeit T, x_0 die Raumtemperatur, ρ der Strahlungskoeffizient in Kalorien pro cm^2, S die ausstrahlende Oberfläche der Maschine, M die Masse der Maschine bezw. des betrachteten Teils derselben und C_s der spezifische Wärmekoeffizient, so ist, wenn $M C_s = a$

$$Q\,dt - \rho S (x - x_0)\,dt = a\,dx \text{ und } \frac{dx}{dt} = \frac{Q - (x - x_0)\rho S}{a}$$

die Gleichung der Erwärmungskurve. Analog schreibt sich die Gleichung der Abkühlungskurve $\frac{dx}{dt} = -\frac{\rho S (x - x_0)}{a}$.

Für die Endtemperatur x_1 besteht die Beziehung

$$\frac{Q - (x_1 - x_0)\rho S}{a} = n \frac{\rho S (x_1 - x_0)}{a}$$

daher

$$Q^{Kal} = \frac{W^{Watt}}{k} = (n+1)\rho S (x_1 - x_0)$$

oder

$$\frac{S}{W} = \frac{\alpha}{(n+1)\Theta}$$

wofern $k\rho = \frac{1}{\alpha}$ und Θ die Übertemperatur $= x_1 - x_0$. α ist eine Maschinenkonstante und wird durch den Dauerversuch bestimmt, für den $n = o$, so daß $\alpha = \frac{S\Theta}{W_1}$.

Für eine gegebene Maschine ist damit die zulässige Mehrbelastung bei intermitterendem Betrieb mit dem Verhältnis n gegenüber Dauerlast $\frac{W_1}{W} = n + 1$.

Diese Gleichung läßt sich noch etwas spezialisieren, wenn man die Verluste in praktisch konstante (Eisenverluste) und mit der Last veränderliche (Kupferverluste) trennt, sie zueinander ins Verhältnis $= \frac{1}{q}$ setzt und dieses in die Rechnung einführt. Es ist dann

$$\frac{W_{total}}{W_{variabel}} = \frac{q+1}{q}$$

oder

$$\frac{W_{variabel} + W_1 - W}{W_{variabel}} = 1 + \frac{n(q+1)}{q}.$$

Daraus ergibt sich die zulässige Erhöhung der mit der Last variablen Verluste bei intermittierendem Betrieb gegenüber Dauerlast. Da nun diese dem Quadrat der Leistung proportional sind, ist auch

$$P_n = P_{n=o} \cdot \sqrt{1 + \frac{n(q+1)}{q}}$$

oder für mittlere Maschinen, die für $q = \sim 1{\cdot}7$

$$P_n = P_{n=o} \cdot \sqrt{1 + 1{\cdot}6\,\frac{a}{r}}.$$

Dabei ist $P_{n=o}$ die Dauerleistung, P_n die Leistung, während a Minuten bei darauffolgender Pause von r Minuten.

(Lumière Electrique 31. 1. 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Registriervorrichtungen in Elektrizitätswerken. Ch. P. Steinmetz. Es werden drei Haupttypen von automatischen Registrierapparaten unterschieden: 1. Meßinstrumente, in Verbindung mit rotierenden Scheiben; 2. Kurvenaufzeichnungen mit endlosem Band oder Film; 3. Instrumente (Oszillographen), welche nur abnormale Erscheinungen registrieren. Die Meßinstrumente mit rotierenden Scheiben zeichnen auf einem Kreisblatt alle 24 Stunden (oder in anderen Intervallen) die Veränderungen auf, sie sind jedoch für momentane, rasche Schwankungen nicht geeignet. Die Aufzeichnung mit endlosem Band ist bei entsprechend rascher Bewegung desselben für solche Zwecke geeigneter, jedoch in wirtschaftlicher Hinsicht wegen der großen Bandlänge nicht zweckmäßig. Die Vielfachaufzeichnung mittels Oszillograph gestattet eine bequeme und übersichtliche Form der Registrierung, innerhalb von Bruchteilen einer Sekunde, ist daher zur genauen Aufzeichnung aller Überspannungs- und Kurzschlußerscheinungen und Blitzschläge am geeignetsten. Auf diese Weise können die Fehlerstellen und die Ursachen dieser Erscheinungen unter Ausschaltung aller persönlichen Beobachtungsfehler ermittelt werden und Fehler in der Anlage am raschesten behoben werden.

In einer Hochspannungsübertragungsanlage kann eine Überspannung folgende Erscheinungen verursachen: 1. Hochfrequenzschwingungen in der Leitung, welche Durchschläge an den Transformatoren hervorrufen. 2. Kurzschlußerscheinungen an den Schaltern. 3. Sekundäre Schwingungen an den Apparaten, welche weitere Kurzschlüsse hervorrufen. Die Feststellung der Dauer und Frequenz solcher Erscheinungen kann nur mit Hilfe von Oszillographen erfolgen. In der Regel können auf diese Weise bei Erscheinungen in der Dauer von $^1/_8$ bis $^1/_4$ Sekunde bis zu 50 Aufzeichnungen mit Hilfe des Oszillographen bequem abgelesen werden.

Die Betriebssicherheit einer Anlage kann somit durch Wahl geeigneter Registriervorrichtungen bedeutend erhöht werden; besonders die Vorgänge beim Ein- und Ausschalten, dann an Blitzschutzapparaten, Resonanzerscheinungen in Kabelleitungen usw. machen die Verwendung solcher Einrichtungen im hohen Maße erforderlich*). (Proc. A. I. E. E., März 1914.)

Über ein direkt ablesbares und direkt anzeigendes Elektrometer zur Messung sehr schwacher Ströme. B. Szilard hat ein Elektrometer für Messung sehr schwacher Ströme konstruiert, das ohne Vorbereitung, ohne besondere Ablesevorrichtung sowie ohne Justierung, Berechnung oder Eichung in derselben Weise verwendet werden kann, wie die gewöhnlichen Amperemeter oder Voltmeter mit Zeiger und Skala. Die Schwierigkeit der Konstruktion lag in der Kleinheit der wirkenden Kräfte, die etwa 10^6mal schwächer sind, als die bei den empfindlichsten Zeigerinstrumenten wirksamen. Trotzdem wurde das um eine Achse drehbare System beibehalten, da es am empfindlichsten ist. Um eine möglichst geringe Kapazität zu erlangen, wurde nur ein einziges Quadrantenelement, ein Monant, angewendet, der aus zwei magnetisierten Stahlvektoren besteht, die den Nadelflügel zwischen sich ziehen und zugleich die Dämpfungseinrichtung bilden. Der Monant trägt allein die Ladung; der bewegliche Teil ist dauernd zur Erde abgeleitet und niemals geladen. Als Gegenkraft dient die Biegung einer sehr feinen Spirale, die konstanter und zuverlässiger ist als die Torsion eines Fadens und einen kompendiöseren Bau gestattet. Die kleine Achse der außerordentlich leichten Nadel wird von einer Brücke zwischen zwei Rubinen gehalten. Die Nadel ist so vollkommen ausbalanciert, daß der

*) Vergl. E. u. M. 1912, Seiten 547, 975.

Digitized by Google

Apparat in jeder Lage richtig funktioniert. Das gangbare Modell hat eine Kapazität von sechs elektrostatischen Einheiten und einen Skalenbereich von 100 bis 300 *V*. Durch Vorschaltung von Kondensatoren können beliebige Spannungen gemessen werden; die Genauigkeit ist 1%. Der Apparat vermag gleichzeitig das Elektroskop und das statische Voltmeter zu ersetzen, auch in manchen Fällen das Elektrometer. Er eignet sich zu Beobachtungen über atmosphärische Elektrizität, Ionisierungsströme, Messungen schwacher Leitfähigkeit, Kapazitätsmessungen und andere, besonders bei ungünstigen Verhältnissen. (Phys. Zeitschr., Nr. 4, 1914.)

Leitungen.

Auslegung eines Telephonkabels durch das Goldene Horn. A. Podmoze. Um die beiden größten Fernsprechverbindungsämter Konstantinopels, Stambul und Pera miteinander zu verbinden, mußten zwei Telephonkabel durch das Goldene Horn gelegt werden. Der Fuß- und Wagenverkehr zwischen Stambul und Pera wird durch zwei Pontonbrücken vermittelt, die in der Mitte beweglich sind, um größere Schiffe durchzulassen. Da die Zahl der im Goldenen Horn ankernden Schiffe sehr groß ist und da ferner für die Ankerketten der Pontonbrücken sehr viel Raum beansprucht wird, beschloß man, die Kabel in eine der beiden Brücken zu legen und sie nur auf der Strecke, die durch den beweglichen Teil der Brücke gebildet wird, zu versenken. Um Beschädigungen der über die Brücke geführten Kabel vorzubeugen, die durch die dauernden Schwankungen der Pontonbrücke leicht verursacht werden könnten, wurden die Kabel mit besonders hergestellten Aufhängevorrichtungen an der Brücke befestigt. Für die beiden Landkabelstrecken, die auf der Seite von Stambul 183 *m* und auf der Seite von Pera 114 *m* betragen, wurden 200paarige Papierluftraumkabel mit Bleimantel gewählt; 74 Adernpaare der Kabeltype weisen Kupferleiter von 0·92 *mm* Durchmesser und 126 Adernpaare Kupferleiter von 0·62 *mm* Durchmesser auf. Als Bewehrung des Kabels dienen 23 Eisendrähte von 6·045 *mm* Durchmesser. Der äußere Durchmesser des Kabels beträgt 5·6 *cm*. Die Kabel wurden zwischen den Kabelbrunnen auf beiden Landseiten und der Ufermauer in gußeiserne Röhren eingezogen. Die beiden Unterseekabel, die je 223 *m* lang sind, enthalten ebenfalls 200 Adernpaare, doch durchwegs mit Kupferleitern 0·92 *mm* Durchmesser. Als Dielektrikum wurde Guttapercha verwendet, als Armierung dienen 84 Eisendrähte von 3·28 *mm* Durchmesser und 66 Eisendrähte von 4·85 *mm* Durchmesser, zwischen denen sich eine Lage von Compound befindet. Der äußere Durchmesser des Kabels beträgt 10·5 *cm*, es dürfte sonach wohl das stärkste in Verwendung stehende Telephonkabel sein. Die Verbindung des Unterseekabels mit dem Landkabel verursachte wegen der dauernden schwankenden Bewegung der Brücken große Schwierigkeiten. Sie erfolgte zwischen dem ersten und zweiten Ponton, damit die Kabel durch vorbeifahrende Schiffe nicht beschädigt werden können.
(The Electrician, 30. Jänner 1914.)

Elektrische Beleuchtung.

Kathodenglühlampe. Dr. H. Greinacher. Bekanntlich findet beim Übergang der Entladungen in einem luftverdünnten Raum an der Kathode eine starke Erwärmung statt; dort ist auch das Kathodengefälle, das größte im Stromkreis, zu dessen Überwindung der sich in Wärme umsetzende größte Teil der Energie verwendet wird. Will man nach diesem Prinzip eine Lampe konstruieren, so muß man die dabei auftretende Kathodenzerstäubung unschädlich machen, was bei Verwendung eines Nernststiftes möglich ist. Fig. 2 zeigt die Lampe. Die 14 *cm* große Glaskugel hat zwei Ansätze *R*, in welchen zwei Quarzröhren *Q* liegen; in diesen ruhen zwei Nernststifte *S*, mit den *Pt* Ösen verbunden und vorne verkittet. Bei einigen Millimetern Vakuum und 1000 *V* Wechselstrom tritt erst das Glimmlicht auf und in einigen Minuten erstrahlt die Kathode in Weißglut. Zu hohes Vakuum ist schädlich. Die Messung an einer ausgeführten Lampe ergab bei 820 *V*, 0·11 *A* und 90 *W* Verbrauch; dabei leuchtete die Lampe so stark wie eine 50 *NK*-Glühlampe. Durch Regulierung des Vakuums, passende Gasfüllung und Wahl des Elektrodenmaterials läßt sich die Lampe an alle Spannungsverhältnisse anpassen. (E. T. Z. Heft 10, 1914.)

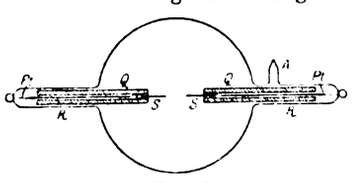


Fig. 2.

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Elektrische Antriebe für Werkzeugmaschinen. O. Pollak weist auf die großen Vorteile des regelbaren Motors zum Antrieb von Werkzeugmaschinen hin, die sich, wie genaue Untersuchungen zeigen, in einer Mehrleistung von 36% bei verbesserter Qualität gegenüber dem Betrieb mit Stufenscheiben äußern. Am geeignetsten hiefür ist der Gleichstrom-Nebenschlußmotor mit Wendepolen; dabei ergeben sich große Ersparnisse an Platz- und Kraftbedarf gegenüber anderen Motoren. Drehstrom ist für Werkstätten ungeeignet, in Amerika wird er überhaupt nicht verwendet; der kleine Mehrphasen-Kollektormotor ist zu teuer, seine Bedienung zu kompliziert und dem Arbeiter unerwünscht. Bei Drehstrom gehen die Vorteile des Einzelantriebes verloren.

Eine Fabrik mit 50 Arbeiter braucht im Mittel 50 *kW*; bei 3000 Stunden im Jahr und 12 h Strompreis kostet der Strom im Jahr K 18 000. Bei K 480 000 Produktion beträgt der Gewinn brutto K 96 000. Steht nur Drehstrom zur Verfügung, so empfiehlt sich der Einbau eines Umformers, der Gleichstrom von 2×220 *V* erzeugt (220 *V* für Motoren bis 20 *PS*, 440 *V* für größere Motoren). Die Kosten für Verzinsung, Amortisation, Wartung der Umformeranlage machen nur K 6000 aus, aber der Gleichstrom ermöglicht die Anwendung von Reguliermotoren, die organisch mit der Maschine verbunden werden und welche eine 30%ige Erhöhung des Reingewinnes ermöglichen; demgegenüber verschwinden die geringen Mehrkosten der Anlage. (E. T. Z. Heft 14, 1914.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Die Elektrisierung der Vorortebahn Stockholm-Saltsjöbaden. F. F. von Holmgren beschreibt die 15·3 *km* lange von Stockholm in die benachbarten Villenorte führende Bahn, auf welcher zur Bewältigung des starken Verkehrs der elektrische Betrieb eingeführt wurde, und zwar mit Halbstundenverkehr der Züge mit Wagen für je 75 Sitzplätze. Als wirtschaftlich am günstigsten ergab sich die Verwendung von Gleichstrom von 1200 *V* mit Zügen, die einen Triebwagen in der Mitte und ein bis sechs Beiwagen in verschiedener Zahl an jedem Ende führen; die Steuerung kann von jedem Führerstande aus in jedem der Wagen erfolgen. Normal verkehren Dreiwagenzüge. Jeder Triebwagen erhält vier Motoren von je 110 *kW* Stundenleistung mit Wendepolen, immer je zwei in Reihe und in die Drehgestelle eingebaut, die mit der Übersetzung 1 : 4 auf die Räder arbeiten und in fünf Fahrstellungen durch Feldänderungen geregelt werden. Die Regelung erfolgt durch Schützen vom Fahrschalter aus, mit 65 *V* Steuerstrom betätigt; im stromlosen Zustand verstellt der Fahrschalter den Fahrtwender. Der Wagen hat vier Stromabnahmestellen, zwei Bügel mit je zwei Ölschleifstücken. Die übrige Wageneinrichtung ist die normale. Heizkörper in Einheiten von 3 *kW* sind unter den Bänken angeordnet und in Reihe an die Spannung gelegt, und zwar durch ein vom Fahrschalter in der Nullstellung erregtes Schütz; die Heizung wirkt also nur bei Stromlosigkeit der Motoren. Außerdem wird das Schütz durch ein Kontaktthermometer beherrscht, so daß es nur beim Unterschreiten einer bestimmten Temperatur zur Wirkung kommen kann. Ein an die Fahrdrahtspannung angeschlossener zweipoliger Motor unter dem Wagen treibt eine 65 *V*, 3·5 *kW*-Dynamo für die Beleuchtung an. Als Reserve für Beleuchtung und Steuerung dient eine 65 *V* Jungnerbatterie, die selbsttätig beim Unterschreiten einer bestimmten Spannung angelegt wird. Falls der Führer die Kontrollerkurbel losläßt, werden die Motoren stromlos und einige Sekunden später wird die Notbremse angezogen. Führt man aber die Kurbel nach dem Loslassen des daran angebrachten Druckknopfes gleich in die Nullstellung, so werden die Motoren nicht abgebremst. Die Westinghouse-Bremse wird von einem Serienmotor betätigt. Die Ausrüstung der Wagen rührt von der Allmänna Svenska Elektriske Aktiebolaget in Västerås her.

Aus dem Elektrizitätswerk der Stadt Stockholm wird Drehstrom von 6000 *V*, 25 ∼ zu einem Umformerwerk auf halbem Weg geleitet und dort in drei Motordynamos von je 350 *kW* in 1350 *V*-Gleichstrom umgeformt. Die Gleichstromdynamos mit Kompensation und Wendepolen werden von einem vierpoligen Drehstrommotor mittels Lederbandkupplung angetrieben und sind als Kapazitäts- und Pufferbatterie wirkenden 650 Elementen der Akkumulatorenfabrik A. G. für 666 *A*/Std. bei $2^1/_2$ Stunden Entladung parallel geschaltet. Zur Ladung dienen zwei Piranisätze für je 700 *A*, 165 *V* mit automatischer Regelung gegen Überstrom durch ein Kontaktamperemeter mit Relais, das einen Feldrheostaten beherrscht*). (E. T. Z. Heft 9 u. 10, 1914.)

Elektrische Apparate.

Trinkwassersterilisation durch Ozon. Otto beschreibt die nach seinem System erbaute Ozonanlage der Stadt Paris in Saint Maur. Das Trinkwasser wird der Marne entnommen und gelangt zuerst in eine Anzahl Filtrierbecken, um eine mechanische Klärung des Wassers zu erreichen. Das filtrierte Wasser wird durch Pumpen in die Sterilisierapparate gefördert. Die erforderliche elektrische Energie liefern drei rotierende Umformergruppen, welche den zugeführten Drehstrom 320 *V*, 50 Perioden in Einphasenstrom 500 Perioden umformen. Die erhöhte Periodenzahl gestattet eine größere Ozonproduktion bei gleichem Stromverbrauch.

*) Über die Fahrleitung siehe den Bericht auf Seite 378 in Heft 18, d. J.

Digitized by Google

Die verwendeten Ozonapparate bestehen aus einer Reihe von Batterien, deren jede 16 Elemente besitzt (Fig. 3.) Bei der Konstruktion wurde darauf geachtet, daß dichtende Verbindungen und ein Kontakt zwischen Ozon und Metallteilen möglichst vermieden werden. Der in Transformatoren auf Hochspannung gebrachte Strom gelangt durch den Leiter *C* zur Hochspannungselektrode *A*, die sich zwischen beiden Elektroden *B* und B_1 befindet; die beiden letztgenannten Elektroden sind leitend mit dem geerdeten Metallgestell verbunden. Zwischen den Elektroden *A*, *B* und B_1, die durch Wasserzirkulation gekühlt sind, erfolgen die Entladungen. Die Elemente werden in der Pfeilrichtung von einem Luftstrom durchzogen und das dadurch erzeugte Ozon mittels gläsernen oder Steinzeugleitungen in Kontakt mit dem zu sterilisierenden Wasser gebracht. Mit Hilfe einer Selbstinduktionsspule, welche in Reihe mit dem Speisestromkreis der Elemente liegt, kann deren Stromverbrauch zwischen 14 bis 24 *KW* geregelt werden. Bei 20 *KW* Stromverbrauch werden normal 3 *kg* Ozon pro Stunde erzeugt, was einer mittleren Konzentration von 10 *mg* Ozon pro Liter Wasser entspricht. Eine solche Batterie vermag 1000 m^3 Wasser stündlich zu sterilisieren.

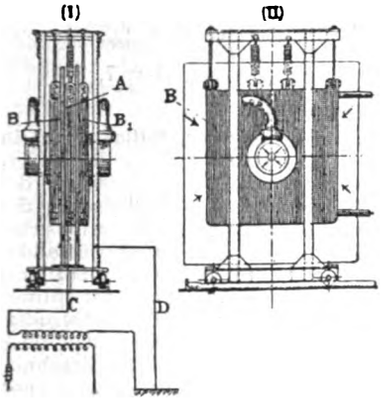


Fig. 3.

Die ozonisierte Luft wird durch Saugwirkung in einem Mischer (Emulseur) in dem zu reinigenden Wasser fein verteilt. Derselbe saugt sich selbst die Luft durch die Elemente an, wodurch eine erste Mischung von ozonisierter Luft und Wasser erzielt wird. An die Mischer schließen Röhren von 4 *m* Länge an, die unten offen sind. In diesen Röhren und während des Aufsteigens des Wassers in dem die Röhren umgebenden Becken wird die Mischung von Luft und Wasser vollendet. Das ozonisierte Wasser fließt oben vom Becken ab. Der Stromverbrauch schwankt zwischen 7 bis 25 *W* pro m^3 Wasser und Stunde.

(Revue Electrique, 16. 1. 1914.)

Apparat zur Erzeugung starker Magnetfelder. M. Deslandres und M. A. Perot. Zur Erzeugung starker Elektromagnete kann man entweder mit Hilfe konischer Polstücke die Induktion im Luftraume eines Magnetsystems sehr hoch halten (Weißsche Magnete) oder man kann (nach Perrin und Fabry) die magnetischen Eigenschaften stromdurchflossener Solenoide verwerten, wobei jedoch sehr hohe Stromdichten und Erwärmungen auftreten. Die Verfasser geben eine Anordnung an, bei welcher die Magnetisierungswicklung unmittelbar am Luftspalt angeordnet ist und daher eine geringe Reluktanz und Widerstand besitzt und durch die enge Begrenzung des aktiven Polraumes eine hohe Induktion erzielt wird. Um eine hinreichende Kühlung zu ermöglichen, werden Kupferbänder von $^1/_{10}$ bis $^2/_{10}$ *mm* Stärke verwendet, die durch Petroleum von — 30° C gekühlt werden, wobei Stromdichten von 1500 bis 1800 *A* pro mm^2 erreicht werden. Eine derartige Induktionsspule von 30 *mm* Durchmesser und Länge enthält 30 800 *AW*, wobei das gesamte Volumen von 29 cm^3 nur das 1·8fache des Erregerkupfers erreicht. Diese Induktionsspule wirkt auf den Luftspalt von 2·1 *mm* Länge und 3 *mm* Durchmesser eines Weißschen Magneten mit konischen Polstücken bei einer Induktion von 41 000 bis 51 000 Gauß ein. Ein nach diesen Angaben konstruierter Apparat wiegt kaum mehr als 30 *kg* und gestattet die Anwendung von Stromstärken bis zu 4000 *A* bei Induktionen von 60 000 Gauß (normal 1800 *A* bei 50 000 Gauß und 317 A/mm^2). Die bisherigen Versuche ergaben infolge der ungeeigneten Form der Induktionsspule und schlechten Materials einen hohen Energieverbrauch (78 *kW*), doch werden von den verbesserten Apparaten bessere Ergebnisse erwartet. (Bull. Soc. Intern. Electr., März 1914.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Empfangseinrichtungen für schwache Wellen in der drahtlosen Telegraphie auf große Distanzen. H. Abraham berichtet über die Versuche mit drahtloser Telegraphie zwischen Washington und Paris (6200 *km*); die ankommenden Ströme wurden photographisch, mit Hilfe eines registrierenden Mikrogalvanometers, Type Carpentier, aufgenommen, welches mit einem Kristalldetektor verbunden war. Der Ausschlag betrug bei jeder Funkenentladung 8 bis 15 *mm*, die Empfindlichkeit des Galvanometers 240 *mm* pro Mikroampere. Die Stromstärke zeigte infolge der wechselnden klimatischen Verhältnisse Schwankungen von 1 : 100, die höchste Intensität wurde bei strengem Frost erreicht; Eine noch wenig bekannte Eigenschaft der Kristalldetektoren ist, daß bei sehr schwachen Wellen die aufgenommene Stromstärke nicht proportional mit der Amplitude der Wellen abnimmt, sondern daß die gleichgerichteten Ströme proportional mit dem Quadrate der Spannung der erregenden Wechselstromwellen abnehmen, wie beispielsweise folgende mit einem Kristalldetektor (Bleiglanz) mit Wechselstrom von 42 ∼ durchgeführte Meßreihe zeigt:

Klemmenspannung *E* in *V*	Stromstärke in Mikroampere	$\frac{1}{1000} \cdot \frac{1}{E^2}$
0·02	2	5·0
0·08	34	5·3
0·4	777	4·8
1·0	4290	4·3

Der Wirkungsgrad des Detektors nimmt, da die abgelesenen Werte dem Quadrate der Wellenamplitude entsprechen, direkt mit der am Empfänger aufgenommenen Leistung ab. Es ist daher erforderlich, Empfänger zu konstruieren, welche bei schwachen Wellen einen ebensolchen Wirkungsgrad aufweisen, als bei starken Wellen. (Bull. Soc. Intern. Electr., März 1913.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Haftintensität und Legierung elektrolytischer Metallniederschläge. Max Schlötter. Um in der Galvanostegie die Haftintensität des Niederschlagmetalls auf dem Grundmetall in einwandfreier Weise zu bestimmen, hat Burgess eine besondere Vorrichtung angegeben. Auf die Oberfläche des Niederschlagsmetalls wird mit leicht schmelzendem Lot ein Kupferbolzen von 12·7 *mm* Durchmesser aufgelötet und an einer Federwage der Zug beobachtet, der notwendig ist, um den Bolzen vom Grundmetall zu trennen. Die Adhäsion zwischen Grund- und Niederschlagsmetall ist sowohl vom Grundmetall wie vom Niederschlagsmetall abhängig. In erster Linie spielt hier die Natur des Grundmetalls eine gewisse Rolle. So haftet Nickel auf Kupfer viel besser als auf Stahl. Dies kann zum Teil auf die Härte des Grundmetalls zurückgeführt werden. So haftet zum Beispiel Nickel auf Blei sehr fest, während bei der Vernicklung von Stahl der Niederschlag ohne Schwierigkeiten abgezogen werden kann. Die Erklärung ist darin zu suchen, daß sich der Nickelniederschlag im weichen Blei besser festsetzen kann. Die Haftintensität wird weiter beeinflußt von der Oberflächenbeschaffenheit des Grundmetalls. Der Niederschlag haftet um so fester, je rauher die Oberfläche ist. So schlägt man Silber stets auf mattierten Flächen nieder. Von der Oberflächenbeschaffenheit ist auch die Fläche abhängig, die der Elektrolyt benetzen kann. Weiters wird die Adhäsion auch von der Fähigkeit des Grundemails, Wasserstoff zu lösen (und ihn nach einiger Zeit wieder zu entbinden) beeinflußt. Was den Einfluß des Niederschlagsmetalls anbelangt, so ist dessen Natur ebenso auf die Adhäsion von Einfluß. Ein weicher Überzug wird sich im allgemeinen viel inniger dem Grundmetall anschmiegen als ein harter. Ferner wirkt die Struktur des Niederschlags bestimmend auf die Adhäsion. Ein amorpher oder mikrokristallinischer Metallniederschlag wird viel besser auf dem Grundmetall haften als ein grobkristallinischer, da ersterer sich mehr den Unebenheiten des Grundmetalls anpaßt. Außerdem besitzt ein amorpher Niederschlag in sich eine größere Festigkeit. Die Wasserstoffaufnahme ist auch bei dem Niederschlagsmetall von ungünstigem Einfluß. Besonders Nickel und Eisen erlangen dadurch die Tendenz, vom Grundmetall abzublättern. Aber auch die Haftintensität von Gold, Silber, Kupfer, Blei, Zinn und Messing leidet durch diese Eigenschaft. Damit hängt die Erfahrung zusammen, daß in der Wärme hergestellte Niederschläge besser haften. Man soll darum auch nur einen Elektrolyten wählen, aus welchem Metall wasserstofffrei abgeschieden wird. Außer von der Temperatur ist die Entladung von Wasserstoffionen neben Metallionen von dem Grundmetall abhängig; an manchen Metallen tritt die Wasserstoffentladung erst bei erheblicher Überspannung ein. In manchen Fällen kann besonders intensives Haften des Niederschlags auf dem Metall beobachtet werden. Die mikroskopische Untersuchung spricht hier für die Legierung mit dem Grundmetall. Ein Niederschlag von Kupfer auf Zink oder von Zinn auf Blei wird nach einer Zeit von dem Grundmetall ganz aufgesaugt. Bei der Verkupferung von Zink zeigt sich zunächst die Messingfarbe. Die Durchforschung dieses Gebietes wird der Metallplattierung sicher weitere Ausdehnungsgebiete erschließen.

(Chem. Ztg. Heft 27, 1904.)

Digitized by Google

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Stahlformguß aus Elektrostahl. A. Müller berichtet über die in dem Werk der Treadwell Engineering Co. in Easton, Pa. (V. St. v. A.) mit der Erzeugung von Stahlguß aus dem elektrischen Ofen gemachten Erfahrungen. Der benutzte Ofen ist ein Héroultofen von 2 *t* Fassungsvermögen. Der Ofen wird mit Blockabfällen, Eingußtrichtern und Schrot beschickt. Roheisen wird nicht zugegeben. Angestrebt wird ein zähes Metall von niedrigem Kohlenstoffgehalt, dessen Zerreißfestigkeit in unausgeglühtem Zustande nicht weniger als 42 *kg* pro *mm*² betragen soll. Die in den Zahlentafeln angegebenen Zusammensetzungen verschiedener Chargenproben weisen einen Kohlenstoffgehalt von 0·14 bis 0·46% C, 0·020 bis 0·026% P und 0·012 bis 0·025% S auf. Die Elastizitätsgrenze von rohem Elektrostahlguß (0·46% C-Gehalt) beträgt 46·5 *kg/mm*², die Zugfestigkeit 71·9 *kg/mm*² bei einer Dehnung von 3%. Das Elastizitätsverhältnis (Elastizitätsgrenze: Zugfestigkeit) ist 64·70%. Der ausgeglühte kohlenstoffarme Stahl besitzt ein auffallend hohes Elastizitätsverhältnis von 61 bis 76%, während es bei Martinstahl von gleicher Wärmebehandlung nur 50 bis 52% beträgt. Nach den Untersuchungen von Gußstücken aus Vanadium-, Nickel- und anderen legierten Stählen aus dem Martinofen nähert sich ihr Elastizitätsverhältnis dem des gewöhnlichen Elektrostahls. Außerdem zeigen die Zerreißergebnisse eine verhältnismäßig geringe Bruchdehnung (ausgeglüht 17 bis 32%), was jedoch in Anbetracht des hohen Elastizitätsverhältnisses nicht nachteilig ist. Die Zerreißfestigkeit ist gegenüber dem Kohlenstoffgehalt außerordentlich hoch und übertrifft die anderer Stahlgußsorten ähnlicher Zusammensetzung. Bei 0·0 bis 80·15% C hat der Elektrostahl eine um 10% höhere Festigkeit als Siemens-Martin-Stahl von derselben Zusammensetzung. Die Ergebnisse der Ermüdungsproben waren sehr günstig und die Betriebsdauer länger als erwartet wurde. Das Kleingefüge der Güsse läßt weder Oxyde und Sulfide noch Schlackeneinschlüsse erkennen. Die Treadwell-Hütte erzeugt hauptsächlich Gußstücke für den Automobilbau und beabsichtigt, Automobilräder als Besonderheit herzustellen. (Stahl und Eisen, Heft 13, 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Die Elektrizitätsleitung in Metallen. Franz Skaupy hat unter bestimmten Annahmen den Vorgang der Stromleitung in Quecksilber, dessen flüssigen Legierungen und anderen Metallen theoretisch behandelt und ist zu dem Schlusse gelangt, daß ungeachtet der bisherigen gegenteiligen Beobachtungsresultate notwendigerweise auch bei metallischen Leitern Materialtransporte stattfinden müssen. Der Betrag der Konzentrationsänderungen und Wanderungsgeschwindigkeiten, der unter gegebenen Umständen zu gewärtigen ist, wurde theoretisch ermittelt und für Amalgame annähernd berechnet. Skaupy zeigt auch, aus welchen Gründen die bisherigen Versuche keine Konzentrationsänderungen zu beobachten gestatteten. Er deutet ferner die Mittel an, die zur Erzielung stärkerer Konzentrationsänderungen angewendet werden müssen und deren wichtigstes darin besteht, daß bei hinreichend großen Stromdichten die Konvektion verhindert wird, etwa durch Einlagern indifferenter Stoffe in feiner Verteilung (Pulver, Glaswolle usw.) bis zur breiigen Konsistenz.

(Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 3, 1914.)

Die magnetischen Eigenschaften der Legierungen der ferromagnetischen Metalle. P. Weiß kommt zu folgendem Gesetz für die Änderung der Sättigungsmagnetisierung mit der Temperatur: Die thermische Agitation bewirkt eine mehr oder weniger große Ablenkung der Molekularmagnete von der Richtung der Magnetisierung. Die Sättigungsmagnetisierung ist daher nicht die Summe der Momente der molekularen Magnete, wohl aber ihre Resultierende nach den Regeln des Parallelogramms der Kräfte, und diese ist um so kleiner, je lebhafter die thermische Agitation ist. Da aber beim absoluten Nullpunkt die thermische Agitation aufhört, so gibt bei dieser Grenztemperatur die Sättigungsmagnetisierung das wahre Moment des Moleküls.

Mißt man das magnetische Moment eines und desselben Atoms unter verschiedenen Bedingungen, so wird man zunächst sehr verschiedene molekulare Momente finden. Dieselben besitzen aber alle ein gemeinsames Maß, und zwar die Zahl 1123·5. Das Nickelatom beim absoluten Nullpunkt besitzt das Moment $3 \times 1123{\cdot}5$, über dem Curiepunkt $8 \times 1123{\cdot}5$; bei den Nickelsalzen steigt es auf $16 \times 1123{\cdot}5$. Dieselbe Konstante findet man bei Eisen, Kobalt usw. Verfasser hat sie das Grammagneton oder kürzer das Magneton genannt*).

Durch Untersuchung der spezifischen Sättigungen verschiedener Legierungen bei tiefer Temperatur sowie durch die Bestimmung der Curieschen Konstanten kommt der Verfasser zu folgenden Ergebnissen: Die Eisen-Nickellegierungen bilden zwei ununterbrochene Reihen von festen Lösungen, die erste zwischen Fe und Fe_3Ni, die andere zwischen Fe_3Ni und Ni. Das molekulare magnetische Moment, additiv in den festen Lösungen, ist es nicht mehr in den chemischen Verbindungen. Die Nickel-Kobaltlegierungen bilden im ganzen Zwischenraum von Ni bis Co feste Lösungen. Durch Extrapolation findet man die Sättigung des reinen Kobalts zu 9. Die Eisen-Kobaltlegierungen weisen eine Verbindung bei Fe_2Co auf. Dieselbe hat eine um 10% höhere Sättigungsmagnetisierung als reines Eisen. Man erwägt, die neue Legierung zu Polschuhen u. dgl. zu benutzen.

(Ferrum, Heft 7, 1914.)

*) Vergl. E. u. M. 1912, Seite 1007.

Strahlungslehre.

Versuche über die Wirkung elektrischer Entladungen in Helium auf Radiumemanation. L. Bruner und E. Bekier. Die völlige Unveränderlichkeit des zeitlichen Verlaufes der radioaktiven Umwandlungen gilt als fundamentale Tatsache der Radiochemie. Es liegen zahlreiche diesbezügliche Versuche vor, doch erscheinen sie in Anbetracht der Wichtigkeit des Gegenstandes nicht hinreichend vielseitig. Die meisten Untersuchungen beziehen sich auf die Temperaturabhängigkeit, die innerhalb der untersuchten Temperaturgebiete die Konstanz der Zerfallsgeschwindigkeit ergaben. Von anderen physikalischen Faktoren wurden noch Kathoden- und Röntgenstrahlen (mit ebenfalls negativem Ergebnis) untersucht. Mit Rücksicht auf den Umstand, daß nach allgemeinen Prinzipien der chemischen Mechanik eine unter Abspaltung von α-Teilchen erfolgende radioaktive Umwandlung am meisten durch Konzentrationsvermehrung des Reaktionsproduktes der geladenen Heliumatome zur teilweisen Umkehrung gebracht werden könnte, haben Bruner und Bekier den Versuch gemacht, die Wirkung von Helium auf Radiumemanation unter Einfluß elektrischer Entladungen zu prüfen. Das Ergebnis war ein negatives, es konnte keine Variation im Zeitmaß der Umwandlung wahrgenommen werden. Die Konstanz dieses Zeitmaßes ist demnach in einer neuen, sehr wirksamen Richtung festgestellt.

(Phys. Zeitschr., Nr. 5, 1914.)

Wirtschaftliches.

Der Umfang der elektrischen Energieversorgung. Dr. Ing. Siegel. Es wird an Hand von statistischem Material die Entwicklung und Energieabgabe elektrischer Anlagen geschildert. In Deutschland ist im Zeitraum von 1895 bis 1913 die Zahl der Werke auf das 27-fache, der versorgten Orte auf das 75-fache, der angeschlossenen Glühlampen auf das 50-fache und der Motoren auf das 300-fache und der Gesamtanschlußwert auf das 100-fache gestiegen. Auch in anderen Ländern zeigt sich eine ähnliche rasche Entwicklung. Die Stromabgabe der Einzelnanlagen in Deutschland ist seit 1900 von etwa 1060 auf 9600 Millionen *kWh*, jene der öffentlichen elektrischen Werke von 140 auf 1700 Millionen *kWh* gestiegen. Pro Kopf der Bevölkerung berechnet, stieg in den Elektrizitätswerken der Stromverbrauch von 2·5 auf 25·4 *kWh*. Berechnet man die Zahl der in der Industrie tätigen Personen in Deutschland mit 12·4 Millionen (gegen 7·1 Millionen im Jahre 1891), so werden pro Arbeiter gegenwärtig 850 *kWh* (1900: 111 *kWh*) abgegeben; das entspricht einer Zunahme von 770%, während der Kohlenverbrauch pro Kopf nur um 25% zugenommen hat. Pro Arbeiter berechnet sich der Verbrauch an Elektrizität im Jahre 1891 mit 2·38 *PS*/Std., 1913 mit 1060 *PS*/Std. Ein Vergleich mit dem Verbrauch an Gas für Licht und Kraft zeigt, daß einem solchen von 2·25 Millionen *m*³ im Jahre 1910 ein solcher von 6·85 Milliarden *kWh* gegenübersteht; an Hand einiger ausgewählter Beispiele wird gezeigt, daß seit 1903 in mehreren Städten der Stromverbrauch für Licht pro Kopf sich verdoppelt bis verdreifacht hat, jener für Kraft sogar bis auf das 19-fache angewachsen ist, während der Verbrauch an Gas in diesen Städten meist erheblich (bis zu 77%) zurückgegangen ist. Obwohl ein großer Teil des Lichtbedürfnisses heute noch durch Gas gedeckt wird, hat bei der Kraftversorgung die Elektrizität das Gas fast vollständig verdrängt. Im Vergleich mit Petroleum ist der Verbrauch pro Kopf seit 1901 nur um 6% (11·1 gegen 10·5 *l*) gestiegen, während jener für elektrische Beleuchtung auf das fünffache (0·97 gegen 5·05 *kWh*) angewachsen ist. (E. K. B. Heft 7, 1914.)

Praktische Ergebnisse der elektrischen Bodenbearbeitung. Der Besitzer einer in Tunis gelegenen Farm veröffentlicht die wirtschaftlichen Ergebnisse seiner elektrischen Anlage zur Beleuchtung, zum Pflügen des Bodens und zum Dreschen. Sie besteht aus einer Compoundlokomobile von 100 bis 120 *PS*, die eine Drehstrommaschine von 550 *V* antreibt. Die Generatorspannung wird auf 5500 *V* erhöht und auf ein Netz von 25 *km* Länge verteilt. Von den dauernd verlegten Hochspannungsleitungen führen zur Verbrauchsstelle auf den zu beackernden Feldern leicht abnehmbare Masten für die Zuleitung. Derartige fliegende Leitungen haben gewöhnlich nicht über 1200 *m* Länge und werden in drei Stunden auf- bezw. abmontiert. Das Pflügen erfolgt mit zwei Winden wie beim gewöhnlichen Dampfpflug. Jede

Digitized by Google

Winde wiegt 6 *t*. Die Hinterräder derselben sind mit Winkeleisen beschlagen, welche in den Boden eingreifen, um ein Losreißen zu verhüten. Entsprechend der fortschreitenden Arbeit werden die Hinterräder durch einen Elektromotor fortbewegt. Die Winden werden in 500 *m* Abstand voneinander aufgestellt und üben auf das Zugkabel einen mittleren Zug bis 4000 *kg* aus. In harter Erde wird auf eine Breite von 1·5 *m* und eine Tiefe von 0·3 *m* mit einer mittleren Geschwindigkeit von 1 *m*/Sek. gepflügt, so daß pro zwölfstündigen Arbeitstag etwa 4 *ha* bearbeitet werden können.

Die Anlagekosten betragen K 180 000, die jährlichen Kosten stellen sich wie folgt: Amortisation K 12 000, Zinsen (6% pro anno) K 7200, Wartung und Reparaturen K 2800, Schmierung, Brennstoff K 3800, Maschinist K 2400, drei Gehilfen K 1800, Summe K 30 000. In 250 Arbeitstagen stellen sich die gesamten Tageskosen auf K 160 (Arbeitsleistung 4 *ha* täglich), wobei noch die Arbeit auf dem Feld, Abnutzung der Kabel usw. berücksichtigt sind. Die Gesamtkosten pro *ha* betragen daher K 40.

(Revue Electrique, 20. 3. 1914.)

Chronik.

Internationale Beleuchtungstechnische Kommission. Im Hefte 18, Seite 382, ist der Bericht über die erfolgte Konstituierung der Österr. Beleuchtungstechnischen Kommission erschienen, der die Aufgabe zufällt, alle Fragen der Beleuchtungstechnik, mögen sie von wissenschaftlichem oder praktischem Werte sein, zu studieren und für eine internationale Regelung aller jener Angelegenheiten Sorge zu tragen, die einer solchen bedürfen.

Bis zum Jahre 1913 fiel diese Aufgabe der Internationalen Lichtmeßkommission zu, die aber im Jahre 1911 beschlossen hat, eine zeitgemäße Reorganisation vorzunehmen, worüber im Jahrgang 1911 der Zeitschrift, Seite 1096, berichtet worden ist.

Der Lichtmeßkommission, deren Gründung auf das Jahr 1900 zurückgeht, gehörten hauptsächlich nur Gasfachleute an, so daß die Interessen der anderen beleuchtungstechnischen Industrien in dieser Kommission keine Vertretung gehabt haben, ein Übelstand, den Herr Professor Dr. Hugo Strache aus Wien zum Anlaß nahm, um eine Änderung der Satzungen der Internationalen Lichtmeßkommission zu beantragen. Zur Ausarbeitung der neuen Satzungen, die den Beitritt aller an dem Beleuchtungswesen interessierten Körperschaften gestatten sollten, wurde von dem Präsidenten der Internationalen Lichtmeßkommission, Vautier, ein Komitee eingesetzt, dem die folgenden Herren angehörten: Geheimrat Prof. Dr. Brodhun, Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Berlin, C. C. Paterson, National Physical Laboratory, London, F. Laporte, Laboratoire Central d'Electricité, Paris, Prof. Vautier, Lyon, und Doktor Kusminsky, Wien. Dieses Komitee hat nun einen Entwurf neuer Satzungen ausgearbeitet und allen jenen technischen Gesellschaften der verschiedenen Länder, welche für das Beleuchtungswesen Interesse haben, zur Beratung zugesendet.

In Österreich nahmen an diesen Beratungen, die über Einladung des Vereines der Gas- und Wasserfachmänner Österreich-Ungarns im Sommer des Vorjahres stattgefunden haben, alle technischen Vereine Österreich-Ungarns teil. In dieser Sitzung wurde beschlossen, die Herren Hofrat Prof. Dr. Eder, Prof. Dr. Strache und Dr. Kusminsky nach Berlin zu entsenden, um der konstituierenden Versammlung der erweiterten Lichtmeßkommission beizuwohnen und dort jene Anregungen, die in dieser Sitzung hinsichtlich des Entwurfes der neuen Satzungen von den Teilnehmern gemacht worden sind, vorzubringen und zu vertreten.

Die Sitzung hat nun in Berlin in der Zeit vom 27. bis 30. August 1913 unter großer Beteiligung stattgefunden, und zwar waren nachstehende Länder vertreten:

Amerika: Bell, Hyde, Kenelly, Mailloux, Miller, Sharp.

Belgien: Greyson de Schodt.

Deutschland: Bloch, Bunte, Drehschmidt, Brodhun.

England: Butterfield, Colman, Duddell, Edgecumbe, Gaster, Le Maistre, Paterson.

Frankreich: Brocat, Laporte, Janet, Masse.

Holland: Feldmann, de Haas, Niermeyer, van Rossum du Chatel, Terneden.

Italien: Böhm, Conti, Clerici, Sales, Vallauri.

Österreich und Ungarn: Kusminsky, Strache.

Schweiz: Filliol, Garwer, Ott, Weiss.

Die Tagung wurde von dem Präsidenten Herrn Vautier mit einer Rede eröffnet, in der er einen umfassenden Überblick über die bisherige Tätigkeit der Internationalen Lichtmeßkommission gab. Hierauf wurde in die Beratung der Statuten eingegangen.

Mit Rücksicht darauf, daß die Beratung in drei Sprachen durchgeführt wurde, zogen sich die Verhandlungen in die Länge, so daß die Beratung der nur 13 Paragraphen umfassenden Statuten vier Tage in Anspruch nahm.

In einem der nächsten Hefte werden die Statuten der Internationalen Beleuchtungstechnischen Kommission zur Veröffentlichung gelangen, und zwar in der als authentisch erklärten deutschen Übersetzung des französischen Originaltextes.

Es verdient nun hervorgehoben zu werden, daß Österreich und Ungarn besonders in der Internationalen Kommission vertreten sein werden, allerdings fließt daraus für Österreich und Ungarn die Pflicht, je einen Spesenanteil, der vorläufig mit K 1250 pro Jahr festgelegt ist, zu tragen.

Gemäß den neuen Satzungen wurden am Schlusse der Sitzungen die Wahlen vorgenommen, die das folgende Ergebnis hatten:

Präsident: Herr Prof. Th. Vautier.

Vizepräsidenten: die Herren Geheimrat Professor Dr. H. Bunte, Dr. Hyde, Dr. Kusminsky.

Ehrensekretär: Herr C. C. Paterson.

Als Sitz der Internationalen Beleuchtungstechnischen Kommission für die nächsten drei Jahre ist somit London, der Wohnsitz des Ehrensekretärs, zu betrachten. Die nächste Sitzung der Kommission findet im Jahre 1916 in Paris statt.

Rechtspflege. Die Dotation eines Reservefonds für unvorhergesehene Ausgaben eines Elektrizitätswerkes ist nicht abzugfähig. — (Verw.-Ger.-Erk. vom 22. Jänner 1913, Z. 602Budw. Slg. Nr. 9342 F.) ... In der Sache selbst konnte die Abzugfähigkeit der Fondsdotation kraft des § 95, lit *f* Pers.-St.-G., nicht als vorhanden angesehen werden. Denn nach dieser Gesetzesstelle sollen nur Dotationen für Fonds abzugfähig sein, die zur Deckung von Abgängen und Verlusten bestimmt bezeichneter Art gewidmet sind, wenn Verluste und Abgänge dieser Art entweder schon eingetreten oder als voraussichtliches Ergebnis der Geschäftsverhältnisse zu gewärtigen sind. In der Beschwerde wird die Bestimmung des Fonds ebenso wie im Rekurse, dahin angegeben, daß der Fonds zu dienen habe für die aus unvorhergesehenen Ausgaben entstehenden Erfordernisse, insbesondere aus Anlaß von Elementarereignissen, Katastrophen und abnormalen Entwertungsfällen. Der Fonds ist nach dieser Angabe bestimmt zur Deckung von unvorhergesehenen Ausgaben. Eine solche weite Zweckbestimmung läßt die Beziehung auf Betriebsverluste oder Abgänge vermissen. Nach dieser Angabe ist es ohneweiters zulässig, daß die Fondsmittel sogar für neue, sich als zweckmäßig darstellende, bisher nicht vorgesehene Investitionsauslagen herangezogen werden. Denn nicht jede unvorhergesehene Auslage kann als Verlust oder Abgang angesehen werden. Ein Verlust oder Abgang ist nur dann anzunehmen, wenn die der steuerpflichtigen Unternehmung dienenden Gegenstände aller Art (Anlagewerte oder Betriebsmaterial) durch den Betrieb der Unternehmung eine Wertverminderung oder einen Wertverlust erfahren, oder wenn aus dem Absatze der Erzeugnisse der Unternehmung ein die Gestehungskosten nicht deckender Preis erzielt wird. Da aber sogar unvorhergesehene Auslagen, die zum Zwecke der Erweiterung des Unternehmens der beschwerdeführenden Gemeinde bewirkt werden, ohne Änderung der Widmung des Fonds daraus bestritten werden können, so fehlt hier die Voraussetzung für die Passierbarkeit des § 95 lit *f* Pers.-St.-G....

Werkvertrag zwischen einem Bauunternehmer und dem Inhaber einer elektrotechnischen Installationsanstalt über Herstellung der elektrischen Leitung in Häusern kein Handelsgeschäft. Anspruch bloß auf Erfüllung nebst Schadenersatz im Falle des Erfüllungsverzuges. (O. G. H. Entsch. vom 28. März 1913, Rv II 182 Zentr. Bl. f. j. Pr. Nr. 164 von 1913.) .... Bezüglich des Schadenersatzanspruches von 500 K wurde mit Recht die Abweisung dieses Anspruchs vom Ber. Ger. ausgesprochen. Wohl ist der Revision zuzustimmen, daß im vorliegenden Falle die Bestimmungen des H. G. B. nach Art. 277 nicht anzuwenden sind, da das diesem Anspruch zugrunde liegende Rechtsgeschäft weder auf Seiten des Klägers noch des Beklagten ein Handelsgeschäft war. Bezüglich der Beschäftigung der Streitteile ist nur festgestellt, daß der Kläger Bauunternehmer, der Beklagte Inhaber einer elektrotechnischen Installationsanstalt ist; daß einer von ihnen protokolliert wäre, wurde gar nicht behauptet. Das diesem Schadenersatzanspruche

Digitized by Google

des Klägers zugrunde liegende Rechtsgeschäft bestand darin, daß der Beklagte sich verpflichtete, die in dem Briefe angeführten Gegenstände zum Zwecke der Herstellung der elektrischen Leitung in zwei neu gebauten Häusern zu liefern und zu installieren gegen einen Gesamtpreis. Er hatte sonach sowohl das Material wie die Arbeit zu liefern und durch die Installation wäre das gelieferte Material Zugehör der beiden Häuser, daher Zugehör unbeweglicher Sachen geworden. Von Seite des Klägers wurde sonach die elektrische Leitung für ein Gebäude angeschafft und schon deshalb liegt nach Art. 275 H. G. B. von seiner Seite ein Handelsgeschäft nicht vor. Aber auch von einem Handelsgeschäfte auf Seite des Beklagten kann keine Rede sein. Wenn auch der Beklagte derartige Geschäfte gewerbsmäßig betreibt, so kann sein Geschäftsbetrieb doch als ein Handelsgeschäft weder nach den Bestimmungen des Art. 271/1 u. 2 H. G. B. noch auch nach den Bestimmungen des Art. 272/1 H. G. B. betrachtet werden, da er zum Baue eines Hauses das zur elektrischen Leitung nötige Material zu liefern und zu installieren hatte und dieses Material durch Installierung mit dieser unbeweglichen Sache dauernd verbunden bleiben sollte. Es kommen daher hier die Bestimmungen des B. G. B. zur Anwendung. Nichtsdestoweniger ist die Abweisung dieses Klagsanspruchs begründet. Der Beklagte hat mit dem Kläger einen Vertrag geschlossen, demzufolge er sich verpflichtete, dem Kläger die im Vertrage genannten Gegenstände zum Zwecke der Herstellung von elektrischen Leitungen in dessen zwei neugebauten Häusern zu liefern und zu installieren. Diesen Vertrag hat der Beklagte nicht erfüllt, da er die Lieferung von der ursprünglich nicht vereinbarten Bedingung, daß der Kläger ihm den für früher gelieferte Arbeiten schuldigen Betrag per K 400 bezahle, abhängig machte. Da er hiedurch vertragsbrüchig wurde, war nach § 919 der Kläger berechtigt, wohl nicht die Aufhebung, sondern nur die genaue Erfüllung des Vertrags und Ersatz zu fordern. Daß zur Zeit, als der Beklagte seine Vertragserfüllung von der oben erwähnten Bedingung abhängig machte, die Erfüllung des Vertrags durch den Beklagten möglich war, geht schon daraus hervor, daß der Kläger diese vom Beklagten vorzunehmenden Arbeiten laut seines Briefes der Firma E. vergab und diese die Arbeiten ausführte. Wenn nun der Beklagte den Vertrag zu erfüllen verweigerte, war der Kläger nach § 919 B. G. B. nur berechtigt, die genaue Erfüllung des Vertrags und den Ersatz des allenfalls hiedurch erlittenen Schadens zu verlangen, er war jedoch nicht berechtigt, den Vertrag aufzuheben. Nun hat aber der Kläger in Wirklichkeit den Vertrag aufgehoben, hat, ohne den Beklagten auf Erfüllung des Vertrags zu belangen, die vom Beklagten vorzunehmenden Arbeiten einem Dritten übergeben. Infolgedessen hat er keinen Anspruch auf den Ersatz des hiedurch erlittenen Schadens, zumal im § 919 B. G. B. nicht bestimmt ist, daß der eine Vertragsteil vom vertragsbrüchigen Teile die Erfüllung oder Schadenersatz begehren kann. Mit Recht hat daher das Ber.-Ger. den klägerischen Anspruch auf den Ersatz von K 500 aus diesem Grunde abgewiesen und es liegt in dieser Richtung der Rev. Grund des § 503⁴ Z. P. O. nicht vor. In dieser Richtung war der Revision keine Folge zu geben....

Ein ausschließlich in der Kontorarbeit einer fabriksmäßig betriebenen Gewerbeunternehmung (Gewerbe der Elektrotechnik) verwendeter Praktikant ist kein „Lehrling" im Sinne der Gewerbeordnung. Die Verzeichnung des zwischen der Unternehmung und solchen Hilfsarbeitern abgeschlossenen Lehrlingsvertrages in dem für Lehrverträge bestimmten Protokollbuche kann nicht verlangt werden. (Verw.-Ger.-H.-Erk. vom 2. April 1913, Z. 3493, Budw. Slg. Nr. 9513 A). ... Es stünde also mit dem Wortlaute und der Absicht des Gesetzes nicht im Einklange, einen Kontorpraktikanten einer fabriksmäßig betriebenen Elektrizitätsunternehmung als „Lehrling" zu qualifizieren; „Lehrling" einer solchen Unternehmung kann vielmehr nur derjenige sein, welchem die fachliche Ausbildung in dem den Gegenstand des Betriebes bildenden Gewerbe — der Erzeugung und Installation elektrischer Vorrichtungen aller Art usw. — zu teil wird (§§ 97 und 98 Gew.-O.). Diese Rechtsanschauung findet eine weitere Stütze im § 37 Gew.-O., welcher das Halten von Lehrlingen sogar der dort erwähnten Hilfsgewerbe ausschließt.... Daß aber die von beschwerdeführender Firma begehrte Inprotokollierung der Lehrverträge nur bei Lehrlingen im Sinne der Gewerbeordnung stattzufinden hat und zu unterbleiben hat, wenn es sich um Hilfsarbeiter handelt, welche nicht Lehrlinge sind, steht außer Streit.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrische Leiter, Kabel.

Die Firma Felten & Guilleaume, Fabrik elektrischer Kabel, Stahl- und Kupferwerke, Akt.-Ges. in Wien gibt ein Tränkungsmittel für den Faserüberzug von elektrischen Leitungen an, bestehend aus dem Gemisch einer Metallsauerstoffverbindung mit einem trockenen Öle, welches Tränkungsmittel nach der Erfindung aus mit trocknendem Öl verriebener Tonerde, vorzugsweise Bauxit besteht. Als besonderer Vorteil wird die Elastizität und Wetterbeständigkeit der mit dieser Masse getränkten Schutzhülle angeführt. (Ö. P. Nr. 60.838.)

Die Spezialfabrik für Aluminium-Spulen und -leitungen, G. m. b. H. in Berlin schlägt ein Verfahren zur Herstellung eines isolierenden Überzuges aus Aluminiumverbindungen auf elektrischen Leitern vor, nach dem erfindungsgemäß aus einem geeigneten aluminiumsalzhaltigen elektrolytischen Bade auf den als Kathode geschalteten Leiter fest anhaftende Aluminiumverbindungen auf elektrolytischem Wege gefällt werden. (D. R. P. Nr. 264.534.)

Die Western Electric Company Limited in London läßt sich ein Bandkabel schützen, bei dem die Leitungsdrähte als Kettenfäden des Bandes von einem die Isolation abgebenden Schuß verwebt sind, wobei erfindungsgemäß die Drähte an den später den Anschluß abgebenden Stellen s von dem Schuß freigelassen sind (Fig. 1). (D. R. P. Nr. 268.248.)

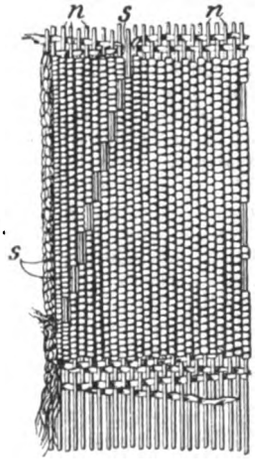


Fig. 1.

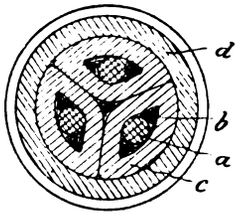


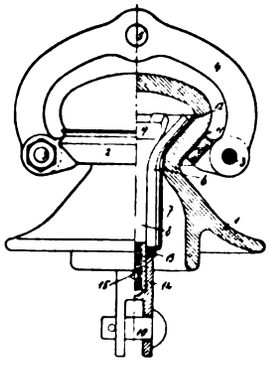
Fig. 2.

Felten & Guilleaume Carlswerk Akt.-Ges. in Mülheim a. Rh. bildet ein elektrisches Kabel, dessen im Querschnitt runde Leiter von im Querschnitt sektorförmigen Isolierhüllen umgeben sind, derart aus, daß die zwischen den runden Leitern a und den sektorförmigen Isolierhüllen c bestehenden Zwischenräume durch Isoliermaterial b ausgefüllt sind (Fig. 2). (Ö. P. Nr. 64.463.)

Isolatoren, Isolierungen.

Alexander Orinschnig in Pola beschreibt einen Isolierkörper zur Befestigung von Leitungsdrähten u. dgl., der erfindungsgemäß mit zwei oder mehreren keilförmig angeordneten Löchern versehen ist, durch welche die in schiefen Richtungen einzuschlagenden Befestigungsnadeln geführt werden (Fig. 3). (Ö. P. Nr. 64.001.)

Fig. 3.



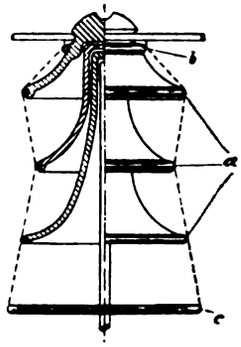


Fig. 5.

Fig. 4.

Die Firma Österreichische Siemens-Schuckert-Werke in Wien gibt einen Hänge-Isolator an, bestehend aus einem Isolierkörper 1 mit geschlossenem Kopf (Fig. 4), einem außen daran angebrachten Ringe 2 und einem innen darin angeordneten Bolzen 8

Digitized by Google

mit mehrteiligem Kopf, dessen Teile in die für die Aufnahme von Zugkräften erforderliche Lage zueinander gebracht werden. Gemäß der Erfindung sind die einzelnen Teile des Bolzenkopfes derart zusammengefügt, daß sie in ihrer Endstellung auch nach Zerstörung des Isolators verbleiben und dem Bolzenkopf einen solchen Durchmesser erteilen, daß eine an dem Bolzen 8 aufgehängte Leitung vor dem Herabfallen dadurch bewahrt bleibt, daß in für Isolatoren mit offenem Kopf bekannter Weise der Bolzenkopf 6 von dem darunter befindlichen Ringe 2 kleineren Durchmessers gefangen wird. (Ö. P. Nr. 63.062.)

Eine Schutzvorrichtung für Hochspannungs-Isolatoren wurde von Wilhelm Fellenberg in Charlottenburg konstruiert. An den Mänteln, Glocken, Hülsen oder sonstigen isolierenden Konstruktionsteilen sind Metallschutzringe oder -kränze *a*, *b* derart angeordnet, daß die bei Überspannungen auftretenden Entladungen über die Schutzkränze abgeleitet werden, wobei gemäß der Erfindung die Schutzringe aus Draht in das Isoliermaterial so eingebettet sind, daß die Lichtbögen nicht nach innen durch den Isolierkörper schlagen oder unter den Schutzkränzen stehen bleiben könne (Fig. 5). (Ö. P. Nr. 62.689.)

Die Firma Westinghouse Electric Company Limited in London baut einen Durchführungs-Isolator 4 zur Isolierung einer leitenden Platte 1 und eines durch eine Öffnung in der Platte geführten stab- oder stangenförmigen Teiles 3, dessen Oberfläche erfindungsgemäß ohne jede Wellung oder Unebenheit nach Kurven gekrümmt ist, die mit dem Verkaufe der Kraftlinien möglichst zusammenfallen (Fig. 6).

In Fig. 6*a* ist der Leiter 3 an dem durch die Öffnung in der Platte 1 gehenden Teil (5) verdickt. Die Oberfläche des Isolators 4 ist nach den Kraftlinien gekrümmt. (Ö. P. Nr. 61.118.)

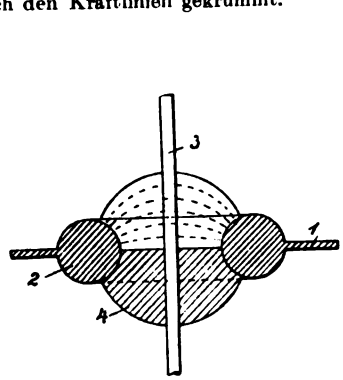


Fig. 6.

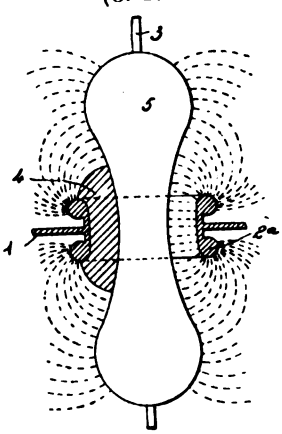


Fig. 6*a*.

Dr. techn. Josef Wahn in Wien gibt eine Einrichtung zum selbsttätigen Anzeigen auftretender Isolationsfehler an einem Isolator und zur Messung der von ihm abfließenden Verlustströme an, bei welcher erfindungsgemäß zwischen einer unter dem normalen Isolierkörper *a* befindlichen Metallhülse *c* und der Isolatorstütze *s* ein einen großen Widerstand bildenden zweiten Isolierkörper *b* (Nebenisolation) eingebaut und durch geeignete elektrische Sicherungen *d* kurzgeschlossen ist. Diese Sicherungen sind zusammen mit einer Vorrichtung zur Anzeige der Isolationsfehler am Isolator selbst angeordnet. Sobald die Verluströme eine bestimmte zulässige Größe überschreiten, werden die Vorrichtungen ausgelöst. Der sodann als Nebenisolation wirkende Isolierkörper erlaubt eine Benutzung als Nebenschluß- und Meßwiderstand zur Bestimmung der vom Isolator abfließenden Verlustströme (Fig. 7). (Ö. P. Nr. 58.695.)

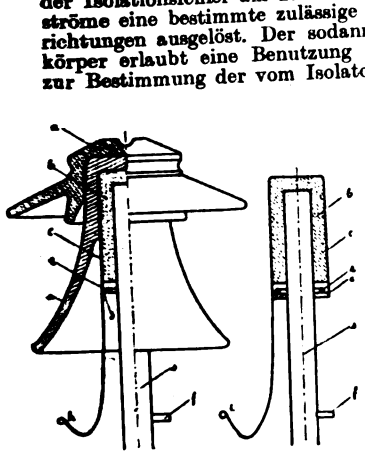


Fig. 7.

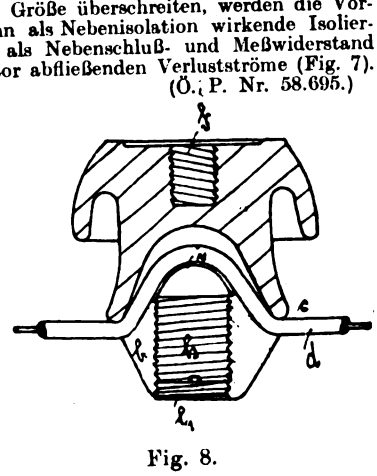


Fig. 8.

Theodor Wittrin in Saarbrücken verwendet eine Vorrichtung an Hohlschlitz-Isolatoren zum gleichzeitigen Spannen und Führen des Drahtes. Der Isolator hat im unteren Teil *a* einen Querschlitz *b*, durch den der Draht *d* geführt wird. Die Bohrung *f* dient zur Aufnahme eines Gewindebolzens für die Stütze, in die untere Bohrung kommt ein Schraubennippel. Erfindungsgemäß ist der Hohlschlitz nach dem Inneren so vertieft, daß durch das Hineinziehen des Schraubnippels ein Spannen des geführten Drahtes stattfindet, wobei der allmählich schlaffer werdende Draht auch erforderlichenfalls nachgespannt werden kann (Fig. 8). (D. R. P. Nr. 267.878.)

Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin gibt einen Träger für Hochspannungsleitungen an. Zwischen zwei in Armen gehaltenen Isolatoren 2 (Fig. 9) liegt eine Eisenstange *a*, auf welcher die zum Halten der Drähte (mittels Schellen *s*) dienenden Isolatoren i^1 sitzen; diese werden durch Rohre *d* in Abstand gehalten. Die mittleren Isolatoren sind beiderseits offen, die äußeren auf einer Seite geschlossen. Gemäß der Erfindung sind die Isolatoren in den einander zugekehrten Teilen kelchförmig ausgebildet, derart, daß

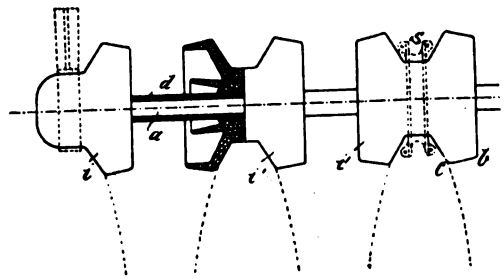


Fig. 9.

ihr Durchmesser vom Rande aus auf einer beträchtlichen Länge zunimmt und sie den größten Durchmesser entfernt vom Rande *b*, also bei *c* besitzen, zum Zwecke, daß das Ablaufwasser nicht an den zugekehrten Enden der Isolatoren, sondern in einiger Entfernung hievon abläuft. (D. R. P. Nr. 263.436.)

Die Firma Società Ceramica Richard Ginori in Mailand sieht eine derartige isolierende Verbindung zweier auf Zug beanspruchter Metallteile vor, daß erfindungsgemäß die den Zug aufnehmenden, durch den Isolierkörper *C* getrennten Metallteile *A* und *B* mit so tiefen Gewindegängen ineinandergreifen, daß die Verbindung der Metallteile *A* und *B* nur durch Abschrauben gelöst werden kann, auch wenn das Isoliermaterial *C* und *D* zerstört ist (Fig. 10). (D. R. P. Nr. 269.253.)

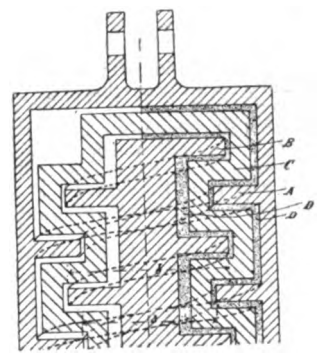


Fig. 10.

Gemäß einer von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. in Berlin angegebenen Verbindung von Isolatoren 1, 1 (Fig. 11) (insbesondere für drahtlose Telegraphie), untereinander und mit den Befestigungsösen 3 u. dgl. werden über die zu

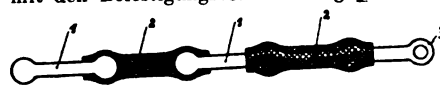


Fig. 11.

verbindenden Isolatorteile an sich bekannte, gewebte oder geklöppelte, selbstsperrende Schläuche 2 geschoben (D. R. P. Nr. 264.807.)

Die Westinghouse Electric Company Limited in London beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von Isolationsplatten aus Glimmer u. dgl. und einem gepulverten Bindematerial, wobei die Flocken von einer Füllvorrichtung durch Druckluft in bekannter Weise ausgestoßen werden. Erfindungsgemäß werden die Flocken aus der Füllvorrichtung zwecks Verteilung portionsweise nach oben ausgestoßen und fallen dieselben durch einen geschlossenen Raum beträchtlicher Länge, um sich in gleichmäßiger Schicht auf einer feststehenden Aufnahmeplatte auszubreiten, worauf das Bindemittel mittels einer Siebvorrichtung in Pulverform über die Flocken verteilt und das Ganze erhitzt und zu Platten gepreßt wird. (D. R. P. Nr. 270.133.)

William Mc. Loughlin in Lozells (Birmingham, Engl.) gibt ein Verfahren zur Herstellung von Isolierteilen aus Glimmerblättern, Talkblättern u. dgl. mit Metallfassung an, nach dem erfindungsgemäß die Kanten oder Ränder der Blätter oder Schichten des Isoliermaterials mit Metall, insbesondere mit Gußeisen, umgossen werden, derart, daß dadurch die einzelnen Blätter oder Schichten fest zusammengehalten und der Wirkung nach zusammenhängende Blöcke oder Platten des Isoliermaterials erhalten werden. (D. R. P. Nr. 267.139.)

Elektrische Regulierung.

Elektrische Widerstände.

H. Platthaus in Witzhelden (Rheinland) verwendet das bekannte, aus Asbestfäden als Kette und Widerstandsdrähten als Schuß hergestellte Gewebe zu Widerständen mit direkt aufschleifendem Kontakt. Das wellenförmig gebogene Gewebe 2 (Fig. 1) ist an seinen

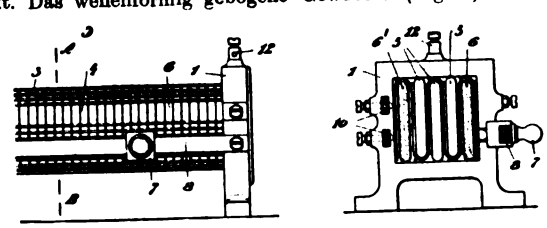


Fig. 1.

Digitized by Google

Kopfseiten in Trägern 1 unter Zwischenlage von Isolierstücken 5, 6 und 6′ fest angeordnet, von denen nur das vorderste 6 oder das vorderste 6 und das hinterste 6 und 6′ von einem Träger zum anderen Träger durchlaufen, während die anderen Isolierstücke 5 nur die Breite der Träger haben, zum Zweck, bei fester Lagerung und guter Kühlung des Widerstandsgewebes die vordere Gewebefläche für die Stromabnahme durch den Gleitkontakt geeignet zu machen. (D. R. P. Nr. 258 641.)

Bei der Ausführung nach Fig. 2 ist das Gewebe 2 spiralförmig eingerollt. 6′ ist der schmale Streifen Isoliermaterial, 6 das steife Isolierstück, welches von einem Träger bis zum anderen durchgeht und die Unterstützung für den Stromabnehmer bildet; 9 ist der Stromabnahmekontakt, der als gezahnte Rolle ausgebildet ist, die mit den Zähnen in das Gewebe greift und so unmittelbar auf dem Widerstandsgewebe guten Kontakt gibt. (D. R. P. Nr. 266 591.)

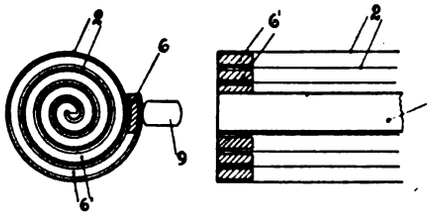


Fig. 2.

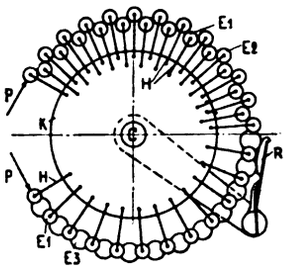
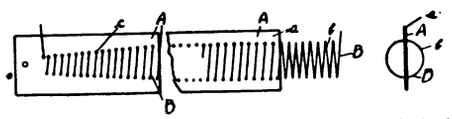


Fig. 3.

Druckwiderstände hat E. A. Naumann in Hamburg-Billbrook angegeben*). Die neue Ausführungsform (Fig. 3) sieht abwechselnde Schichten von Druckkörpern E_1 mit niederem Leitvermögen (Siliziumkarbid) und solche mit hoher Leitfähigkeit E_2 E_3 (Kupfer, Kohle) vor, auf welch letzteren der Wanderkontakt R schleift. Die Druckelemente sitzen auf federnden Armen H im Kreis um C herum und durch die Druckkräfte P P wird ein Druck auf sie ausgeübt. Durch Verstellen des Wanderkontaktes wird der Widerstandswert geändert. (D. R. P. Nr. 269 255.)

Der Widerstand von E. J. Ovington in Los Angeles besteht aus einem Glimmerstreifen a, der Reihen A (Fig. 4) von Löchern

Fig. 4.



in bestimmter Anordnung besitzt, wobei ein zu einer Spirale zusammengedrehter Widerstandsdraht B in die einzelnen Löcher durch Drehen hineingeschraubt wird. Der Glimmerstreifen bildet so eine Versteifung der Spirale. (U. S. P. Nr. 1 077 635.)

Einen von Selbstinduktion und Kapazität freien Widerstand gibt Dr. Walther Burstyn in Berlin an. Er besteht aus aufeinanderfolgenden Doppellagen von Draht, der in einer Lage nach rechts, in der anderen nach links gewickelt ist, wobei die beiden Lagen parallel geschaltet sind. Je zwei solche Doppellagen sind weiter voneinander entfernt als die einzelnen Lagen einer Doppellage. (D. R. P. Nr. 269 547.)

Fig. 5 zeigt die Kontaktvorrichtung für Widerstandsregler der Siemens-Schuckert-Werke in Berlin. An einem Kontaktarm a, der zum Zweck des Einschaltens des Motors beispielsweise von rechts nach links bewegt wird, sind zwei gegeneinander versetzte, durch den Arm in leitender Verbindung miteinander stehende Kontakte b und c angeordnet, von denen der eine dem anderen voreilt. Beide Kontakte sind drehbar gegen den Arm a gelagert und werden durch Federn d und e auf die Kontaktklötze f gedrückt. Der Kontakt c ist mit einer stärkeren Feder versehen als der Kontakt b, wodurch erreicht wird, daß er beim Schalten in die Lücke der Kontaktbahn einschnappt. Wesentlich ist bei dieser Anordnung, daß hiedurch beim Schalten stets bestimmte Rastenstellungen erzielt werden, bezw. daß die Stellung des voreilenden Kontaktes b auf den Kontaktklotz f festgelegt wird. Eine

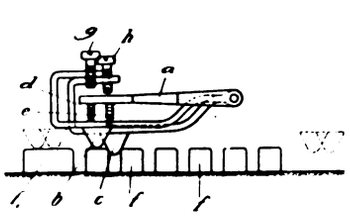


Fig. 5.

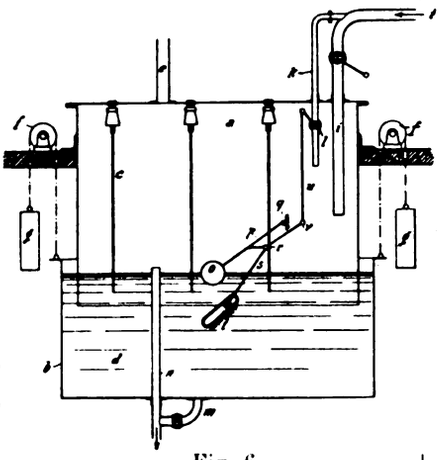


Fig. 6.

besondere Rastenscheibe oder dgl. wird also dadurch entbehrlich. Kontakt b übernimmt so das Feuer beim Unterbrechen, Kontakt c legt die Stellung fest. Beim Weiterschieben tauschen die Kontakte ihre Rolle. (D. R. P. Nr. 269 611.)

*) Siehe E. u. M. 1913, Seite 416, 988.

Von der A.-G. Brown, Boveri & Co. in Baden wird der in Fig. 6 dargestellte Flüssigkeitswiderstand angegeben. Der Kasten a mit den Elektroden c ist feststehend. Der Behälter b für die Flüssigkeit der mit Gegengewichten g über Rollen f abgeglichen wird, ist in der Höhe einstellbar gemacht, so daß dadurch der Widerstandswert eingestellt werden kann. Die Dämpfe entweichen bei e, weil sie am Rand des Behälters durch die Flüssigkeit abgeschlossen sind. Um das durch Verdampfen verloren gegangene Wasser zu ersetzen, das bei i zuströmen soll, ist folgende Anordnung getroffen. Es sind zwei Hebel p, s angeordnete Hebel p trägt Schwimmer o, Hebel s betätigt den Hahn l. Der eine Hebel p ist um einen im Oberkasten a fest oder beweglich gelagerten Punkt q, der andere Hebel s um einen im Untergefäß b fest oder beweglich gelagerten Punkt t drehbar, so daß das Absperrorgan nicht durch das Heben und Senken des Flüssigkeitsbehälters b, sondern nur infolge Änderung der Flüssigkeitsmenge geöffnet wird. (D. R. P. Nr. 263 251, 268 342.)

Um Flüssigkeitswiderstände zur dauernden Tourenregelung in Zentralen (durch zusätzliche Belastung) zu verwenden, muß man Mittel finden, die Konstanz solcher Widerstände zu erzielen. Wasser verschiedener Provenienz oder verschiedenen Alters zeigt auch im Siedezustand große Unterschiede im Widerstandswert. Brockdorff, Witzenmann m. b. H. in Berlin haben nun durch Versuche festgestellt, daß sich bei chemisch reinem Wasser oder Quell-, Fluß- oder Seewasser, das über 140° C erwärmt ist, die spezifischen Widerstände bei beliebig langer Betriebsdauer Werten nähern, die zwischen 1000 und 2000 Ohm im Kubikzentimeter liegen, und die noch auftretenden Schwankungen der Widerstandswerte so gering sind, daß sie mühelos durch einfache Regelungsvorrichtungen oder durch die Konstruktion und Anordnung der Elektroden ausgeglichen werden können, was bei Verwendung des nur auf Siedetemperatur erhitzten Wassers nicht möglich ist. (D. R. P. Nr. 266 593.)

Regelung in Gleichstromanlagen und Gleichstromnetzen.

Bekanntlich arbeiten selbsterregte Dynamomaschinen im geraden Teil der Charakteristik unstabil. Um dies zu verhindern, soll nach der Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft ein Variatorwiderstand dem Nebenschlußwiderstand oder einem Teil desselben parallel geschaltet werden. Dadurch wird nämlich erreicht, daß die Charakteristik des Regelwiderstandes nicht mehr eine Gerade ist, sondern im Anfang konkav sich krümmt und daher im weiteren Verlauf mit der Charakteristik der Maschine zum reellen Schnitt kommt; dies ist das Kriterium der stabilen Erregung. (Ö. P. Nr. 63 239.)

Zum Ausgleich der Selbstinduktion in Wicklungen gibt die Soc. Alsacienne de constructions mécaniques in Belfort eine Schaltungsweise an (Fig. 7). Um die Selbstinduktion der Wicklung A zu vernichten, so daß rasche Spannungsänderungen an ihren Enden ebenso rasche Stromänderungen zur Folge haben, wird in Reihe mit der Wicklung der Anker B einer Hilfsmaschine geschaltet und die Primäre eines Transformators F zwischengelegt. Die Erregerwicklung C der Hilfsmaschine ist in Reihe mit der Sekundären und einem großen Widerstand D geschaltet. Die Hilfsmaschine wird also proportional den Änderungen des Stromes in A erregt und dadurch eine Spannung erzeugt, welche die der Selbstinduktion von A aufhebt. Die Wicklung A kann selbst die Rolle des Transformators übernehmen, wobei Wicklung C mit Widerstand D parallel an A gelegt wird. (D. R. P. Nr. 269.982.)

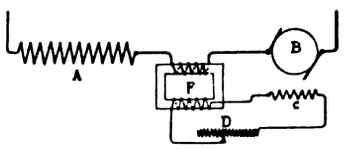


Fig. 7.

A. Reifenberg in Frankfurt a. M. regelt die Spannung einer Gleichstrommaschine dadurch selbsttätig, daß in den Erregerkreis eine Wismuthspirale eingeschaltet ist, die in einem von der Maschinenspannung abhängigegn Kraftfeld, beispielsweise zwischen den Polen eines im Nebenschluß zur Maschine gelegten Magneten, angeordnet ist, so daß bei Erhöhung der Spannung der Widerstand der Wismuthspirale und damit des Erregerkreises wächst. (D. R. P. Nr. 264 034.)

Zu den Reguliereinrichtungen in Ward-Leonard-Anlagen sind die folgenden zu zählen:

Es ist bekannt, bei Gleichstrommaschinen den Spannungsabfall bei Belastung durch eine Hilfsspannung aufzuheben. Die Anlaßmaschine g (Fig. 8) schickt Strom in den Motor m; in ihre Erregung w ist die Hilfsmaschine h eingeschaltet; beim Ansteigen der Belastung sinkt ihre Spannung, die Hilfsmaschine sendet also durch w einen feldverstärkenden Strom. Läuft die Maschine g aber als Motor (Bremsen), so wirkt a feldschwächend. Versagt die Hilfsmaschine h aus irgend einem Grund, so steigt dadurch die Tourenzahl des Motors m unerwünscht an. Dies soll nach der Erfindung der Firma Österreichische Siemens-Schuckert-Werke dadurch verhindert werden, daß die Sättigung der Hauptmaschine bei normalem Feld so gewählt und die Größe und Richtung der Hilfsspannung so festgelegt wird, daß der Strom dieser Hilfsspannung auf das Feld der Haupt-

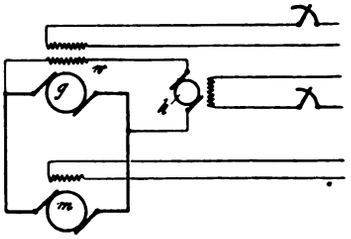


Fig. 8.

Digitized by Google

maschine stets in demselben Sinne wirkt. Es muß daher die Spannung der Hilfsmaschine *h* mindestens um den Betrag des Spannungsabfalles für eine gegebene Stromstärke größer gemacht werden, als die Spannung der Hauptmaschine *g*, wobei die Schaltung so getroffen sein muß, daß der Ausgleichstrom verstärkend auf das Feld der Hauptmaschine wirkt. Wird dann, während die Anlaßmaschine innerhalb der gewählten Belastungsgrenzen als Motor läuft, die Hilfsmaschine plötzlich unbrauchbar, so tritt durch den Ausfall des Hilfsstromes stets eine Schwächung des Feldes der Hauptmaschine ein, so daß ein Anwachsen der Umdrehungszahl der zugehörigen in Leonardschaltung betriebenen Maschine *m* unmöglich ist. (Ö. P. Nr. 63 238.)

Dieselbe Firma gibt eine Einrichtung an, durch welche die Tourenzahl der Anlaßmaschine in eindeutige Abhängigkeit von der Steuerhebelstellung gebracht werden soll. Die Erfindung besteht darin, daß die Felderregung der Steuerdynamo ganz oder zum Teil durch eine Serie von zwei Hilfsdynamos in Gegenschaltung geliefert wird, deren eine konstant erregt ist und die Geschwindigkeit des Hauptmotors besitzt, während die Feldstärke der anderen einstellbar ist und dadurch zum Steuern der Anlage benutzt wird. Eine Ausführungsform für Leonardantriebe (*g* Maschine, *m* Motor) zeigt Fig. 9. Der eine Ankerteil

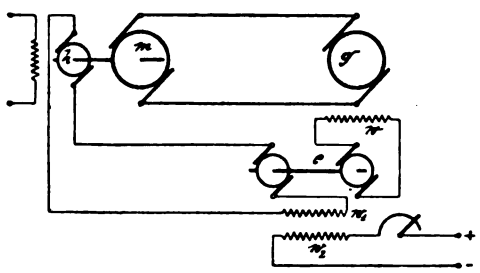


Fig. 9.

der Doppelerregermaschine *e* speist die Erregung *w* von Maschine *g*, dem anderen Teil wirkt die vom Motor *m* angetriebene Hilfsmaschine *h* entgegen und beeinflußt dadurch das Feld *w* der Erregermaschine derart, daß bei Tourenverminderung des Fördermotors eine Verstärkung des Feldes der Doppelerregermaschine und somit eine Spannungserhöhung der Anlaßdynamo eintritt, wodurch die Tourenzahl des Fördermotors steigt. (Ö. P. Nr. 63 193.)

Um bei Aufzügen, die in Leonardschaltung betrieben werden, ein selbsttätiges Bremsen zu erzielen, wird nach der Erfindung der obigen Firma beim Einfahren in die Haltestelle durch den Endschalter, wenn er überfahren wird, eine Umkehr der Drehrichtung des Aufzugmotors dadurch bewirkt, daß die Felderregung des Steuergenerators umgekehrt wird; hiezu kann eventuell eine besondere Erregerwicklung dienen. (Ö. P. Nr. 64 328.)

Zur Gegenkompoundierung von Leonardmaschinen verwendet die Elsässische Maschinenbau-Gesellschaft in Mühlhausen i. E. eine Zusatzmaschine *A* (Fig. 10) mit einer an den Klemmen

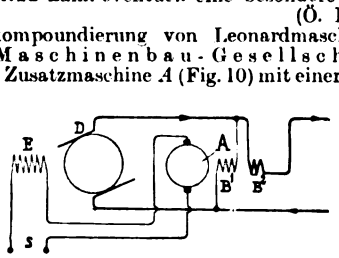


Fig. 10.

der Hauptdynamo *D* liegenden Erregerwicklung B_1 und einer dieser entgegenwirkenden, vom Hauptstrom durchflossenen zweiten Erregerwicklung B_2. Der Anker *A* ist in Reihe mit der Erregung *E* der Hauptdynamo an die Erregerquelle *S* gelegt. Die Erfindung besteht darin, daß bei mittleren Belastungen die Zusatzmaschine infolge Überwiegens ihrer Fremderregung die Erregung der Hauptmaschine bei zunehmender Belastung in abnehmendem Maße, bezw. umgekehrt verstärkt und erst bei starker Überlastung infolge Überwiegens ihrer Hauptstromerregung die Erregung der Hauptmaschine schwächt. (D. R. P. Nr. 268 870.)

Um Gleichstrommotoren, die in Leonardschaltung in beiden Drehrichtungen laufen sollen, zu kompoundieren, verwendet die Firma Siemens-Schuckert-Werke zwei Hilfsmaschinen, je eine für eine Drehrichtung, die die gesamte oder einen Teil der Erregung für die Motoren liefern und die selbst wieder vom Hauptstrom erregt werden. Dadurch wird die Umschaltung der Motorkompoundwicklung bei Änderung des Drehungssinnes erübrigt. (D. R. P. Nr. 268 535.)

In Kraftübertragungsanlagen mit Energiespeichern kann man nach der Erfindung derselben Firma mit kleineren Energiespeichern auskommen, indem man den Motor statt wie bisher auf konstante Leistung auf veränderliche einstellt, und zwar in der Weise, daß seine Stromaufnahme mit sinkendem Ladezustand des Energiespeichers ständig wächst und mit wachsendem Ladezustand ständig abnimmt. In Rücksicht auf das Netz ist es nämlich nicht immer erforderlich, die Leistungsaufnahme genau konstant zu halten, man kann vielmehr, namentlich bei großen Kraftwerken, gewisse Schwankungen der Leistungsaufnahme der Stromverbraucher nach oben und unten zulassen, soferne nur dafür gesorgt wird, daß die Änderungen innerhalb dieses Bereiches nicht plötzlich, sondern allmählich erfolgen. Das Schwungrad ist bei der neuen Anordnung nur so groß zu bemessen, als dem regelmäßigen Arbeitsvorgang mit gleichbleibenden Pausen entspricht. Tritt die größere Pause ein, so wird ein sanftes Absteigen der Energieaufnahme aus dem Netze bis auf den Leerlaufsbedarf stattfinden, so daß seine plötzliche stoßweise Entlastung vermieden wird, wie sie nach dem bisherigen Verfahren beim Sinken der mittleren Belastung in der längeren Pause auftritt. (Ö. P. Nr. 63 719.)

Der Firma Österreichische Brown Boveri-Werke A.-G. in Wien wurde im Pat. Nr. 59 897 eine Schaltung für elektrische Fördermaschinen geschützt, bei welcher die durch eine mechanische Vorrichtung bewirkte Verzögerungskurve auf die geeignetste Form korrigiert wird. Nach einer neueren Verbesserung soll die Stillsetzungskurve der Maschine in Abhängigkeit von der Fördermotorlast nicht auf gleiche Form bei verschiedenen Belastungen, sondern auf eine bei den verschiedenen Belastungen geeignete Form gebracht werden. Durch die Retardierschaltung soll diese Kurve so beeinflußt werden, daß mit abnehmender positiver und zunehmender negativer Belastung der Verzögerungsweg selbsttätig vergrößert wird, so daß die Stillsetzung mit kleineren Verzögerungskräften erfolgen kann und außerdem die selbsttätige Stillsetzung der Maschine bei kleineren oder negativen Belastungen früher erfolgt als bei positiver Belastung. Hiedurch wird erreicht, daß die letzte Wegstrecke nur mehr mit beschränkter Geschwindigkeit durch Nachziehen von Hand aus zurückgelegt werden kann, während bei den bekannten mechanischen Retardiervorrichtungen gerade bei negativer Belastung die Stillsetzung der Maschine erst am Hubende erreicht wird, und bei positiver Belastung das Nachziehen mit geringerer Geschwindigkeit erfolgt, was die Leistungsfähigkeit der Maschine beim Fördern und deren Sicherheit bei Seilfahrt und Hängen stark beeinträchtigt. Dies erfolgt dadurch, daß in Abhängigkeit von der Fördermotorbelastung der Schaltapparat früher oder später an ein von der Maschine bewegtes Element angekuppelt wird bezw. in dieser Abhängigkeit die Wirkung der Widerstandsvorschaltung auf einem kürzeren oder längeren Wegteil aufgehoben wird. (Ö. P. Nr. 63 980.)

Eine weitere Erfindung der Firma betrifft die Notausschaltung von Fördermaschinen in Leonardschaltung. Die Erfindung besteht darin, daß durch den Notausschalter die Erregerwicklung der Anlaßdynamo auf eine Stromquelle von geringerer Spannung umgeschaltet wird, wobei die durch diese Stromquelle erzeugte Erregung der Anlaßdynamo in Abhängigkeit von der abnehmenden Geschwindigkeit des Fördermotors in solcher Weise vermindert wird, daß die Spannung der Anlaßdynamo während der ganzen Bremsperiode um ein entsprechendes Maß kleiner bleibt als die gegenelektromotorische Kraft des Fördermotors, zum Zwecke, die erwünschte Stärke bezw. Veränderung des Bremsstromes während der Bremsperiode zu erzielen. (Ö. P. Nr. 63 847.)

Wird bei Fahr- oder Förderbetrieben in Leonardschaltung eine Pufferbatterie verwendet, die entweder mit der Dynamo parallel arbeiten, als auch die alleinige Stromquelle für den Motor bilden soll, der dann bei gleicher Erregung dasselbe Drehmoment entwickeln soll, so teilt man nach F. Lautner die Batterie in zwei Hälften, die bei Pufferbetrieb in Reihe, bei Kapazitätsbetrieb (als alleinige Stromquelle) parallel geschaltet werden; man kann so mit einer kleineren Batterie das Auslangen finden. (Ö. P. Nr. 63 068.)

Spannungsregler.

Nachstehend sind einige der neuesten Spannungsregler beschrieben.

Die Maschinenfabrik Oerlikon trifft beim Thuryregler eine Abänderung, wenn er zur Regelung einer mit einer Batterie parallel geschalteten, mit veränderlicher Geschwindigkeit laufenden Dynamo dienen soll. Bei diesen Apparaten wird der Steuerapparat durch einen Hilfsmotor in beständiger Bewegung gehalten und durch ein Spannungsrelais bei Änderung der Spannung zum Eingriff mit dem Regulator gebracht. Um zu verhindern, daß der Motor immer umläuft, auch dann, wenn der Generator nicht geregelt werden soll, ist die Einrichtung getroffen, daß der Hilfsschalter gleichzeitig oder etwas früher eingeschaltet wird, wie der Generator zur Batterie parallel gelegt wird. Zu diesem Zweck erhält der Parallelschalter eine entsprechende Ausbildung. (S. P. Nr. 60 627.)

Eine Reihe von Patenten behandelt Verbesserungen an Tirrillreglern.

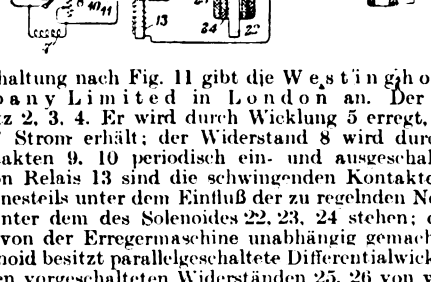


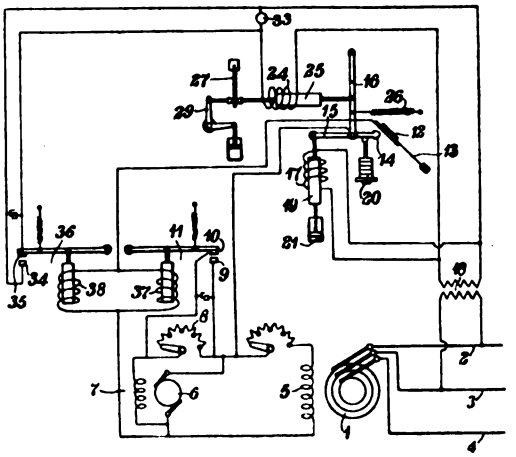
Fig. 11.

Die Schaltung nach Fig. 11 gibt die Westinghouse Electric Company Limited in London an. Der Generator 1 speist das Netz 2, 3, 4. Er wird durch Wicklung 5 erregt, die von der Maschine 6, 7 Strom erhält; der Widerstand 8 wird durch Relais 13 bei den Kontakten 9, 10 periodisch ein- und ausgeschaltet. In dem Stromkreis von Relais 13 sind die schwingenden Kontakte 14, 15 vorgesehen, die einesteils unter dem Einfluß der zu regelnden Netzspannung, anderenteils unter dem des Solenoides 22, 23, 24 stehen; dadurch wird die Regelung von der Erregermaschine unabhängig gemacht. Das letztgenannte Solenoid besitzt parallelgeschaltete Differentialwicklungen 23, 24, nebst denselben vorgeschalteten Widerständen 25, 26 von verschiedenen Temperaturkoeffizienten, von welchen der eine 25 bei verschiedenen Temperaturen im wesentlichen unverändert bleibt, während der andere 26, zum Beispiel eine Wolframlampe mit der Temperatur ansteigt, wobei die Verhältnisse derart bemessen sind, daß die resultierende Erregung des Solenoides sich im wesentlichen nach der gleichen Gesetzmäßigkeit ändert, wie die Erregung der Dynamo. (Ö. P. Nr. 64 324.)

Digitized by Google

Bei einer zweiten von A. A. Tirrill angegebenen Ausführung findet der periodische Kontakt zwischen den Kontaktteilen 14 und 12 statt. Kontakt 14 (Fig. 12) sitzt auf dem Hebel 15, der durch die Spule 17 von der Netzspannung beherrscht wird und auf einem zweiten Hebel 16 mit fixem Drehpunkt gelagert ist. Dieser ist lotrecht über dem beweglichen Drehpunkt des schwingenden Kontakthebels 15 angeordnet,

Fig. 12.



wobei das Hebelsystem um den fixen Drehpunkt schwingt, ohne daß der Schwingungserreger das Kontakthebelgewicht zu heben hat, wodurch der Regler empfindlicher wird. Der Kontakt 12 liegt schräg. Hebel 15 wird durch die Vibratorspule 24 betätigt. Die Kontakte 14, 12 beherrschen zwei Solenoide 37, 38; das eine 37 nimmt (durch die Kontakte 9, 10) Einfluß auf den Erregerwiderstand, das andere 38 schließt kurz und schaltet periodisch den Widerstand 33 im Stromkreis der Vibratorspule 24 ein. (Ö. P. Nr. 64 325.)

Bei einer anderen Ausführungsform des von Tirrill angegebenen Reglers betätigt das Hauptrelais unter dem Einfluß der zu regelnden Spannung ein Solenoid, das die Felderregung durch periodisches Kurzschließen eines Erregerwiderstandes beherrscht und ein zweites Solenoid, das den Strom im Hauptrelais wieder regelt, in dem Sinne, daß die Wirkung des letzteren beschleunigt wird. (Ö. P. Nr. 64 326.)

(Fortsetzung folgt.)

Briefe an die Redaktion.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Wirkungsgrade von Transformatoren bei Teilbelastungen.

In dem unter obigem Titel auf Seite 141 bis 143 des Jahrganges 1914 dieser Zeitschrift veröffentlichten Abhandlung schreibt Herr A. Palme, daß die übliche Berechnung des Wirkungsgrades in Prozenten aus $\eta = 100 \frac{L}{L+V}$, worin L die abgegebene Leistung, V die Gesamtverluste, $L+V$ die aufgenommene Leistung, mit dem Rechenschieber nicht mit genügender Genauigkeit ausgeführt werden könne und gibt ein etwas umständliches graphisches Verfahren zur Berechnung von η an.

Durch eine kleine Umformung der Gleichung für η kann man derselben jedoch eine Form geben, in der das Resultat mit dem Rechenschieber auf zwei Stellen genügend genau gerechnet werden kann, wie nachstehend gezeigt werden soll, da ich schon häufig die Beobachtung machte, daß diese Berechnungsart nicht genügend bekannt ist.

Setzt man statt $\eta = 100 \frac{L}{L+V}$

$$100 - \eta = 100 - 100 \frac{L}{L+V},$$

so erhält man nach einigen Umformungen

$$\eta = 100 - 100 \frac{V}{L+V},$$

das heißt der Wirkungsgrad ist 100% minus dem prozentualen Verlust in bezug auf die zugeführte Leistung, was sich ja auch schon aus der normalen Definition für η ergibt.

Diese Berechnungsart ist mit dem Rechenschieber genügend genau auf zwei Stellen auszuführen. Eine kleine Überlegung zeigt, daß man die üblichen η bei Transformatoren zwischen 90% und 99% auf dem Rechenschieber direkt ablesen kann, wenn man (auf dem normalen 25 *cm*-Rechenschieber, untere Skala)

die rechte 1 mit 90%, (100 — 10),
die linke 1 mit 99% (100 — 1)

bezeichnet bezw. bezeichnet denkt und die Zwischenwerte

9 mit 91% (100 — 9),
8 mit 92% (100 — 8) usw.

Zwischen 99 und 99·9% hat man in der gleichen Weise die ganze Skala zur Verfügung und kann auf drei Stellen genau ablesen (zum Beispiel bei Drehtransformatoren [Induktionsreglern] in bezug auf die durchgehende Leistung).

Für niedrigere η bis herab auf 50% bei Maschinen usw. gibt die angegebene Methode mit dem Rechenschieber genauere Werte als die übliche Berechnung aus $\eta = \frac{L}{L+V}$, während unter 50% diese letztere Gleichung für Rechnungen mit dem Rechenschieber günstiger ist.

Für den in dem oben angegebenen Aufsatz zugrunde gelegten 20 *kVA*-Transformator mit 420 *W* Kupferverlust bei Vollast und $\cos\varphi = 1$ und 280 *W* Eisenverlusten ergibt sich η für Vollast zu

$$\eta = 100 - 100 \frac{0{\cdot}700}{20{\cdot}700} = 96{\cdot}62\%$$

mit dem Rechenschieber direkt abgelesen als richtiger Wert statt 96·80% aus der Kurve.

Ebenso ergeben sich die richtigen Werte für η mit dem Schieber gerechnet bei:

200%	Belastung	$\eta_1 = 95{\cdot}33\%$	statt	95·25%	aus	Kurve
150%	„	$\eta_2 = 96{\cdot}08\%$	„	96·00%	„	„
125%	„	$\eta_3 = 96{\cdot}39\%$	„	96·45%	„	„
100%	„	$\eta_4 = 96{\cdot}62\%$	„	96·80%	„	„
75%	„	$\eta_5 = 96{\cdot}68\%$	„	96·70%	„	„
50%	„	$\eta_6 = 96{\cdot}29\%$	„	96·30%	„	„
25%	„	$\eta_7 = 94{\cdot}23\%$	„	94·25%	„	„

Das wiederholte Ablesen aus den zwei Kurven gibt also ziemliche Ungenauigkeiten im Schlußresultat, die nicht ohne weiteres übersehen werden dürfen, während die Rechenschieberrechnung einwandfreie Resultate gibt.

Cannstatt, 9. März 1914.

Robert Gundel.

Erwiderung.

Die von Herrn Gundel im Vorstehenden mitgeteilte Methode der Berechnung des Wirkungsgrades eines Transformators ist sehr günstig und, hier wenigstens, nicht bekannt gewesen. Immerhin wird es sich im Interesse eines sicheren und flotten Rechnens unbedingt empfehlen, die untere Skala des Rechenschiebers tatsächlich so zu beschreiben, wie es Herr Gundel angibt, was jede Rechenschieberfabrik billigst machen würde.

Wenn das Diagramm auf einer Basis von mindestens 300 *mm*, die als Fig. 2 bezeichnete Kurve ebensolang und auf Millimeterpapier konstruiert wird, wie vorgeschlagen, so ergeben sich Resultate, die von den tatsächlichen um höchstens fünf Einheiten der zweiten Dezimale abweichen, was für die Praxis vollkommen genügt.

Ferner sei betont, daß nach der angegebenen Methode nach kurzer Übung jeder Monteur, der keine Kenntnis des Rechenschiebers hat, aus mitgegebenen Blaupausen der Schaulinien mechanisch jederzeit Transformatoren-Wirkungsgrade auswerten kann, was sehr viel wert ist.

Schließlich sei noch mitgeteilt, daß für die Brauchbarkeit der Methode der Umstand spricht, daß die General-Electric und die Westinghouse Comp. dieselbe in ihren Bureaux und auswärts seit zirka fünf Jahren ausschließlich und mit bestem Erfolge verwenden.

Pittsfield (Mass.) U. S. A., 15. April 1914.

Arthur Palme.

Personalnachricht.

Ing. Viktor Karmin, Patentanwalt, Ritter des Franz-Josef-Ordens, Mitglied des Vereines seit dem Jahre 1891, ist am 28. April d. J. gestorben.

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 5. Mai 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 120, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechszehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Das Stromübersetzungsverhältnis im allgemeinen Transformator. Von J. Sumec, Brünn 413
Das Vibrationselektrometer und dessen Verwendung bei Wechselstrommessungen. Von Privatdozent Dr. H. Greinacher, Zürich 415
Ankerwicklung mit zwei Kommutatoren. Von Prof. Rudolf Richter 419
Telephonie auf große Entfernungen. Von Ing. Ernst Felix Petritsch, Wien (Schluß) . . . 420
Rundschau:
- Elektrizitätswerke, Anlagen 426
- Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 427
- Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger . . 427
- Dynamomaschinen, Transformatoren 427
- Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 428
- Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 429
- Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen 429
- Elektrische Apparate 430

Chronik 430
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
- Elektrische Regulierung (Fortsetzung) 430

Vereinsnachrichten 434
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *261—276*

Das Stromübersetzungsverhältnis im allgemeinen Transformator.

Von J. Sumec, Brünn.

Im Anschluß an meinen Aufsatz „Zur Berechnung einphasiger Kommutatormotoren" in Z. f. E. 1905, Seite 255, und mit Rücksicht auf die in letzter Zeit vorgekommene Mißdeutung meiner dortigen Zahlenwerte gebe ich nachstehend eine kurze Ergänzung, die vielleicht das Mißverständnis aufklären wird*). Ich bin in jenem Aufsatz von den altbewährten Induktionskoeffizienten ausgegangen, denn dies ist das einfachste und zuverlässigste Mittel, um bei Aufstellung von Formeln Fehler zu vermeiden, habe jedoch im Verlauf der Arbeit dem Berechnungsingenieur praktisch direkt verwendbare Daten über das Strom- und Spannungsübersetzungsverhältnis, die Kraftlinienzahlen und Luftinduktionen der Haupt- und Querfelder gegeben. Infolgedessen braucht der praktische Berechnungsingenieur nicht seine Rechnungsgrundlagen mit Induktivitäten abzuschließen; er kann auf die wirklichen Ströme, Spannungen, Kraftflüsse und Induktionen übergehen.

Da der Stator und Rotor eines Wechselstrom-Kommutatormotors meist verschiedenartig gewickelt sind und überdies auch die Bürstenverschiebung einer Änderung der Wicklung gleichkommt, so war es vor allem nötig, allgemeine Formeln für die Wicklungsfaktoren zu entwickeln. Ich verstehe darunter das Größenverhältnis der Kraftflüsse und EMKe irgendwelcher vorliegenden Wicklungen zu den Kraftflüssen und EMKen eines Systems von nur konzentrierten Wicklungen unter sonst gleichen Umständen. Die konzentrierte Wicklung besitzt hienach den Wicklungsfaktor 1 für Feld und für EMK; sie bildet so die einfachste, natürlichste Vergleichsbasis.

Die Wicklungsfaktoren wurden etwa wie folgt entwickelt: Es sei τ die Polteilung, $\alpha\tau$ der freie und $\beta\tau$ der mit Wicklung bedeckte Teil derselben; z_1 und z_2 die Windungszahlen für Pol, ζ_1 und ζ_2 die Windungszahlen, gerechnet von der Mitte des bewickelten Teiles bis zu irgendeinem Punkt innerhalb der Polteilung. Die magnetische Leitfähigkeit sei über die ganze Polteilung konstant. Dann ist die Luftinduktion B_1 oder B_2 überall proportional ζ_1 oder ζ_2 und die durch irgendeine elementare Kraftröhre $B_1\,dx$ oder $B_2\,dx$ in den mit ihr verketteten Windungen ζ_1 oder ζ_2 induzierte EMK proportional $\zeta_1 B_1$, $\zeta_2 B_1$, $\zeta_1 B_2$ oder $\zeta_2 B_2$, daher ferner proportional ζ_1^2, $\zeta_1\zeta_2$ oder ζ_2^2.

Fig. 1 stellt oben die Wicklungen, in der Mitte die Luftinduktionen B und unten die induktive Wirkung der einzelnen Kraftröhren dar. (Eigentlich sind in der Mitte nur die Windungszahlen ζ_1 und ζ_2, unten ihre Quadrate und ihr Produkt ζ_1^2, ζ_2^2 und $\zeta_1\zeta_2$ dargestellt; man müßte daher bei ungleicher magnetischer Leitfähigkeit unter dem Pol die mittleren und unteren Ordinaten von Punkt zu Punkt mit der zugehörigen Leitfähigkeit multiplizieren.).

Es ist nun ohne weiteres klar, daß die Flächen der unteren Figur ebenso die Gesamtbeträge der induzierten EMK, wie die Flächen der mittleren Figur die Gesamtkraftflüsse (die Kraftlinienzahlen) darstellen; und die EMK-Faktoren ergeben sich aus diesen Figuren ebenso unmittelbar, wie die Feldfaktoren. Als Einheit gilt jedesmal die volle Rechteckfläche mit der Grundlinie $\tau/2 = 1$ (es ist bequemer mit einer Hälfte der

*) Vergl. E. u. M. 1913, S. 265, 1054, und 1914, S. 43.

Digitized by Google

Figuren zu operieren) und der Höhe z_1 und z_2 für Feldfaktoren bezw. z_1^2, z_2^2 und $z_1 z_2$ für EMK-Faktoren. Dies gilt im besonderen auch für den EMK-Faktor der gegenseitigen Induktion; er bedeutet das Größenverhältnis der gegenseitigen Induktion zweier beliebiger zu der Selbstinduktion zweier konzentrierter Wicklungen.

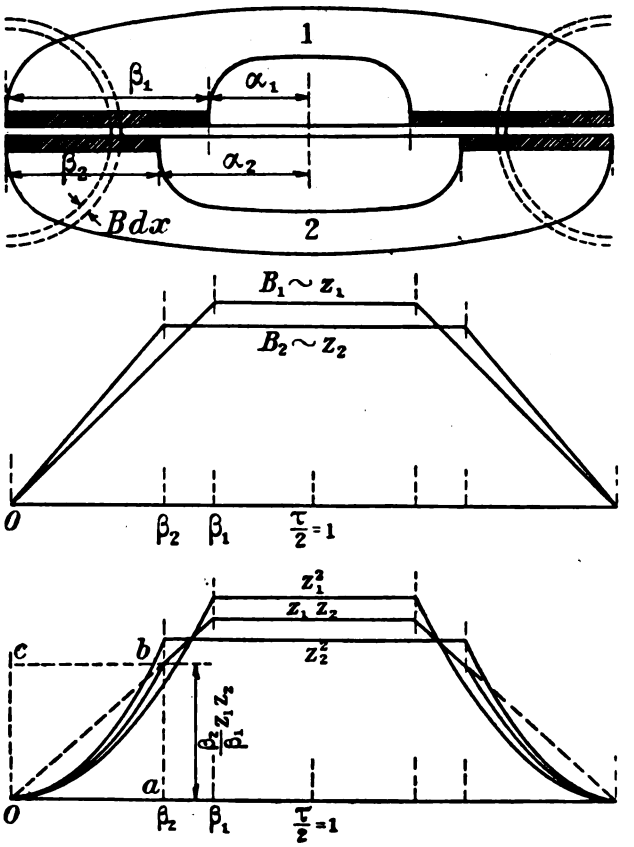


Fig. 1. Zwei verschieden breite, verteilte Wicklungen (oben), ihre Felder (mitten) und Verkettungszahlen (unten) innerhalb einer Polbreite.

Der Feldfaktor c_1 ist nach der mittleren Figur:

$$c_1 = 1 - \frac{\beta_1}{2}.$$

Der EMK-Faktor der Selbstinduktion ist nach der unteren Figur:

$$k_1 = 1 - \frac{2}{3}\beta_1.$$

Der EMK-Faktor der gegenseitigen Induktion*) ist nach der unteren Figur, da das Rechteck $Oabc$ die Grundlinie β_2, die Höhe $z_1 z_2 \cdot \beta_2/\beta_1$ und daher die Fläche $z_1 z_2 \beta_2^2/\beta_2$ besitzt:

$$k = 1 - \frac{\beta_1}{2} - \frac{1}{6}\frac{\beta_2^2}{\beta_1} = 1 - \frac{\beta_1}{2}\left[1 + \frac{1}{3}\left(\frac{\beta_2}{\beta_1}\right)^2\right].$$

Als β_1 ist immer die größere Spulenseitenbreite zu nehmen. (Pichelmayer, Dynamobau, Seite 360.)

(Die Feldfaktoren sind in der Originalarbeit nicht gesondert berechnet worden, da sie identisch sind mit dem gegenseitigen EMK-Faktor k irgendeiner vorliegenden und einer konzentrierten Wicklung.)

Kennt man die Wicklungsfaktoren, so ist die Berechnung der Luftinduktionen, Kraftlinienzahlen und EMKe wie folgt: Es sei J der effektive Strom, z die Windungszahl pro Pol, S die Polfläche und δ der äquivalente Luftspalt; dann ist das räumliche und zeitliche Maximum der Luftinduktion

$$B = \frac{0{\cdot}4\pi}{\delta}\sqrt{2}\, Jz \quad \ldots\ldots \quad 1)$$

und das zeitliche Maximum der Kraftlinienzahl

$$\Phi = c.B.S \quad \ldots\ldots \quad 2).$$

Die effektiven EMKe der Selbstinduktion der Wicklungen 1 und 2 sind bei der Frequenz f, wenn man mit $2p$ die Polzahl und mit $Z = 2pz$ die Gesamtwindungszahl bezeichnet:

$$\left.\begin{aligned} E_1 &= 4{\cdot}44\, f.Z_1 B_1 S k_1 .10^{-8} \\ E_2 &= 4{\cdot}44\, f.Z_2 B_2 S k_2 .10^{-8} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 3),$$

die von 2 in 1 und umgekehrt induzierte EMK:

$$\left.\begin{aligned} E_{21} &= 4{\cdot}44\, f.Z_1 B_2 S k .10^{-8} \\ E_{12} &= 4{\cdot}44\, f.Z_2 B_1 S k .10^{-8} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 3a).$$

So ist im Aufsatz von 1905 gerechnet worden. Wünscht man in diesen Formeln für die EMK, ähnlich wie beim einfachen ruhenden Transformator, die wirkliche Kraftlinienzahl zu haben, so ersetze man nur nach Gleichung 2) das BS durch Φ/c und die Formeln werden:

$$\left.\begin{aligned} E_1 &= 4{\cdot}44\, f.Z_1 \Phi_1 \frac{k_1}{c_1} 10^{-8} \\ E_2 &= 4{\cdot}44\, f.Z_2 \Phi_2 \frac{k_2}{c_2} 10^{-8} \\ E_{12} &= 4{\cdot}44\, f.Z_2 \Phi_1 \frac{k}{c_1} 10^{-8} \\ E_{21} &= 4{\cdot}44\, f.Z_1 \Phi_2 \frac{k}{c_2} 10^{-8} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 4).$$

Welche Form, ob 3) oder 4), praktischer ist, hängt immer von dem besonderen vorliegenden Zweck ab; die Kraftlinienzahlen Φ braucht man zur Bestimmung der Eisenjochquerschnitte, die Maximalinduktionen B zur Dimensionierung der Zähne; jedenfalls werden die Faktoren k der Gleichung 3) und 3a) ebenso leicht und direkt berechnet, wie die Faktoren c, während die Werte k/c in Gleichung 4) nicht direkt, sondern nur als Verhältnis der schon berechneten k und c gegeben sind. Bei Untersuchung der wechselseitigen Beziehungen der Ströme oder Spannungen treten überhaupt nur die Faktoren k auf; denn nicht die Kraftlinienzahlen als solche sind hier maßgebend, sondern die EMKe, also die Reaktanzen, die Induktionskoeffizienten mal ω. So rechnet zum Beispiel auch Pichelmayer in „Dynamobau" Seite 360; es scheinen also die von mancher Seite so verpönten Induktionskoeffizienten und Reaktanzen dem Berechnungsingenieur nicht gar so ferne zu liegen, nur muß man sie eben am rechten Ort zu verwerten wissen.

Ein anderer Punkt, den ich hier aufklären möchte, ist mein Satz Heft 2, Seite 44 d. Z., die Identität von M_{12} und M_{21} folge aus dem Prinzip der Erhaltung der Energie. Dies darf nicht so ausgelegt werden, als hätte ich dabei an den Kurzschluß gedacht. Das Prinzip der Energieerhaltung gilt vielmehr für beliebige Belastung, unter ganz beliebigen inneren und äußeren Verhältnissen; es sagt aus, daß in jedem Augenblick die aus dem primären Kreis austretende und die in den sekundären Kreis eintretende Energie einander gleich sind. Und hieraus folgt die Identität M_{12} und M_{21}.

Die ein- und austretenden Energien werden ausgedrückt durch das Produkt des eigenen Stromes und der vom anderen Stromkreis induzierten EMK; also, für beliebige Augenblickswerte:

$$e_{21}\, i_1 = e_{12}\, i_2,$$

* Vergl. Fig. 8 und Gleichung 13, Seite 259 des Originalaufsatzes. Es ist $1 - 2\alpha/\pi$ dort $= \beta$ hier.

Digitized by Google

oder für Wechselstrom in symbolischer Schreibweise, wenn J_1 und J_2 als Vektoren aufgefaßt werden:

$$j\,\omega\,M_{21}\,J_2 \times J_1 = j\,\omega\,M_{12}\,J_1 \times J_2.$$

Hieraus folgt unmittelbar die Identität von M_{12} und M_{21}.

Nun kann man aber einwenden, daß das durch $M_{12}J_1$ oder $M_{21}J_2$ gemeinte Feld eine reine Fiktion ist, die gar nicht existiert; es soll daher die Identität von M_{12} und M_{21} an dem tatsächlichen Wattumsatz dargelegt werden. In Fig. 2 sind die Spannungsgleichungen des

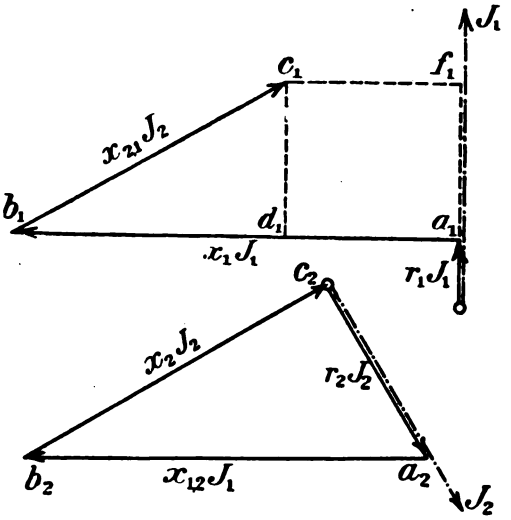


Fig. 2. Primäres und sekundäres Spannungsdiagramm eines ruhenden Transformators.

primären und des sekundären Kreises eines ruhenden Transformators dargestellt. Mögen die resultierenden Felder wie immer sein, die in den sekundären Kreis übergehende Leistung ist dargestellt durch $\overline{a_1 f_1} \cdot J_1$. Nun ist

$$\overline{a_1 f_1} = \overline{d_1 c_1} = b_1 c_1 \frac{c_2 a_2}{b_2 a_2} = x_{21} J_2 \frac{r_2 J_2}{x_{12} J_1},$$

daher die übergehende Leistung $\overline{a_1 f_1}\ J_1 = \frac{x_{21}}{x_{12}} r_2 J_2^2$. Diese muß natürlich der sekundären Stromwärme $r_2 J_2^2$ gleichen, also ist wieder $x_{21} = x_{12}$.

Das Vibrationselektrometer und dessen Verwendung bei Wechselstrommessungen.

Von Privatdozent Dr. H. Greinacher (Zürich*).

§ 1. Legt man an ein Blättchenelektroskop oder an ein Quadrantelektrometer Wechselstromspannung an, so erhält man einen konstanten Ausschlag, genau so wie beim Anlegen einer Gleichstromspannung. Die Blättchen bezw. die Nadel des Elektrometers haben eine zu große Trägheit, als daß sie sich im Tempo der Spannungsschwankungen bewegten. Der abgelesene Dauerausschlag gibt in bekannter Weise die effektive Wechselstromspannung. Anders bei den sogenannten Fadenelektrometern, einem Typus, der in den letzten Jahren vornehmlich für die Zwecke der Radioaktivitäts- bezw. der Ionisierungsmessungen ausgebaut worden ist. Legt man an ein solches Instrument Wechselstromspannung von nicht zu hoher Frequenz, so folgen die Fäden momentan den raschen Spannungsänderungen. Wir erhalten, wie ich seinerzeit zufällig beobachtete, eine Vibration der Fäden. Diese Wahrnehmung brachte mich auf die Idee, die Fadeninstrumente der Wechselstromtechnik und eventuell der Messung elektrischer Wellen als Vibrationselektrometer dienstbar zu machen. In der Tat gelang es mir zunächst sofort, das Vibrationselektrometer als Nullinstrument bei Wechselstrommessungen zu verwenden.

§ 2. Das Fadenelektrometer als Vibrationsinstrument. Für die im folgenden beschriebenen Versuche habe ich das Wulfsche Zweifadeninstrument verwendet, während ich neuerdings ein eigenes Instrument für diese Zwecke konstruiert habe, das den Vorteil größerer Einfachheit und Haltbarkeit besitzt. Das Wulfsche Elektrometer besitzt, wie in Fig. 1 angedeutet, zwei feine Quarzfäden, die an den beiden Enden aneinander befestigt sind. Zugleich sind die unteren Enden durch ein feines Quarzfederchen gespannt. Die beiden Fäden sind durch eine dünne Platinschicht an der Oberfläche leitend gemacht. Werden sie elektrisch geladen, so spreizen sie sich, wobei die Ausspreizung in der Mitte als Maß für die angelegte Spannung dient. Auch im nicht geladenen Zustande erscheinen die beiden Fäden im Ablesemikroskop als zwei getrennte vertikale Striche. Das Aussehen der beiden Striche verändert sich nun ganz charakteristisch, wenn man selbst nur kleine Wechselstromspannungen anlegt.

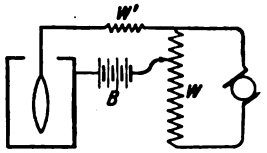


Fig. 1. Empfindlichkeitsbestimmung des Vibrationselektrometers.

Fig. 1 zeigt die Schaltung, welche zur Feststellung der Empfindlichkeit für Spannungsschwankungen diente. W ist ein Abzweigwiderstand, W' ein Sicherheitswiderstand. Die Batterie B (20 V oder mehr) dient dazu, die Vibration zu vergrößern. Die Eichkurve des Insrumentes (für Gleichstrom) zeigt nämlich bei kleinen Spannungen ein nur langsames Anwachsen des Ausschlages. Bis zu 20 V wird die Kurve dann allmählich steiler, um schließlich fast geradlinig zu verlaufen. Der Ausschlag für eine gegebene kleine Spannungszunahme, zum Beispiel von 1 V, ist also von zirka 20 V an am größten. Das Instrument ist daher auch bei Zuschaltung einer Gleichstromspannung von mindestens 20 V am geeignetsten für den Nachweis von Spannungsschwankungen. 0·2 V Wechselstromspannung (Frequenz 50) läßt sich so noch sehr gut erkennen. Ist das Aussehen des einzelnen Fadens in der Ruhe (also auch bei Anlegen der Hilfsbatterie B) das von Fig. 2 a, so erscheint derselbe bei der geringsten Vibration unscharf bezw. in drei Teile geteilt (Fig. 2 b). Bei stärkerer Vibration ist das Aussehen das von Fig. 2 c.

Fig. 2. Aussehen der Quarzfäden.

§ 3. Das Vibrationselektrometer in der Wheatstoneschen Brücke. Die Anwendung des Vibrationselektrometers in der Wheatstoneschen Brücke geschieht nun folgendermaßen. Man führt den Meßstrom (Fig. 3), etwa städtischen Wechselstrom von 100 V und 50 Perioden, an $A\,A$ in die Meßbrücke ein. Eine Glühlampe diene als Vorschaltwiderstand, um einen Meßstrom von etwa 0·25 A zu bekommen. Um Überspannungen in der Meßbrücke zu vermeiden, schaltet man die Glühlampe nicht in den

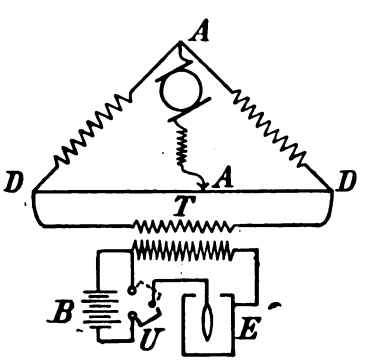


Fig. 3. Schaltung in der Wheatstoneschen Brücke.

*) Vergl. E. u. M. 1913, S. 412.

Digitized by Google

Nulleiter, sondern in den Spannungsleiter ein. Überspannungen geben sonst leicht Anlaß dazu, daß das Vibrationselektrometer überhaupt nicht ganz vibrationsfrei einzustellen ist. An die Enden des Meßdrahtes *D* kommt nun statt des Telephons die Primärwicklung eines Transformators *T*. Als solchen wählt man etwa einen Induktor von 20 *cm* Schlagweite. Ist die Wheatstonesche Brücke nicht eingestellt, das heißt, treten an *D D* die geringsten Spannungsschwankungen auf, so werden diese durch den Transformator so stark vergrößert, daß sie mit Leichtigkeit am Elektrometer *E* zu erkennen sind. Bei der groben Einstellung ist die Batterie *B* ausgeschaltet, bei der Feineinstellung schaltet man sie durch den Umschalter *U* ein. Einen besonderen Sicherheitswiderstand vorzuschalten, ist nicht nötig, da die Sekundärwicklung des Transformators selbst genügend Widerstand repräsentiert.

Das Vibrationselektrometer hat gegenüber den übrigen optischen Methoden (Vibrationsgalvanometer, optisches Telephon) den Vorzug, daß man die Empfindlichkeit fast beliebig weit treiben kann. Da man die Spannungen sehr hoch transformieren kann, so können noch Brückenströme nachgewiesen werden, welche bedeutend unter der durch Galvanometer nachweisbaren Grenze liegen. Der Empfindlichkeitssteigerung durch Transformation sind nur insofern Grenzen gesetzt, als auch das Vibrationselektrometer einen, wenn auch äußerst geringen Ladestrom konsumiert. Nimmt man die elektrostatische Kapazität des Elektrometers zu 3 *cm* an, so beträgt dieser Strom bei 0·1 *V* Spannungsdifferenz und 50 Perioden 10^{-10} *A*. In Wirklichkeit kommt noch die elektrostatische Kapazität der Zuleitungen hinzu, so daß dieser Strom etwas größer ausfällt. Aber immerhin funktioniert das Elektrometer mit derselben Empfindlichkeit wie ein Wechselstromgalvanometer von etwa 10^{-10} *A* Empfindlichkeit. Zugleich mit dieser Empfindlichkeit hat das Elektrometer den Vorteil direkter Beobachtbarkeit, während beim Vibrationsgalvanometer Spiegelablesung bezw. Projektion nötig ist.

Es ist selbstverständlich, daß statt des Fadenelektrometers jedes andere statische Instrument von genügender Empfindlichkeit Verwendung finden könnte. So ließe sich zur Not auch ein Blättchenelektroskop verwenden. In diesem Fall würde man die Einstellung der Wheatstoneschen Brücke daran erkennen, daß das Blättchen beim Einschalten des Meßstromes keine Verschiebung mehr zeigen würde. Man müßte also fortwährend die Nulleinstellung kontrollieren und beobachten, ob dagegen eine Verschiebung stattfindet. Dies würde ein häufiges Öffnen und Schließen des Meßstromes bedingen. Beim Vibrationselektrometer ist die Lage des Nullpunktes ganz gleichgültig. Man beobachtet nur, ob der Faden scharf oder unscharf erscheint und stellt auf scharf ein. Eine Verwendung des Quadrantelektrometers hätte dieselbe Unannehmlichkeit wie das Blättchenelektroskop. Die Empfindlichkeit wäre zwar bedeutend größer. Allein die Einstellungsgeschwindigkeit der Elektrometernadel ist so gering, daß die Messung lang und unbequem wird, abgesehen davon, daß man hier wieder auf Spiegel und Skala angewiesen ist.

Wie genau sich mit dem Vibrationselektrometer einstellen läßt, soll folgendes Meßprotokoll zeigen. Mit einer Walzenbrücke von Hartmann und Braun wurden zwei Zehn-Ohmstücke miteinander verglichen. Der Meßstrom betrug nur etwa 0·1 *A*. Der Transformator war ein Induktor von höchstens 20 *cm* Schlagweite.

Es wurde abgelesen, wobei die Zeit für alle Messungen zusammen ungefähr eine Minute betrug:

497·4	
497·4	
497·5	
497·4	Länge des ganzen Meßdrahtes = 1000 Einheiten.
497·4	
497·55	
497·5	
497·4	

Mit Rücksicht darauf, daß die letzte Stelle der Ablesungen sich nur schätzen ließ und schon die mechanische Unvollkommenheit des Apparates kleine Abweichungen von obigem Betrage zuläßt, kann man sagen, daß die vierte Stelle noch mit Sicherheit gemessen werden kann. Eine Änderung der vierten Stelle um eine Einheit entspricht aber, wie man sich leicht überzeugt, einer Spannungsdifferenz von $^1/_{10000}$ *V* an den Enden des Meßdrahtes. Nach vorliegender Meßmethode lassen sich also mit Leichtigkeit noch solche Spannungsunterschiede feststellen.

In Fig. 4 sei noch eine Schaltung wiedergegeben zur Benutzung des Instrumentes ohne Hilfsbatterie. Das Elektrometer wird induktiv angeregt durch den kleinen Plattenkondensator *C*. Das Elektroskop kann man hier etwa mit einem Ebonit- oder Siegellackstäbchen aufladen. Die Größe dieser Ladung ist praktisch gleichgültig, da es ja nicht auf die Nullstellung ankommt.

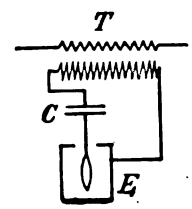


Fig. 4. Schaltung ohne Hilfsbatterie.

§ 4. Messung von Kapazitäten und Dielektrizitätskonstanten. Die Vibrationsmethode läßt sich natürlich allgemein zur Messung irgendwelcher Wechselstromwiderstände verwenden (Widerstände von Elektrolyten, Selbstinduktionen, Kapazitäten). Falls, wie bei Elektrolyten, keine vollkommene Einstellung möglich ist, stellt man auf das Vibrationsminimum ein, dessen Größe dann zugleich ein direktes Maß für die Abweichung vom idealen Fall abgibt.

Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß für den Fall, wo sehr hohe Widerstände bestimmt werden sollen, eine kleine Änderung in der Schaltung am Platze ist. In diesem Falle wird nämlich der Brückenstrom zu klein zum Transformieren. Man bringt den Transformator daher besser in den Speisestrom und legt das Elektrometer direkt an den Brückendraht. Fig. 5 gibt die Schaltung zur Vergleichung zweier Kapazitäten C_1 C_2. Der Transformator *T* liefert eine Spannung von 200 bis 400 *V*. Die Widerstände W_1 W_2, die nicht zu klein sein dürfen (1000 bis 10.000 Ohm), werden so abgeglichen, daß das Elektrometer vibrationsfrei ist. Die Batterie *B* kann wie früher bei der anfänglichen groben Einstellung ausgeschaltet sein. Es ist wichtig, das Elektrometergehäuse an Erde zu legen, wenn man Störungen vermeiden will. Dies ist ohne weiteres auch gestattet, wenn man einen Transformator verwendet. Würde man jedoch den städtischen Strom direkt an-

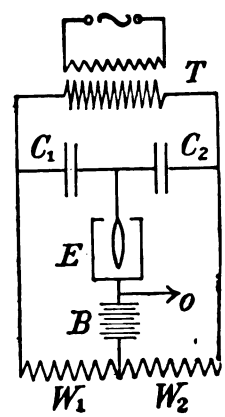


Fig. 5. Bestimmung von Kapazitäten und Dielektrizitätskonstanten.

Digitized by Google

legen, so wäre dies nicht angängig, da dort schon ein Nulleiter festgelegt ist. Aus diesem Grunde ist, selbst wenn man zum Beispiel direkt 200 *V* zur Verfügung hat, die Verwendung eines Transformators angezeigt.

Mit dieser Anordnung lassen sich nun in bekannter Weise auch Dielektrizitätskonstanten bestimmen. Sind C_1 und C_2 etwa zwei gleiche kleine Plattenkondensatoren, so bringt man das feste Dielektrikum in Plattenform in den einen hinein und stellt die Brücke wieder ein. Die Berechnung ist besonders einfach für Flüssigkeiten. Man verwendet dann für C_2 zum Beispiel einen kleinen Zylinderkondensator, den man mit der Flüssigkeit vollgießt. Sind vor Eingießen der Flüssigkeit C_1 und C_2 gleichgemacht, und zum Beispiel $W_1 = W_2 =$ 1000 Ohm, so muß man W_1 nach Einfüllen auf W_1' vergrößern. Die Dielektrizitätskonstante ist dann einfach gegeben durch $\frac{W_1'}{1000}$. Zur Probe habe ich auf diese Weise die Dielektrizitätskonstante von Benzol für die Frequenz 50 zu 2·25 bestimmt. Der Wert ist nur ein Geringes zu klein, da die Korrektion, welche die Zuleitung zum Elektrometer bedingt, nicht berücksichtigt wurde. Für Präzisionsmessungen läßt sich diese Zusatzkapazität ohne weiteres in der üblichen Weise bestimmen, indem man mit einer Eichflüssigkeit mißt.

Für Messungen, deren Genauigkeit nicht über 1 bis 2% hinauszugehen braucht, genügt aber die einfache Berechnungsweise. Auch Flüssigkeiten, die nicht vollkommene Isolatoren sind, lassen sich noch ohne weiteres bestimmen.

Für besser leitende Flüssigkeiten kann die Nernstsche Anordnung verwendet werden. Hier sind in bekannter Weise die Leitfähigkeit des Dielektrikums durch parallelgeschaltete variable Flüssigkeitswiderstände kompensiert. Im folgenden möchte ich eine Methode angeben, welche die Verwendung besonderer Flüssigkeitswiderstände überflüssig macht und eine wesentliche Vereinfachung der Versuchsanordnung repräsentiert.

Es läßt sich nämlich, wie Fig. 6 zeigt, Vergleichskondensator und parallelgeschalteter Widerstand in einem Apparat vereinigen. $P_1 P_2$ seien zwei Platten, welche einen variabeln Luftkondensator repräsentieren. Den parallelgeschalteten Widerstand kann man nun einfach dadurch realisieren, daß man die Luft zwischen $P_1 P_2$ mehr oder weniger leitend macht. Dies kann man heute in der einfachsten Weise durch Heranbringen einer radioaktiven Substanz tun. Es gelingt so, die Luft stark leitend zu machen, ohne daß im übrigen die Dielektrizitätskonstante und damit die Kapazität des Luftkondensators irgendwie beeinflußt wird. Man wird nun, um sowohl die Leitfähigkeit als die Kapazität ganz unabhängig voneinander variieren zu können, folgendes beachten müssen: 1. Darf nur Luft zwischen $P_1 P_2$ ionisiert werden; 2. muß die Bestrahlungsintensität der radioaktiven Substanz geändert werden können, ohne daß die Kapazität des Kondensators beeinflußt wird.

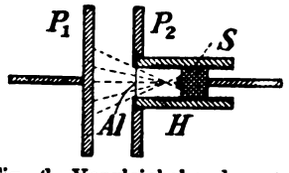


Fig. 6. Vergleichskondensator mit ionisierter Luft.

Dies wird in der einfachsten Weise durch eine Anordnung, wie sie Fig. 6 zeigt, erreicht. An P_2 sitzt eine Hülse *H*, in der durch ein Schraubengewinde *S* horizontal verschiebbar eine radioaktive Substanz angebracht ist. Als solche kann eine Spur Radiumsalz oder ein Metallstreifen, der mit Polonium belegt ist, dienen. Ein Aluminiumblechfenster *Al* von 0·01 *mm* Dicke, das die runde Öffnung der Platte P_2 abschließt, läßt die ionisierenden Strahlen passieren. Intensität und Größe des Strahlenkegels und damit die Luftionisierung können nun durch die Schraube *S* kontinuierlich in sehr weiten Grenzen geändert werden.

§ 5. Nachweis magnetischer Wechselfelder. In gleicher Weise wie zum Nachweis von Wechselströmen kann das Vibrationselektrometer zur Messung von magnetischen Wechselfeldern dienen. Hier seien einige einfache Versuche beschrieben. Ein Wulfsches Elektrometer war mit der Sekundärspule eines Induktors *I* verbunden, wobei der Primärkreis offen oder kurzgeschlossen war. Im Abstand von einem bis mehreren Metern wurde ein zweiter Induktor *II* derart aufgestellt, daß *I* und *II* in einer Linie lagen. Wenn man jetzt durch die Primärwicklung von *II* Wechselstrom schickte, so waren die Spannungsschwankungen in *I* hinreichend, um bequem beobachtet werden zu können. Mit zwei Induktoren von 15 bis 20 *cm* Schlagweite ließen sich Zeichen von einem Zimmer ins andere geben (Abstand zirka 5 *m*). Das Experiment läßt sich leicht auch als Vorlesungsversuch einer drahtlosen Telegraphie zeigen, da man die Vibration ohne weiteres objektiv sichtbar machen kann, wenn man das Ablesemikroskop als Projektionskopf verwendet.

Die Abhängigkeit der magnetischen Induktion von der Feldrichtung wurde so gezeigt, daß man den Induktor *II* allmählich um eine vertikale Achse drehte. Man beobachtete die Abnahme der Vibration, bis bei gekreuzter Stellung von *I* und *II* die Fäden scharf erschienen. In ähnlicher Weise kann natürlich das ganze Kraftlinienfeld nach Richtung und Intensität abgesucht werden.

An die Stelle des Induktors *II* kann irgendein stabförmiger Elektromagnet treten. Daß die Sekundärspule für diese Versuche ganz unwesentlich ist, konnte ich mittels eines Induktoriums nachweisen, von dem die Sekundärspule abnehmbar war. Es zeigte sich, daß die Vibration ohne Spule sogar noch etwas größer war. Die offenen, in der Sekundärspule induzierten Ströme hemmen also bereits die Magnetisierung des Eisenkerns. Noch ausgeprägter war der Effekt, wenn der Sekundärspule Funken- bezw. Bogenentladungen entnommen wurden. Bei direkt kurzgeschlossener Spule verschwand die Magnetisierung beinahe ganz. Zugleich war das bei offenem Sekundärkreis sehr vernehmliche Tönen des Eisenkerns nicht mehr vorhanden.

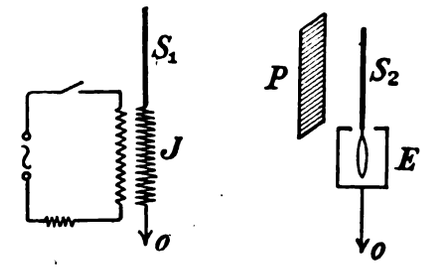


Fig. 7. Nachweis elektrischer Wechselfelder.

§ 6. Beobachtung elektrischer Wechselfelder. Auch elektrische Wechselfelder lassen sich mit dem Vibrationselektrometer bequem untersuchen, und sind solche auf viel größere Distanzen nachweisbar als die oben beschriebenen magnetischen Wechselfelder. Fig. 7 gibt eine Schaltung, welche für die Demonstra-

Digitized by Google

tion elektrischer Wechselfelder sehr geeignet ist. Die Sekundärspule eines mit Wechselstrom von 50 Perioden betriebenen Induktoriums J ist einerseits mit Erde, andererseits mit einer aufrechten Metallstange S_1 verbunden. Letztere dient als Kraftlinienquelle (Sender). Die elektrischen Potentialschwankungen können nun in größerem Abstand beobachtet werden, indem man auf ein Fadenelektrometer E eine analoge Metallstange S_2 aufsetzt (Empfänger). Das Gehäuse des Elektrometers ist mit Erde verbunden. Die Reichweite dieser einfachen Anordnung einer drahtlosen Telegraphie kann bedeutend vergrößert werden, indem man eine Platte P aus isolierendem Material vor die Stange S_2 setzt. Je größer die Dielektrizitätskonstante dieses Materials ist, um so mehr Kraftlinien werden zusammengezogen und auf die Stange S_2 konzentriert. Mit dieser einfachen Anordnung läßt sich deshalb auch ohne weiteres die Dielektrizitätskonstante verschiedener Materialien miteinander vergleichen. Will man genaue Messungen ausführen, dann wird man allerdings zu einer Nullmethode greifen. Ändert man die Methode daraufhin um, so gelangt man schließlich zu der im § 5 beschriebenen Versuchsanordnung.

Verwendet man in Fig. 7 für P eine zur Erde abgeleitete Metallplatte, so werden die Potentialschwankungen abgeschirmt und die Vibration am Elektrometer verschwindet.

§ 7. Messungen bei höheren Frequenzen. Im folgenden habe ich noch einige Versuche über die Verwendbarkeit des Vibrationselektrometers bei höheren Frequenzen gemacht. Ich habe das Wulfsche Elektrometer mit Hilfe einer kleinen Hochfrequenzmaschine von Siemens & Halske bis zu 3500 Frequenzen untersucht.

Der Wechselstrom der Maschine wurde unter Vorschaltung eines passenden Widerstandes direkt in die Primärwicklung des Induktors geschickt, an dessen Sekundärspule das Elektrometer saß. Hochfrequenzmaschine und Transformator wurden senkrecht zu einander gestellt, um eine direkte magnetische Einwirkung auszuschließen. Die Störungsfreiheit wurde daran erkannt, daß bei geöffnetem Primärkreis des Induktors keine Vibration der Fäden eintrat. Die Frequenzen zwischen 900 und 3500 wurden am Frequenzmesser abgelesen, während die geringeren Frequenzen am Ton der Maschine abgeschätzt werden mußten. Es kann aus diesem Grunde die in vorstehender Tabelle angegebene Grenze von 200 Frequenzen nur der Größenordnung nach angegeben werden.

Frequenz	Mittlere Stellung des Quarzfadens	Vibrationsbereich in Skalenteilen	Bemerkungen
3500	24·5	2	Vibration erscheint normal wie bei Frequenz 50.
2700	36	5	Vibration erscheint normal wie bei Frequenz 50.
2000	74	ca. 12	Äußerste mittlere Stellung der Fäden. Vibration nimmt allmählich einen unsymmetrischen Charakter an.
1700	60	ca. 10	Innerhalb des Vibrationsbereiches vertikale dunkle Striche. Man beobachtet ein Flimmern.
1400	40	3	Das Flimmern tritt als Oberschwingung der Saite hervor; Seilschwingungen.
1170	34	1—3	Deutliches Minimum der mittleren Stellung der Fäden (34).
1080	36	2	Maximum der mittleren Stellung der Fäden (36).
ca. 200	—	1	Bis gegen 200 hinab nehmen die Vibrationen (Seilschwingungen) immer mehr ab.
50	—	mehrere	Vibration nimmt nochmals zu und zeigt den normalen Verlauf.
0	20	1 (fest)	Die Nullstellung 20 ist durch das Hilfspotential von 40 V gegeben.

Aus der Tabelle geht nun deutlich hervor, daß der normale Schwingungsbereich für die Quarzfäden ziemlich begrenzt ist. Schon bei ungefähr 300 Frequenzen hören die Vibrationen (wenigstens in dem mittleren beobachtbaren Teil) fast vollständig auf. Von dort ab können die Fäden den Schwingungen nicht mehr als Ganzes folgen. Sie fangen an, Partialschwingungen auszuführen, und zwar mit steigender Frequenz von immer höherer Ordnung. Eine exakte Trennung in Knoten und Bäuche ließ sich jedoch nicht beobachten. Bei sehr hohen Frequenzen verwischt sich schließlich der Charakter der Seilschwingungen wieder mehr und mehr, bis die Vibration von der normalen nicht mehr zu unterscheiden ist.

Es ist jedoch bemerkenswert, daß man sofort entscheiden kann, ob normale oder höhere partielle Schwingungen vorliegen, sofern man kleine Vibrationen nimmt. Im normalen Bereich erscheint dann das Bild Fig. 2*b* mit scharfer schwarzer Mittelrippe. Bei höheren Frequenzen tritt kein schwarzer Strich auf. Der Faden erscheint nur verbreitert mit im übrigen etwas unscharfen Rändern.

Auf die Veränderung der Vibrationsbreite und der mittleren Fadenstellung soll hier nicht näher eingegangen werden. Es möge nur darauf hingewiesen sein, daß bei einer Erklärung wohl auch die Veränderung der Transformatorwirkung mit der Frequenz in Betracht kommen kann. So wäre möglicherweise die Abnahme der mittleren Spannung bei 2000 bis 3500 Frequenzen auf die abnehmende Magnetisierungsfähigkeit des Eisenkerns zurückzuführen. Was den Vibrationsbereich anbetrifft, so wird man auch bei konstantem Übersetzungsverhältnis des Transformators eine Veränderlichkeit erklärlich finden. Da bei höheren Frequenzen Partialschwingungen auftreten, so wird man auch geringere Amplituden bekommen.

Hier sei noch erwähnt, daß ich das Wulfsche Elektrometer auch für Wechselstrom von gemischter Frequenz versucht habe. Zu diesem Zwecke wurde in der Wheatstoneschen Brücke statt des städtischen Wechselstroms, wie sonst üblich, ein kleines Induktorium mit Gleichstrom und Hammerunterbrecher verwendet. Auch hier ließ sich das Instrument verwenden, wenn auch die Vibrationen entsprechend der unregelmäßigen Kurvenform des Induktionsstroms keinen einfachen Charakter hatten.

Bis zu welchen Frequenzen hinauf das Elektrometer Vibrationen zeigt, bleibt noch zu untersuchen. Da solche bis zur Frequenz 3500 anstandslos erfolgt, so darf ein Ansprechen auf noch bedeutend höhere Zahlen erwartet werden. Schließlich wird aber doch der Fall eintreten, daß, wie beim Blättchenelektroskop, schon bei kleinen Frequenzen keine Vibration, sondern bloß eine mittlere Dauerablenkung erfolgt. Dies scheint in der Tat der Fall zu sein bei den hohen Frequenzen der drahtlosen Telegraphie. Hier funktioniert das Fadenelektrometer, wie Wulf gezeigt hat, in ähnlicher Weise wie irgendein anderes empfindliches Elektrometer.

Digitized by Google

§ 8. Konstruktion eines Vibrationselektrometers. Die Quarzfadenelektrometer haben den Nachteil, daß die metallische Oberfläche der Fäden bei Anlegen einer Wechselstromspannung leicht zerstäubt. Die Fäden werden dadurch schlecht leitend und schließlich unbrauchbar. Da zugleich die gebräuchlichen Fadeninstrumente einen hohen Preis aufweisen und Vorrichtungen enthalten, welche bei Wechselstrommessungen gar nicht in Betracht fallen, so schien es mir angebracht, ein Vibrationselektrometer eigens für solche Messungen zu bauen. Fig. 8 gibt einen Vertikalschnitt durch das Elektrometer.

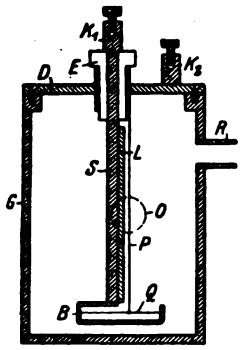


Fig. 8. Konstruktion des Vibrationselektrometers.

Dieses besteht aus einem viereckigen Gehäuse G, auf das ein Deckel D aufgeschraubt werden kann. Am Deckel D ist das Elektrometersystem befestigt, so daß das Ganze herausnehmbar ist. Das eigentliche Elektrometer besteht aus der Metallstange S mit daran angelöteter Vertikalleiste L, welche einem dünnen Platindraht P gegenübersteht. Die Breite der Leiste ist so gewählt, daß der Abstand vom Platindraht etwa 1 bis 2 *mm* beträgt. P ist am oberen Ende metallisch mit dem Gehäuse verbunden, am unteren Ende an einem isolierenden quergespannten Quarzfaden Q befestigt. Der Quarzfaden, der am Bügel B angemacht ist, spannt den Draht P gerade. Die Wechselspannung wird an die Klemmen K_1 und K_2 angelegt. K_1 bildet dabei die durch den Ebonitknopf E isolierte Zuleitung zum Messingstab S; K_2 ist mit dem Gehäuse verbunden. Die Vibration des feinen Platin(Wollaston)fadens wird durch eine kleine mit Glas verschlossene Öffnung O in der Vorderwand des Gehäuses beobachtet. Eine entsprechende Öffnung in der Rückwand dient zur Beleuchtung mit einem kleinen Spiegel. Die Beobachtung geschieht mit einem guten Ablesemikroskop, dessen Vergrößerung so gewählt ist, daß der Faden P 0·5 bis 1 *mm* breit erscheint. Eine Ableseskala ist, da unnötig, nicht vorhanden. Ein Rohrstutzen R ist im Schnitt noch eingezeichnet, um anzudeuten, daß das Instrument auch evakuiert werden kann, was für spezielle Versuche zur Herabminderung der Luftdämpfung auf die Fäden vorgesehen ist. Bei der definitiven Ausführung fällt dieser Ansatz fort.

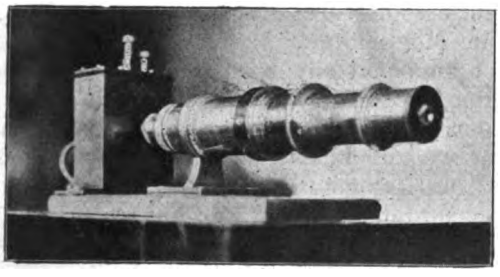


Fig. 9. Ansicht des Vibrationselektrometers.

Zum Schlusse möchte ich noch eine vollständige Ansicht des Probeapparates wiedergeben (Fig. 9). Zugleich sei erwähnt, daß gegenwärtig eine fabrikationsmäßige Herstellung des Vibrationselektrometers noch nicht vorliegt.

Ankerwicklung mit zwei Kommutatoren.

Von Prof. **Rudolf Richter.**

In dem Aufsatze „Spannungsverhältnisse bei Wicklungen mit zwei Kommutatoren“ *) hat Pichelmayer gezeigt, daß das Spannungspolygon einer Gleichstromankerwicklung im allgemeinen verschieden ist, je nachdem man es auf die eine oder die andere Seite der Wicklung bezieht, und daß man somit bei einer Ankerwicklung, die beiderseits an je einen Kommutator angeschlossen ist, an dem einen Kommutator eine etwas größere Spannung mißt als an dem anderen.

Damit die Spannungen an den beiden Kommutatoren einander gleich werden, muß nach Pichelmayer die Bedingung bestehen, daß die Wicklungsschritte y_1 und y_2 **) einander gleich sind. Pichelmayer setzt hiebei eine Einschichtwicklung voraus; für eine Zweischichtwicklung, wie sie heute fast ausschließlich Verwendung findet, brauchen nicht die „Wicklungsschritte“ (gezählt in Spulenseiten) einander gleich zu sein, dagegen muß diese Bedingung bei zwei Spulenseiten in einer Nut für die „Kommutatorschritte“ (gezählt in Kommutatorlamellen) ***), bei beliebig vielen Spulenseiten in einer Nut für die „Nutenschritte“ (Wicklungsschritte gezählt in Nutteilungen) erfüllt sein.

Hienach wäre es überhaupt nicht möglich, bei einer beiderseits an je einen Kommutator angeschlossenen Schleifenwicklung dieselben Spannungen an beiden Kommutatoren zu erhalten. Es läßt sich aber leicht zeigen, daß auch bei der Schleifenwicklung die Spannungen an beiden Kommutatoren einander gleich werden, wenn y_1 um denselben Betrag kleiner oder größer wie y_2 größer oder kleiner als die Polteilung τ ist (Fig. 1). Denn dann wird bei jeder praktisch in Frage kommenden Verteilung der Induktion am Ankerumfang unter allen Umständen die zwischen zwei benachbarten Kommutatorlamellen auftretende Spannung für beide Kommutatoren denselben Wert haben.

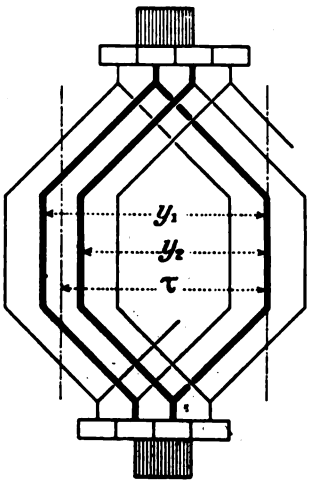


Fig. 1.

Dieses Ergebnis folgt auch aus den Gleichungen, die Pichelmayer für die EMKe e_r und e_r in den Wicklungselementen der beiden Kommutatoren anschreibt,

*) E. u. M. 1913, Seite 777.

**) Pichelmayer sagt wörtlich: „Man wird vor allem trachten, Sehnenwicklungen zu vermeiden, das heißt $y_1 = y_2$ zu machen, was jedoch bei Schleifenwicklungen nicht möglich ist.“ Bei einer Wicklung mit $y_1 = y_2$ sind aber die Spannungen an beiden Kommutatoren unter allen Umständen einander gleich, also auch bei beliebigem Sehnenschritt. Pichelmayer hat vielleicht hier den Begriff der Sehnenwicklung etwas anders aufgefaßt, als es sonst üblich ist. Seine Folgerung ist nur verständlich, wenn er die Wicklung als Sehnenwicklung bezeichnet, bei der die Teilschritte voneinander verschieden sind.

***) Damit diese kurze, nicht ganz korrekte, aber allgemein übliche Ausdrucksweise nicht mißverstanden werde, sei bemerkt, daß eigentlich nur der gesamte Wicklungsschritt in Kommutatorlamellen gezählt werden kann. Für die Teilschritte muß man Spulenseiten zählen, wobei jedoch die in der Nut übereinanderliegenden Spulenseiten dieselbe Nummer erhalten.

Digitized by Google

$$e_v = 2\,e'\cos\frac{\pi}{2}\frac{y_1-\tau}{\tau},$$

$$e_r = 2\,e'\cos\frac{\pi}{2}\frac{y_2-\tau}{\tau},$$

worin $2e'$ die Spannung eines Wicklungselements ist, dessen Spulenweite gleich der Polteilung τ ist ($y_1 = \tau$). Durch Gleichsetzen von e_v und e_r wird

erstens $y_1 = y_2$,

aber auch zweitens $\frac{y_1 + y_2}{2} = \tau$.

Telephonie auf große Entfernungen.

Von Ing. Ernst Felix Petritsch, Wien.

(Schluß von Heft 19, Seite 399.)

Nachdem die Bestrebungen, durch Beeinflussung der Leitung eine größere Sprechweite zu erzielen, zu einem gewissen Abschluß gekommen sind, machen sich in letzterer Zeit wieder stärker Versuche bemerkbar, durch Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Telephonapparate die Reichweite der Sprechverständigung zu vergrößern. Im Mittelpunkte dieser Bestrebungen stand anfänglich naturgemäß der Sender, das Mikrophon, das in der Telephonie bereits einmal eine so große Rolle gespielt und ihr dazu verholfen hat, die

Fig. 11.

Fig. 12.

Reichweite der Sprechverständigung so außerordentlich zu erhöhen. Und zwar suchte man schon seit längerer Zeit die Energieabgabe des Mikrophons dadurch zu steigern, daß man die Spannung im Mikrophonkreise erhöht und den Apparat so konstruiert, daß es stärkere Ströme verträgt. Unter den hieher gehörigen Konstruktionen ist namentlich das Starkstrommikrophon der schwedischen Ingenieure Egnér und Holmström[1]) zu nennen, das in Fig. 11 und 12, das eine Mal in geschlossenem, das zweite Mal in geöffnetem Zustande abgebildet ist. Fig. 13 zeigt einen Schnitt durch das Mikrophon. Es besitzt vier feste Elektroden, welche hohl sind und mit einem geschlossenen Behälter in Verbindung stehen, der die Kühlungsflüssigkeit, zumeist Öl oder eine andere isolierende Flüssigkeit, enthält. Die Membranelektrode ist diametral in zwei Teile

[1]) Siehe „Das Starkstrommikrophon von Egnér-Holmström" von C. Eguér und J. G. Holmström. E. T. Z., Berlin 1912, Hefte 9 und 10. Ref. E. u. M. 1912, Seite 926.

aufgeteilt, wodurch die vier Kohlenzellen entweder alle hintereinander- oder zwei neben- und zwei hintereinandergeschaltet werden können. Eine vollständige Schaltung des Mikrotelephons zeigt Fig. 14. Als Stromquelle kommen zehn Trockenelemente zur Verwendung, von denen je nach Bedarf vier, sieben oder zehn in den

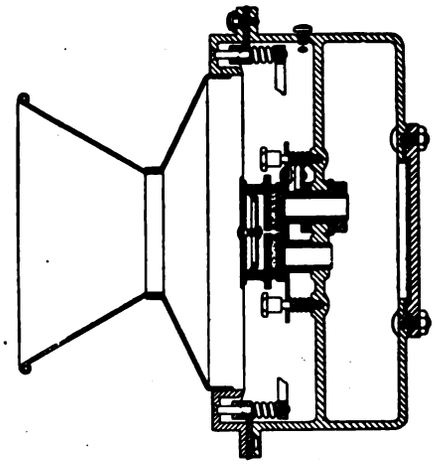


Fig. 13.

Mikrophonstromkreis eingeschaltet werden können. Zu diesem Zwecke ist der Speisestromkreis mit einem Batteriewähler U versehen.

Je nachdem, wie kräftig man den ausgehenden Gesprächsstrom zu haben wünscht, wird der Batterie-

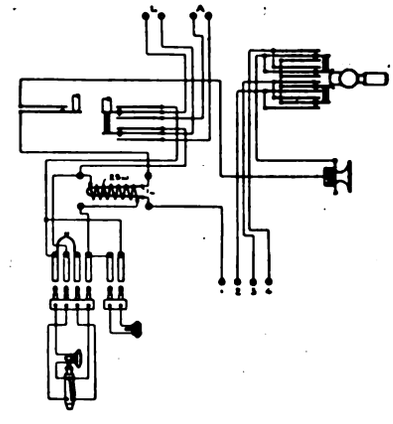


Fig. 14.

wähler auf eine der drei Stufen eingestellt. Der Apparat bietet die Möglichkeit, sowohl zwei als bloß einen Fernhörer zu benutzen; wird bloß ein Fernhörer zum Empfangen der Gespräche verwendet, so ist es zweckmäßig, den zweiten, in Fig. 14 rechts abgebildeten Fernhörer wegzunehmen. Der links befindliche Fernhörer ist mit einem Umschalter im Griffe versehen, der so angeordnet ist, daß die Sekundärwicklung der Induktionsspule beim Niederdrücken desselben kurzgeschlossen wird, während beim Loslassen des Umschalters der Fernhörer kurzgeschlossen ist. Durch diese Anordnung wird verhindert, daß der ausgehende, außerordentlich kräftige Sprechstrom den eigenen Fernhörer durchfließt, was sowohl auf das Ohr eine sehr unangenehme Wirkung hätte, als auch den ausgehenden Sprechstrom schwächen würde. Außerdem wird durch diese Anordnung ein besseres Empfangen der Gesprächsströme ermöglicht. Andererseits enthält diese Schaltungsanordnung jedoch bedeutende Nachteile; die Mani-

Digitized by Google

pulationen beim Telephonieren werden umständlich und es kommt ein Gespräch gewöhnlich nur dann zustande, wenn die beteiligten Abonnenten im Telephonieren geübt und mit der Schaltung des Apparates vollkommen vertraut sind. Deswegen wird im allgemeinen das Starkstrommikrophon, wie in Fig. 15 zu ersehen ist, nur neben einer gewöhnlichen Telephonstation verwendet. Die Starkstromstation, die weder Wecker noch Induktor besitzt, wird erst dann in die Leitung eingeschaltet, wenn der Fernhörer der Station vom Haken heruntergenommen wird. Ist der Fernhörer am Haken, so ist bloß die gewöhnliche Telephonstation eingeschaltet.

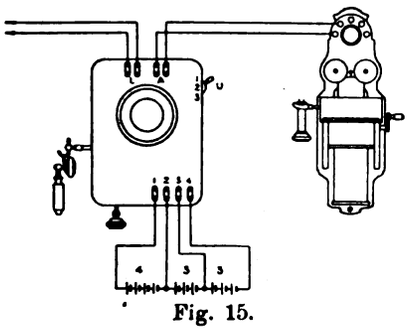


Fig. 15.

Damit das Mikrophon seine volle Leistungsfähigkeit aufweise, muß die Mikrophonmembran richtig gespannt sein. Zur Regulierung der Spannung der Mikrophonmembran dienen auf der Vorderseite des Apparates befindliche Schräubchen, die vorsichtig anzuziehen sind.

Solche Egnér-Holmströmsche Apparate stehen seit 1910 bei verschiedenen Verwaltungen bereits in Verwendung, doch sind die damit erzielbaren Vorteile nicht so groß, als anfänglich angenommen wurde. Nach den 1912 in der E. T. Z., Berlin*), von Egnér und Holmström gemachten Angaben sollte die Stärke des ausgehenden Sprechstromes zehn- bis zwölfmal größer als beim gewöhnlichen Mikrophone sein. Je nachdem 4, 7 oder 11 Elemente als Stromquelle zur Verwendung kommen, sollte die Reichweite der Gespräche um ungefähr 30, 50 und 70% vergrößert werden. Nach den von der österreichischen Staatstelegraphenverwaltung an zehn derartigen, von der Firma „Ericson" österreichischer Elektrizitäts-Aktiengesellschaft in Wien gelieferten Telephonapparaten durchgeführten Sprechversuchen ist die Leistung derselben weit geringer. Die Sprechvergleiche wurden über Breisigsche Eichleitungskästen vorgenommen, an denen auf der einen Seite bald ein gewöhnliches, bald ein Egnér-Holmströmsches Mikrophon angeschaltet wurde, während auf der anderen Seite stets dasselbe Telephon zum Empfangen der Sprechströme zur Verwendung kam. Hiebei ergab sich, daß bei Verwendung von vier Elementen als Stromquelle die Sprechverständigung über eine Leitung mit einem $\beta l = 4{\cdot}5$ derjenigen eines gewöhnlichen Apparates über eine Leitung von einem $\beta l = 4$ entsprach, bei Verwendung von sieben Elementen war die Sprechverständigung über eine Leitung mit einem $\beta l = 4{\cdot}5$ mit Starkstromapparaten gleich der über eine Leitung von einem $\beta l = 3{\cdot}5$ mit gewöhnlichen Apparaten und bei Verwendung von zehn Elementen entsprach die Sprechverständigung mit den Egnér-Holmströmschen Apparaten über eine Leitung von einem $\beta l = 4{\cdot}5$ der mit gewöhnlichen Apparaten über eine Leitung von einem $\beta l = 3$. Wird mit Hilfe der Formel

$$\frac{J_a}{J_e} = \frac{1}{2} l^{\beta l}$$

das Verhältnis der Stärken der abgehenden Ströme ausgerechnet, so ergibt sich, daß beim Egnér-Holmströmschen Mikrophon bei Verwendung von vier Elementen als Stromquelle ein etwa anderthalb- bis zweimal so starker Strom in die Leitung gesandt wird als bei gewöhnlichen Apparaten, bei Verwendung von sieben Elementen ein zweieinhalb- bis dreimal so starker Strom und bei Verwendung von zehn Elementen ein vier- bis fünfmal so starker Strom. Wird als Grenze der Sprechverständigung bei gewöhnlichen Apparaten ein $\beta l = 4$ angenommen, so erfährt durch Verwendung des Egnér-Holmströmschen Mikrophons die Reichweite der Sprechverständigung je nachdem 4, 7 oder 10 Elemente als Stromquelle zur Verwendung kommen, eine Erweiterung um bloß 12, 20 und 40%. Dies ist verhältnismäßig sehr wenig, insbesondere wenn man die hiefür erforderlichen Kosten und die mit der Verwendung des Apparates verbundene, etwas beschwerliche Manipulation berücksichtigt. Außerdem kommt noch in Betracht, daß durch das Egnér-Holmströmsche Mikrophon auch die Klangfarbe der Stimme etwas verändert wird und die Deutlichkeit der Sprechübertragung ein wenig leidet. Es ist ein Beweis, wie außerordentlich groß das Bedürfnis nach einer Erweiterung der Sprechmöglichkeit ist, daß trotz der geringen Vorteile, die das Egnér-Holmströmsche Mikrophon bietet, es sich einzubürgern beginnt. So werden in Schweden derartige Apparate einzelnen Teilnehmern für Gespräche auf große Entfernungen gegen eine erhöhte Abonnentengebühr zur Verfügung gestellt und auch bei anderen Verwaltungen stehen derartige Apparate in Erprobung.

Das größte Interesse hat die Fernsprechtechnik seit jeher der Frage eines Telephonrelais*) entgegengebracht, das ist eines Apparates, der die einlangenden schwachen Sprechströme verstärkt, derart daß sie in einen zweiten Leitungsabschnitt weiter gesandt werden können. Wie in der Telegraphie durch die Einführung der Relaistranslation eine telegraphische Korrespondenz auf fast unbegrenzt große Entfernungen, ja um die ganze Welt herum, ermöglicht wurde, so würde auch die Frage der Fern- und Welttelephonie mit einem Schlage gelöst sein, wenn es gelänge, einen brauchbaren Sprechstromverstärker zu konstruieren. Freilich ist die Lösung der Aufgabe hier ungleich schwieriger als in der Telegraphie, da es sich bei den Sprechströmen um unregelmäßig verlaufende Wellen mit zahlreichen winzigen Abweichungen handelt, die in allen ihren Einzelheiten und mit allen ihren Feinheiten verstärkt wiedergegeben werden müssen, da sonst die Sprache verändert wird und die Klangfarbe derselben verloren geht. Obwohl bereits im Jahre 1878, also kaum zwei Jahre nach der Erfindung des Telephons, von Edison ein Patent auf ein Telephonrelais angemeldet worden ist und seitdem eine Unzahl von Konstrukteuren und Erfindern sich mit der Lösung desselben Problems befaßt haben, schien es bis in die

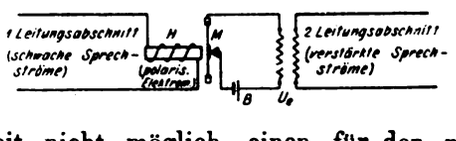


Fig. 16.

letzte Zeit nicht möglich, einen für den praktischen Betrieb brauchbaren Sprechstromverstärker herzustellen. Alle diese früheren Telephonrelaiskonstruktionen beruhten auf dem in Fig. 16 schematisch dargestellten

*) Siehe a. a. O.

*) Siehe hiezu C. Höpfner: „Fernsprechverstärker". Telegraphen- und Fernsprechtechnik, Berlin 1913, Nr. 16, 17 und 18.

Digitized by Google

Prinzipe der Kombination eines Telephonhörers mit einem Mikrophon. Das Mikrophon wird mit der Membran des Hörers mechanisch so verbunden, daß durch die Sprechströme im ersten Leitungsabschnitte die Mikrophonmebran in Schwingungen versetzt wird, die unmittelbar Veränderungen des Mikrophonwiderstandes und damit Stromschwankungen im Mikrophonstromkreise des Verstärkers zur Folge haben. Durch einen in dem Mikrophonstromkreise eingeschalteten Übertrager werden sodann in den zweiten Leitungsabschnitt verstärkte Sprechströme weitergegeben. Die bei Fernsprechverstärkern dieser Hörermikrophontype obwaltenden Schwierigkeiten für eine gute Übertragung der Sprache sind mannigfacher Art. Vor allem anderen muß darauf geachtet werden, daß die Membran des Hörers durch die Sprechströme nicht zu Eigenschwingungen veranlaßt wird, die dann verstärkt auf den zweiten Leitungsabschnitt übertragen werden, wodurch die formgetreue Wiedergabe der Sprechströme leidet, die Klangfarbe der Sprache verloren geht und die einzelnen Worte unverständlich werden. Eine weitere Gefahr besteht in dem Zusammenbacken der Kohlenteilchen des Mikrophons, durch welches die verstärkende Wirkung des Apparates beeinträchtigt wird und keine gleichmäßige Verstärkung sämtlicher Töne mehr stattfindet.

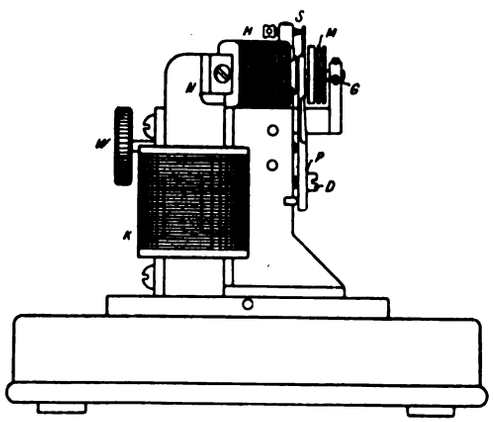


Fig. 17.

Die größten Erfolge mit Fernsprechverstärkern der Hörermikrophontype sind bisher mit dem von S. G. Brown konstruierten Apparate erzielt worden, der in Fig. 17 in Ansicht abgebildet ist. Fig. 18 zeigt schema-

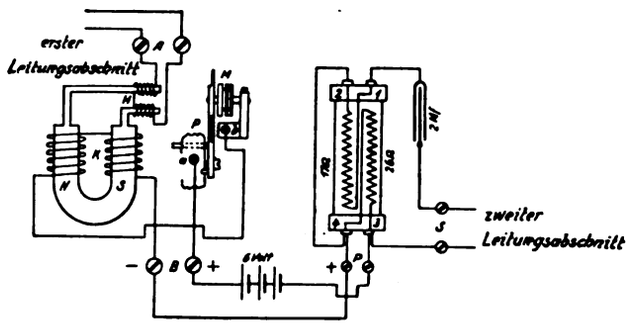


Fig. 18.

tisch die Schaltung dieses Verstärkers. Die zu verstärkenden Sprechströme durchfließen die Windungen der aus weichem Eisen bestehenden Polschuhansätze *H*, die auf einem Dauermagneten *N*—*S* aufgesetzt sind. Den Polschuhen gegenüber befindet sich die Mikrophonkammer *M*, die mit feinen Kohlenkörnern nahezu angefüllt ist. Die Vorderseite der Mikrophonkammer wird von einem Anker *P* getragen, während die Rückseite durch den isolierten Träger *G* gehalten wird. Der Anker *P* ist in seiner Stellung zu den Polschuhen mit Hilfe der Schraube *W* verstellbar. Sobald die magnetische Anziehung der Elastizität des Ankers nahezu das Gleichgewicht hält, ist der Verstärker empfindlich eingestellt. Das Kleben des Ankers wird durch die Schraube *S* verhindert. Der Mikrophongleichstrom fließt durch die Wicklungen *K* des Dauermagneten und verstärkt die magnetische Wirkung desselben; eine Beeinflussung des Magnetismus desselben durch die verstärkten Sprechströme wird durch Wirbelströme, die in dem auf den Magneten aufgeschobenen Kupferröhrchen hervorgerufen werden, verhindert.

Dieser Apparat soll die Sprechströme etwa 20mal verstärken, was so viel bedeuten würde, als daß durch die Einschaltung des Brownschen Verstärkers der Dämpfungsexponent der Leitungsverbindung scheinbar um ein $\beta l = 3{\cdot}5$ verringert wird. Der Apparat stand auf einigen nordamerikanischen Telephonleitungen durch einige Zeit im Betriebe. Nachteilig machte sich auch bei diesem Verstärker seine große Empfindlichkeit gegen äußere Einflüsse, namentlich Erschütterungen, bemerkbar.

Bei all diesen Apparaten der Hörermikrophontype sind bei der Umwandlung der Fernsprechströme in stärkere, verhältnismäßig viele, träge, mechanische Massen beteiligt. Die Telephonmembran muß mit dem Mikrophon in Verbindung gebracht werden, sie ist daher in ihren Schwingungen beeinträchtigt; außerdem wird sie zu Eigenschwingungen angeregt, so daß bei der Sprechstromumwandlung ein gut Teil der auf das Relais übertragenen Bewegungsenergie für den angestrebten Zweck verloren geht. In letzter Zeit ist man daher bemüht, die Verstärkung schwacher Ströme auf einem anderen Wege zu erzielen, bei dem diese Verluste vermieden werden. Und zwar versucht man, die Vorgänge bei der Gasentladung im luftleeren Raum, bei der nur die allerkleinsten Stoffteilchen, die Elektronen, die negative Einheitsladungen vorstellen, beteiligt sind, für die Verstärkung schwacher Stromimpulse nutzbar zu machen. Bis Ende 1903 schien zwar dieser Weg noch wenig Aussicht auf Erfolg zu haben, weil für die Entladung zwischen Metallelektroden in Gasen ziemlich hohe Spannungen notwendig waren und eine Beeinflussung der Stromstärke, selbst wenn diese durch magnetische oder elektrostatische Ablenkung der Kathodenstrahlen bewirkt wird, größere Energiemengen erfordert. Da machte der Berliner Professor Dr. Wehnelt die Entdeckung, daß Elektronen (Kathodenstrahlen) auch schon bei einer wesentlich niedrigeren elektrischen Spannung hervorgerufen werden können, wenn der negative Pol, die Kathode, an der Oberfläche mit ungelöschtem Kalk (Kalziumoxyd) überzogen und die so präparierte Kathode zugleich auf Rotglut, das heißt auf 1000 bis 1500° C erhitzt wird. Diese Entdeckung bildete für den im Februar 1913 verstorbenen Wiener, Robert v. Lieben, den Ausgangspunkt zur Erfindung seines „Relais für undulierende Ströme“, das er 1904 zum Patent anmeldete. Die von einer sogenannten „Oxydkathode“ bei einer Spannung von 100 bis 200 *V* ausgehenden Kathodenstrahlen sind infolge ihrer geringen Geschwindigkeit besonders leicht ablenkbar, lassen sich daher durch geringe Energiemengen beeinflussen und eignen sich daher ganz besonders für die Konstruktion eines Gasentladungsrelais für schwache Ströme. Die anfänglich von R. v. Lieben gewählte Anordnung ist in

Digitized by Google

Fig. 19 schematisch dargestellt. Von einer hohlspiegelartig geformten Wehnelt- oder Oxydkathode K mit den Zuführungsdrähten Z_1 und Z_2 geht ein Strahlenbündel zu der als Faradayscher Hohlzylinder ausgestalteten Anode. Durch die Öffnung o des Hohlzylinders f gelangen die Strahlen in den inneren Hohlzylinder f_1. Beide Hohlzylinder sind koaxial voneinander isoliert und durch ein geschmolzene Zuführungsdrähte Z_3 und Z_4 nach außen geleitet. W ist ein für Stromschwankungen empfindlicher Vorschaltapparat (Telephon, Bogenlampe), a der Sende-, a_1 der Empfangstelephonapparat. Die vom Apparat a (Mikrophon) hervorgerufenen Stromschwankungen verändern den Magnetismus der Elektromagnete e, so daß das Kathodenstrahlenbündel s, den Schwankungen entsprechend, bald mehr, bald weniger abgelenkt wird. Diese Bewegungen haben zur Folge, daß die Kathodenstrahlen bald mehr, bald weniger in den inneren Zylinder f_1 eindringen und hiedurch den Ablenkungen entsprechende Stromschwankungen im Apparate a_1 hervorrufen. Diese Stromschwankungen können mittels eines Transformators in entsprechend höher gespannte Ströme verwandelt und in einem zweiten Leitungsabschnitt weitergesandt werden.

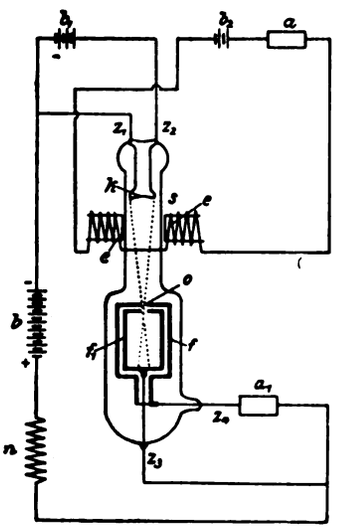


Fig. 19.

Da die Kathodenstrahlen praktisch ohne Trägheit sind und allen Feldschwankungen des Primärstromes unbedingt folgen, ließ sich dieses Relais für Wechselströme bis zu den höchsten Frequenzen verwenden. Trotz dieses Vorteiles, den es gegenüber den früheren Konstruktionen aufwies, blieb es infolge der schwierigen Herstellung der Hohlspiegelkathode, der ungleichmäßigen Emission der Kathodenstrahlen an der glühenden Oxydfläche, und der Schwierigkeiten, welche die Erhaltung eines konstanten Vakuums verursachten, nur ein physikalisch interessanter Apparat.

Im Jahre 1907 wurde von dem Amerikaner De Forest eine dem Liebenschen Relais ähnliche Anordnung zum Patente angemeldet*). Wie aus der in Fig. 20 dargestellten Schaltung zu ersehen ist, verwendet

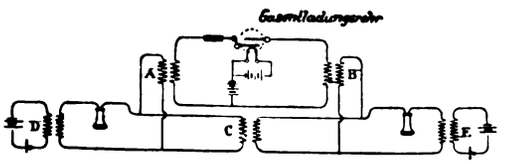


Fig. 20.

De Forest ebenfalls eine Gasentladungsröhre, in der er Kathodenstrahlen erzeugte. Quer in den Weg der Kathodenstrahlen stellte er eine gitterförmige Hilfselektrode, die jedoch nur einen Teil des Röhrenquerschnittes ausfüllte. Diese Hilfselektrode wurde über einen Kondensator und einen Überträger mit der Kathode in der Entladungsröhre verbunden. Die aus dem ersten Leitungabschnitt kommenden, über die gitterförmige Hilfselektrode fließenden Wechselströme beeinflussen die Kathodenstrahlen derart, daß zwischen Anode und Kathode stärkere Stromschwankungen zustande kommen. Durch den Übertrager B gelangen sonach verstärkte Ströme in den zweiten Leitungsabschnitt. Als Telephonrelais für die Verstärkung von Sprechströmen sind jedoch mit diesem von De Forest „Audion" genannten Apparate keine nennenswerten Erfolge erzielt worden; er war auch hauptsächlich für die Aufnahme drahtloser Signale bestimmt.

*) Vergl. E. u. M. 1907, Seite 100, E. u. M. 1914, Seite 41 und Lee De Forest: „Der Audion-Wellenempfänger". Vortrag. gehalten im Institute of Radio Engineers in New York. Zeitschrift für Schwachstromtechnik, München 1913, Heft 24.

Dagegen ist es den vereinten Bemühungen von Lieben, Strauß und Reiß, wobei letzterem wohl das Hauptverdienst zufällt, gelungen, ein Gasentladungsrelais auf einer neuen, weit vollkommeneren Grundlage aufzubauen*). Ganz in Wegfall ist bei dieser neuen Anordnung die magnetische Ablenkung der Elektronen gekommen, womit wesentliche Vorteile verbunden sind. Die Beeinflussung der Kathodenstrahlen erfolgt durch Einfügung einer Hilfselektrode in die Kathodenstrahlenröhre (Fig. 21). Die von der Kathode in den luftverdünnten Raum ausgesandten Elektronen spalten bekanntlich die Gasmoleküle in positive und negative Elektronen, ein Vorgang, der die Ionisierung des Gases genannt wird. Hiedurch wird das Gas leitend, während es sich, solange es nicht ionisiert ist, wie ein Isolator verhält. Bringt man in die Bahn der fliegenden Elektronen eine durchlöcherte Metallscheibe, die Hilfselektrode H, so wird diese durch die Absorption der Elektronen negativ geladen. Die ihr weiter zufliegenden Elektronen werden dadurch in ihrer Geschwindigkeit verzögert, so daß sie das Gas um die Hilfselektrode herum nicht mehr zu ionisieren vermögen. Dies macht sich äußerlich dadurch sichtbar, daß sich um die Hilfselektrode herum ein Dunkelraum bildet, ähnlich dem der an der Kathode besteht und Kathodendunkelraum genannt wird. Erst nachdem die Elektronen hinter der Hilfselektrode unter Mitwirkung des Entladungspotentials eine gewisse Wegstrecke durchmessen haben, hat ihre lebendige Kraft wieder derart zugenommen, daß sie imstande sind, durch Ionenstoß zu ionisieren. An dieser Stelle setzt wieder die Glimmlichterscheinung ein, die sich nunmehr gleichmäßig bis zur Anode fortsetzt. Während Kathodendunkelraum und Dunkelraum um die Hilfselektrode herum für die Stromleitung einen großen Widerstand bedeuten, bieten die durch Glimmlichterscheinungen gekennzeichneten Strecken dem elektrischen Strome, der in Gestalt von Kathodenstrahlen die Entladungsröhre durchfließt, nur geringen Widerstand. Durch die Absorption der Elektronen durch die Hilfselektrode und die damit im Zusammenhang stehende Verzögerung der Fluggeschwindigkeit der Elektronen, wird der Widerstand zwischen Anode und Kathode erhöht, das Spannungsgefälle im Entladungsrohre wächst, für die Ionisierung des Raumes oberhalb der Hilfselektroden bleiben nur die wenigen Elektronen übrig, die durch die Öffnungen der Hilfselektrode fliegen. Der Querschnitt und die Zahl der Öffnungen der Hilfs-

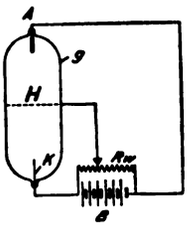


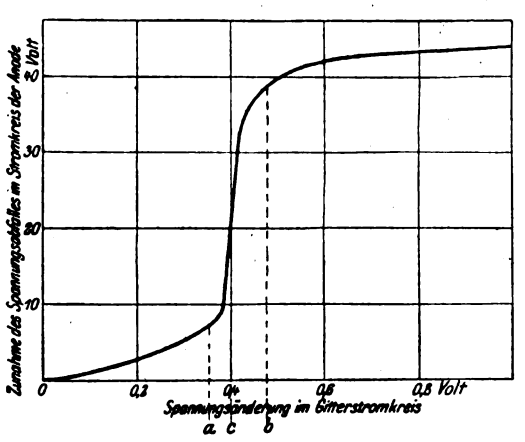
Fig. 21.

*) Siehe Eugen Reisz: „Neues Verfahren zur Verstärkung elektrischer Ströme". E. T. Z., Berlin 1913, Seite 1297 und 1385, und E. u. M. 1914, Heft 1.

Digitized by Google

elektrode bestimmen sonach das Spannungsgefälle im Rohre. Dieses kann nun dadurch verändert werden, daß der Hilfselektrode von außen eine bestimmte Spannung zugeführt, sie auf ein entsprechendes Potentiale geladen wird. Infolge der Ladung der Hilfselektrode wird die Absorption der Kathodenstrahlen verringert und es gelangt eine viel größere Zahl von Elektronen durch die Öffnungen der Hilfselektrode in den darüber befindlichen Raum. Gleichzeitig wirkt die Hilfselektrode für die von der Anode ausgehenden Kraftlinien wie ein Faradaysches Netz; die Kraftlinien werden zum größten Teil in den Metallkörper hineingezogen und nur wenige Streulinien nehmen den Weg zur Kathode. Je mehr sich das Potential der Hilfselektrode dem der Anode nähert und je stärker die Ionisierung bezw. Leitfähigkeit des Gases in den Öffnungen der Hilfselektrode wird, desto dichter wird die Zahl der aus der Hilfselektrode austretenden Streulinien. Andererseits wächst aber auch die Ionisierung mit zunehmender Dichte der Streulinien, so daß die Streuung eine weitere Vergrößerung erfährt; die Streuung ist wiederum ein Maß für die Potentialdifferenz, den Spannungsabfall zwischen Anode und Kathode, so daß durch verhältnismäßig geringe Änderungen des Potentials der Hilfselektrode große Änderungen des Anodenstromes hervorgerufen werden. Um diese Eigenschaft der Hilfselektrode für die Konstruktion eines Telephonrelais auszunutzen, ist es bloß erforderlich, die Spannung des Sprechstromes der konstanten Hilfselektrodenspannung überzulagern. Kleinen Veränderungen der Sprechspannung entsprechen dann große Veränderungen im Anodenstromkreise, die durch einen Transformator als verstärkte Ströme abgenommen und in einen zweiten Leitungsteil gesandt werden können.

Fig. 22.



Die Abhängigkeit zwischen der Spannung an der Hilfselektrode und den Werten des Gasstromes sind in Fig. 22 dargestellt. In Fig. 23 ist weiters schematisch das nach dem neuen Prinzipe aufgebaute Liebensche Relais gezeichnet. Die Kathode K besteht aus einem zickzackförmig ausgespannten schmalen Platinband, das mit einer dünnen Schicht von Barium- und Kalziumoxyd überzogen ist. Diese Kathode wird durch einen Strom von ungefähr 1·8 A aus einer Akkumulatorenbatterie von 30 V auf etwa 1000° C bis zur hellen Rotglut erhitzt. In der Mitte des Gefäßes, den ganzen Röhrenquerschnitt einnehmend, befindet sich die Hilfselektrode H, die durchlöchert ist und so den Stromdurchgang zwischen der Kathode und der aus Aluminium bestehenden Anode A ermöglicht. Die Einstellung der Hilfselektrodenspannung erfolgt durch den Gleitkontakt C des an die Batterie B angeschlossenen Regulierwiderstandes R_w. Die Primärströme wirken durch den Transformator T_1 induktiv auf den Stromkreis der Hilfselektrode. Die vom Relais verstärkten Ströme werden von der Sekundärwicklung des Transformators T_2 abgenommen. Der Widerstand W in dem Sekundärstromkreis soll bloß ein zu starkes Ansteigen des Gas-

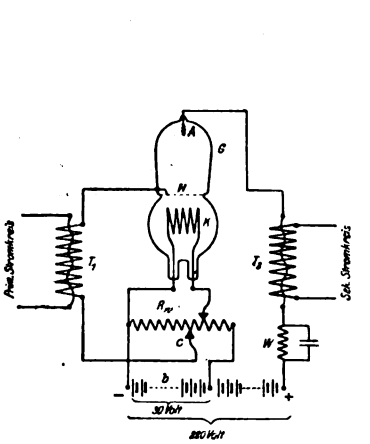


Fig. 23.

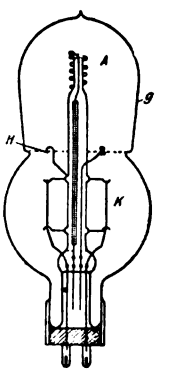


Fig. 24.

stromes verhindern, für die verstärkten Wechselströme ist er durch einen Kondensator geeigneter Größe überbrückt. Zwischen Anode und Kathode liegt eine Spannung von 220 V. Der Stromkreis Hilfselektrode H—Kathode K—Batterie B (30 V)—Übertrager T_1 ist gewissermaßen der Ersatz für den primären Teil, den Hörer der alten Hörer—Mikrophon—Relaistype, während der Stromkreis Kathode K—Hilfselektrode H—Anode A—Ubertrager T_2—Batterie (220 V) und zurück zur Kathode den Mikrophonstromkreis darstellt.

Eine bei der Konstruktion dieses Relais zu überwindende Schwierigkeit bestand in der Erlangung und Erhaltung eines zweckentsprechenden gleichmäßigen Gasdruckes. Bei den diesbezüglichen Versuchen zeigte sich, daß es vorteilhaft sei, die Gasentladung mit einer Quecksilberdampfentladung zu verbinden. Die Quecksilberionen übernehmen dann im wesentlichen die Stromleitung in der Gasstrecke. Zu diesem Zwecke wird an der kältesten Stelle der Kathodenstrahlenröhre Quecksilber oder Quecksilberamalgam als Bodenkörper gebracht. Nur hiedurch war es möglich, die Heiz- bezw. Hilfselektrodenspannung auf 30 V herabzumindern. Der Dampfdruck ist in diesem Falle abhängig von der Außentemperatur; bei 20° C nimmt er einen Wert von 0·001 mm an. Dadurch, daß der Quecksilberdampf zum großen Teil die Stromleitung übernimmt, wird die Okklusion der Gasmoleküle so gering, daß es gelingt, eine Brenndauer des Relais von 1000 Stunden zu erzielen. Durch den konstanten Gasdruck wird auch die Gleichmäßigkeit der Entladung gefördert, so daß ein Nachregulieren des Relais nicht erforderlich ist.

Die konstruktive Durchbildung, die dem Relais von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin, die das bezügliche Patent erworben hat, gegeben wurde, ist aus Fig. 24 zu ersehen A ist die aus spiralförmig gewundenem Aluminiumdraht von 2 mm Stärke hergestellte Anode, H die durchlöcherte Hilfselektrode, K die aus einem zirka 1 m langen, 1 mm breiten und 0·02 mm starken Platinbande bestehende Kathode. Der Anschluß der Spannungen erfolgt durch einen unverwechselbaren Steckkontakt am Fuße der Lampe.

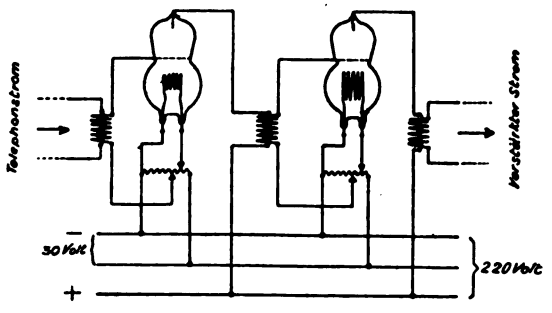
Digitized by Google

Die für Heizung der Hilfselektrode erforderliche Spannung von 30 *V* muß konstant sein, weshalb hiefür nur Sammlerbatterien zu verwenden sind. An den Anodenstromkreis kann dagegen eine Maschinenspannung von 220 *V* angeschlossen werden, da die vom Kollektor hervorgerufenen Stromschwankungen durch Einschaltung einer Drosselspule und eines Kondensators gedämpft werden können. Die für den Anodenstromkreis erforderlichen Stromstärken sind so gering, daß unter Umständen auch Elemente als Stromquelle für denselben verwendet werden können.

Das Liebensche Relais erhöht die Stromamplituden um etwas mehr als das dreißigfache. Diese Verstärkung ist innerhalb weiter Grenzen von der Größe der Stromamplituden des einlangenden Stromes unabhängig; selbst die von einem gewöhnlichen Telephonapparat über eine künstliche Leitung mit einer Dämpfung von einem $\beta l = 10$ gesandten Ströme werden vom Relais noch verstärkt wiedergegeben. Ein gewöhnlicher Telephonapparat spricht noch auf die von einem gewöhnlichen Mikrophone ausgesandten Ströme an, wenn die dazwischen liegende Leitung ein $\beta l = 5$ aufweist. Die Empfindlichkeit des Relais ist sonach weit größer als die des Telephons, das bisher als empfindlichster Wechselstrominduktor angesehen wurde.

Einer Verstärkung der Stromamplitude um etwa das dreißigfache entspricht die scheinbare Verminderung des Dämpfungsexponenten der Leitung, in die das Relais eingeschaltet wird, um ein βl, das etwas größer ist als 4. Die Wirkung des Relais kann noch dadurch gesteigert werden, daß man den verstärkten Strom des einen Relais auf den Strom der Hilfselektrode eines zweiten Relais wirken läßt, wie dies in der in Fig. 25 dargestellten

Fig. 25.



sogenannten „Kaskadenschaltung" dargestellt ist. Bei Hintereinanderschaltung von vier Relais nach dieser Schaltung gelingt es, die Verstärkungszahl 20.000 zu erreichen. Dies heißt so viel, als daß durch die Verwendung von vier Relais der Dämpfungsexponent der angeschalteten Leitung scheinbar um ein βl von ungefähr 14 vermindert wird. Da die Grenze der Sprechverständigung mit gewöhnlichen Apparaten bei einer Dämpfung von einem $\beta l = 4$ bis 5 erreicht ist, ermöglicht die Verwendung des Liebenschen Verstärkers in dieser Form die Erhöhung des Sprechbereiches bis zu einem $\beta l = 18$ bis 19. Bei Verwendung gewöhnlicher Freileitungen aus 5 *mm* starkem Bronzedraht könnte man sonach bis auf Entfernungen von 9000 bis 9500 *km* eine telephonische Verständigung erzielen.

Dieser Erfolg tritt freilich nur auf, wenn der Verstärker in einer Richtung verwendet wird, zum Beispiel bloß zum Verstärken der von einem Teilnehmer ausgesandten Ströme. In entgegengesetzter Richtung wird dagegen durch das eingeschaltete Relais der Sprechverkehr verhindert. Jeder Teilnehmer mußte daher mit einem eigenen Relaissatz versehen und dieser beim Empfangen der Sprechströme aus der Leitung ausgeschaltet werden. Abgesehen davon, daß hiezu störende Handhabungen erforderlich sind und die ausgesandten starken Sprechströme unangenehme Influenzwirkungen auf die anderen Fernsprechleitungen ausüben, würde dies eine bedeutende Verteuerung des Sprechverkehres bedeuten. Für den praktischen Betrieb in Fernsprechleitungen muß gefordert werden, daß vom Relais die Sprechströme der beiden miteinander verbundenen Sprechstellen jederzeit aufgenommen und nach beiden Richtungen hin verstärkt werden, damit das Relais in irgendeiner Vermittlungsstelle, die ungefähr in der Mitte zwischen den beiden Teilnehmerorten liegt, zur Aufstellung kommen kann. Das heißt, das Relais muß einen wechselseitigen Betrieb, ein Gegensprechen zulassen. In dieser Hinsicht sind wohl noch bedeutende Schwierigkeiten zu überwinden, da die ausgehenden Ströme nicht wieder auf den eigenen Relaisapparat, von dem sie ausgehen, zurückwirken dürfen. Eine der einfachsten Wechsel- oder Gegensprechschaltungen, die von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft für das Liebensche Relais auch angenommen wurde, ist bereits von Edison angegeben worden*) und in Fig. 26 schematisch dargestellt. Die Fernleitungen F und F_1 sind in Reihe mit den genau gleichen Wicklungen w_1 und w_3 bezw. w_2 und w_4 geschaltet und durch die Wicklung W_1 mit dem Primärstromkreis und durch die Wicklung W_2 mit dem Sekundärstromkreis des Relais magnetisch gekuppelt. Die vom Übertrager T_2 ausgehenden verstärkten Ströme werden nach beiden Richtungen ausgesandt und durchfließen die beiden Wicklungshälften des Übertragers T_1 derart, daß keine Induktionswirkung in der Wicklung W_1 auftritt, vorausgesetzt, daß die in beide Leitungen gesandten Ströme gleich sind. Die Scheinwiderstände der beiden Leitungen müssen sonach, vom Verstärker aus gemessen gleich sein. Sind die Scheinwiderstände verschieden, so überwiegt der in die Leitung mit dem kleineren Widerstand entsandte Strom und bringt eine Induktionswirkung im Übertrager T_2 hervor, die vom Verstärker aufgenommen und von neuem verstärkt wird. Infolgedessen wird das Relais zu Eigenschwingungen veranlaßt, die sich durch ein Singen und Pfeifen des Verstärkers bemerkbar machen, ähnlich denen, wie man sie wahrnimmt, wenn man den Hörer eines Fernsprechapparates bei geschlossener Leitung vor das zugehörige Mikrophon hält.

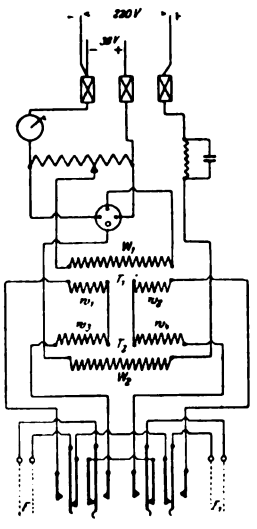


Fig. 26.

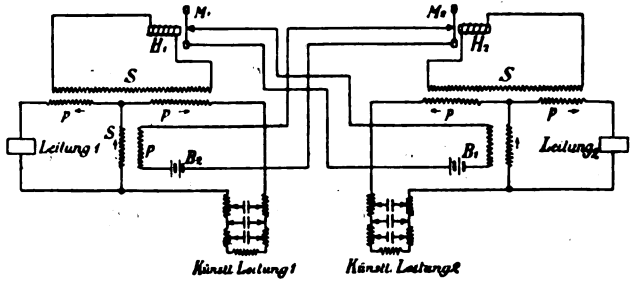


Fig. 27.

*) Siehe Kempster B. Müller, Handbuch, 4. Auflage, Seite 747.

Digitized by Google

Um diese Übelstände zu beseitigen, sind eine Reihe von Vorschlägen gemacht worden. Zunächst hat man getrachtet, sich genau an das Vorbild der telegraphischen Gegensprechschaltung zu halten. Eine derartige von Schubert und Portland angegebene Schaltung ist in Fig. 27 schematisch abgebildet. Hiebei werden zwei Relais verwendet, von denen jedes in der gewöhnlichen Edisonschaltung arbeitet, nur mit dem Unterschied, daß jedesmal die zugehörige zweite Fernleitung durch eine künstliche Leitung ersetzt wird. Dadurch wird es möglich, jede Fernleitung mit einer beliebigen anderen zu verbinden, vorausgesetzt, daß es gelingt, die Fernleitung künstlich hinreichend genau nachzubilden.

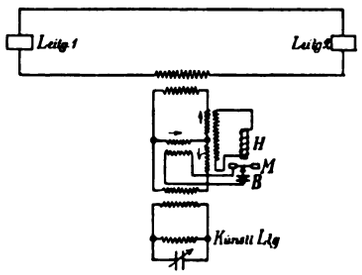


Fig. 28.

Eine andere Gegensprechschaltung, in der gleichfalls eine künstliche Leitung, jedoch nur ein Relais verwendet wird, wurde von Shreeve 1907 angegeben und ist in Fig. 28 dargestellt. Hier sind beide Leitungen in der Edisonschaltung mit der einen Leitungsseite des Relais verbunden, während auf der anderen Seite eine künstliche Leitung angeschaltet ist, die auf die beiden in Reihe geschalteten Leitungen abgeglichen werden muß. Durch diese Schaltung wird jedoch die verstärkende Wirkung des Relais außerordentlich geschwächt, da die vom Verstärker abgegebene Energie sich zunächst zu gleichen Teilen auf die künstliche Leitung und auf die natürlichen Leitungsverbindungen verteilt.

Schließlich ist noch versucht worden, eine Schaltung zu entwerfen, bei der die verstärkten Ströme nur nach der einen Seite, also nach dem Empfänger zu, weitergegeben werden, und die Rückwirkung auf den Verstärker durch Kompensationsstromkreise verhindert wird. Eine solche von N. G. Warth angegebene Schaltung ist in Fig. 29 dargestellt. Hiebei müssen eben-

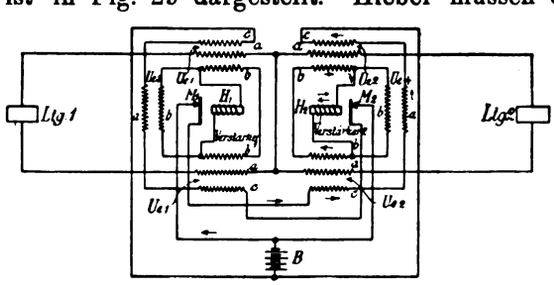


Fig. 29.

falls zwei Verstärker verwendet werden. Die aus der Leitung 1 ankommenden Ströme werden durch die a-Wicklung der Übertrager Ue_1 auf die b-Wicklung übertragen und an den Verstärker 1 weitergegeben. Die von diesem Apparate verstärkten Sprechwellen werden durch die c-Wicklung der Übertrager Ue_2 auf die Leitung 2 übertragen. Gleichzeitig gelangt ein Teil der Energie über die b-Wicklung von Ue_2 zum Verstärker 2. Die Wirkung dieses Stromes auf den zweiten Verstärker wird nun dadurch zu verhindern gesucht, daß ein Hilfsübertrager U_4 vorgesehen wird, dessen eine Wicklung im sekundären Stromkreis des ersten Verstärkers und dessen zweiten Wicklung im primären Stromkreis des zweiten Verstärkers liegt. Die hiebei erzielte Kompensationswirkung ist aber sehr unvollkommen.

Die größten Vorteile scheint vorläufig noch die Edison-Gegensprechschaltung zu bieten. Bei dieser Schaltungsweise genügt es, zu beiden Seiten des Verstärkers Leitungen gleicher Charakteristik mit einem Dämpfungsexponenten $\beta l = 1$ anzuschließen, damit ein Singen des Relais vermieden wird. An diese Leitungen können dann beliebige andere Leitungen angeschlossen werden, ohne daß der Scheinwiderstand derselben, von der Einschaltestelle des Relais aus betrachtet, merkliche Änderungen erfährt. Die durch die Einschaltung eines Relais nach der Edisonschaltung erzielte Verstärkung ist begreiflicherweise etwas geringer, als wenn das Relais bloß zur Verstärkung der Sprechströme nach einer Richtung hin verwendet wird. Die Verstärkung entspricht einer scheinbaren Verminderung des Dämpfungsexponenten βl um 2 bis 2·4, das heißt die einlangenden Ströme werden um etwa das Vier- bis Sechsfache erhöht.

Die Vorteile, die das Relais für den Fernsprechbetrieb verspricht, sind zweierlei Art. Es eröffnet nicht nur die Möglichkeit, für die Fernsprechleitungen schwächere Drahtsorten zu verwenden und so die Anlagekosten herabzumindern, sondern auch eine Ausdehnung des Sprechbereiches auf möglicherweise unbeschränkte Entfernungen, falls mehrere Relais in bestimmten Entfernungen hintereinandergeschaltet werden können.

Obwohl, wie aus den vorstehenden Schilderungen hervorgegangen, beiweitem noch nicht alle Schwierigkeiten, die der Einführung des Relais im praktischen Fernsprechbetriebe entgegenstehen, überwunden sind, scheint es doch, als wenn es auf dem nunmehr betretenen Wege möglich wäre, die Frage der Welttelephonie zu lösen.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Unterstationen in Kohlengruben. H. Booker und W. M. Hoen. Die Unterstation ist in der Regel nicht unterirdisch zu errichten, da die Feuersgefahr, Einfluß von Staub und Feuchtigkeit sehr nachteilig für die Einrichtung und den Betrieb derselben sind; auch sind unterirdische Unterstationen viel kostspieliger, da schon die Baulichkeit (Eisenbetondecken) viel sicherer und feuerfester hergestellt werden muß und für hinreichende Ventilation Sorge zu tragen ist. Die Hochspannungskabel müssen in separaten Kanälen geführt werden, während bei oberirdischen Anlagen Niederspannungskabel ausreichen. Von größter Wichtigkeit ist die Verwendung erfahrener Betriebspersonen und die Vorkehrungen gegen das Berühren stromführender Leitungen. Folgende Fehler sind streng zu vermeiden: Ungeschützte Lage der Hochspannungsleitungen und Schalter; Verwendung ungeerdeter Hochspannungsapparate und Maschinengehäuse oder von hölzernen Montierungsteilen. Erlassung strenger Vorschriften über das Arbeiten an stromzuführenden Teilen ist erforderlich.

Da für den Betrieb der Grubenmaschinen meist Gleichstrom von maximal 550 V verwendet wird, ist im Anschluß an Hochspannungsnetze die Verwendung von Motorgeneratoren oder Synchronumformern in Betracht zu ziehen. Hinsichtlich des Anlassens ist der synchrone Motorgenerator vorzuziehen, er hat aber einen schlechteren Leistungsfaktor, daher ist höhere Generatorleistung erforderlich; der synchrone Motorgenerator und Umformer hat einen besseren Leistungsfaktor, daher leichtere Regulierbarkeit; hinsichtlich des Wirkungsgrades ist der Synchronumformer (Einankerumformer) dem Motorgenerator überlegen. Auch die Betriebssicherheit des Umformers ist infolge der Verwendung von Transformatoren an Stelle der Hochspannungsmotoren (beim Motorgenerator) höher. Bei Hochspannungsanlagen ist daher im allgemeinen der Synchronumformer vorzuziehen, hingegen bei stark schwankenden Belastungsverhältnissen der Motorgenerator meist vorteilhafter. Die Anlagekosten sind ungefähr gleich, wenn beim Motorgenerator ein direkter Anschluß an das Hochspannungsnetz möglich ist. (Proc. A. I. E. E., April 1914.)

Digitized by Google

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Neue Versuche mit der flammenlosen Oberflächenverbrennung bei Dampfkesseln*) sind nach einem Bericht von O. Dobbelstein auf der Zeche Hannover in Westfalen angestellt worden. Der Versuchskessel von 3 *m* Durchmesser, 1·24 *m* Länge und 12 *cm* Druck hatte 110 Heizrohre, die ebenso wie die des angeschlossenen Vorwärmers mit der bekannten Schnabel-Boneschen feuerfesten Masse angefüllt waren. Die Verbrennungsgase saugte ein 27 *PS*-Ventilator durch die Kessel- und Vorwärmerrohre hindurch. Das als Brennstoff verwendete Koksofengas hatte 4000 *WE* und war von Ammoniak, Teer und Benzol, aber nicht von Zyan und Schwefel befreit. Beim Betrieb war nach den ersten drei Wochen die körnige Masse in den besonders heißen vorderen Kesselrohrteilen zerfallen und gesintert, während sich die Füllung in den Vorwärmerrohren durch die Niederschläge des Gases so verstopft hatte, daß der Ventilator nicht mehr genügend zog. Mit einer neuen Füllung erreichte man dann unter normalen Versuchsbedingungen eine Kesselleistung von 53·8 bis 55·3 *kg* pro *m²* Heizfläche. Dabei mußten mehrere Rohre, die nicht genügend in Glut kamen, ausgeschaltet werden, so daß die Heizrohrfläche einmal 31·8, das andere Mal 30·3 *m²* betrug. Diese, vom englischen Vertreter des Professors Bone beanstandeten Versuche wurden, nachdem man neue Füllmasse aus England bezogen hatte, wiederholt, wobei Leistungen bis zu 66 *kg* pro *m²* und ein Gesamtwirkungsgrad von 93·3%, bei Berücksichtigung des Ventilatorkraftverbrauches 89% erreicht wurden. Die Dampffeuchtigkeit war mit 2·5% nicht zu groß. Die Ergebnisse der Versuche bleiben somit hinter den früher angegebenen Zahlen von 100 und 150 *kg* pro *m²* Heizfläche erheblich zurück, würden jedoch immerhin gegenüber unseren bisher üblichen Feuerungen einen tüchtigen Fortschritt bedeuten, wenn der Vorwärmer nicht bereits nach 14 Tagen wieder völlig verschmutzt gewesen wäre, so daß man die Anlage zum Reinigen stillsetzen mußte. Beim Öffnen des Vorwärmers fand man später die Kupferrohre durch Schwefelverbindungen des Gases völlig zerfressen vor. Man ersetzte sie durch schmiedeiserne und ließ diese beim nächsten Versuch ganz ohne Füllung, wodurch der Vorwärmer überraschenderweise an Wirksamkeit nichts einbüßte, anderseits der Ventilatorzug sehr verbessert wurde. Als Ergebnis sämtlicher Versuche ist auszusprechen, daß mit Koksofengas bei dem vorhandenen nur geringen Druck von 100 *mm* W. G. eine höhere Leistung des Schnabel-Bonekessels als 60 *kg* pro *m²* überhaupt nicht dauernd zu erreichen sein wird. Nach einem Vorschlag der Versuchsleitung soll die formlose feuerfeste Masse durch passende Formstücke aus demselben Stoff ersetzt werden, die besser in die Rohre eingebracht werden können, das lästige Stocken in den Rohren unnötig machen und die Zugverhältnisse verbessern sollen.

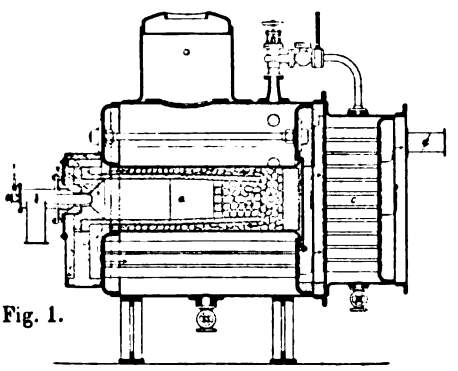


Fig. 1.

Mit solchen Formstücken hat die Berlin-Anhaltische Maschinenbau-A.-G. einen für Teerölfeuerung bestimmten Schnabel-Bone-Kessel ausgestattet, der 1·3 *m* Durchmesser, 1·7 *m* Länge, 12 *cm* Druck und 12 *m²* Heizfläche hatte. Das Öl wurde, auf 90° erhitzt, unter dem Druck eines Hochbehälters zu den drei Düsen der Verbrennungskammer vor dem Kessel geleitet und durch den Ventilatorzug zerstäubt. Die Ergebnisse dieses Kessels sind ganz erheblich günstiger ausgefallen, da man Leistungen bis zu 126 *kg* pro *m²* erhielt. Allgemein hat man festgestellt, daß mit Teeröl im Schnabel-Bone-Kessel, allerdings bei angestrengtem Betrieb, 120 *kg* pro *m²* Heizfläche gut zu erreichen sind. Doch erscheint der Kessel in seiner jetzigen Form noch nicht genügend betriebsicher, da er stark leckt. Man beabsichtigt daher, die Bauart mit den zahlreichen durch die starke Hitze gefährdeten Einwalzstellen der Heizrohre aufzugeben und den Kessel (Fig. 1) mit einem seitlichen Flammrohr auszuführen, das vorn die Verbrennungskammer *a* enthält und hinten mit feuerfester Masse gefüllt ist. Das Teeröl tritt durch eine einzige Düse *b* in die Verbrennungskammer ein.

(Stahl und Eisen, Heft 14, 1914.)

Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger.

Der Betrieb von Verbrennungskraftmaschinen mit Naphtalin. J. B. Picot. Eine Reihe wertvoller Eigenschaften hat in letzter Zeit die Aufmerksamkeit auf das Naphtalin als Brennstoff für Kraftzwecke gelenkt. Zu den Vorteilen gehören der billige Preis (Frcs. 7 bis 9 pro 100 *kg*), Verwendung in festem Zustand (was eine größere Sicherheit, Leichtigkeit des Transportes und der Aufbewahrung zur Folge hat), Unentflammbarkeit (bezw. in geschmolzenem Zustand bei hoher Temperatur nur schwer entflammbar), hoher Heizwert (zirka 9700 Kal.), schwache Brisanz bei der Explosion, verhältnismäßig reinlicher Betrieb und Wegfall eines Gaserzeugers usw., wie dies bei Kraftgasmaschinen erforderlich ist, also auch geringer Raumbedarf.

Es wurden bereits zahlreiche Versuche unternommen, von denen hervorzuheben sind, die Verwendung einer Naphtalinlösung in einem flüssigen Kohlenwasserstoff, die Karburierung von Luft, die durch pulverisiertes Naphtalin geleitet wird und die Verwendung von geschmolzenem Naphtalin, das durch Abwärme der Maschine oder die Hitze der Abgase zum Schmelzen gebracht wird. Unter den zahlreichen Patenten haben insbesondere jene von Lion und Chenier Beachtung gefunden.

Die von der Société „l'Eclairage Electrique" in Paris ausgeführten Maschinen laufen mit 430 bis 600 Touren pro Minute. Versuche mit einer vierzylindrigen 55 *PS*-Maschine (170 *mm* Zylinderbohrung, 210 *mm* Hub und 600 Touren pro Minute), die mit einem Generator direkt gekuppelt war und 34 *kW* leistete, haben folgendes ergeben: Für die Anheizung des Karburators mußte die Maschine 20 Minuten lang mit einem anderen Brennstoff (Benzol) betrieben werden, worauf die Umschaltung auf Naphtalin durch einen Hahn erfolgen konnte. Beim Anhalten genügt ein Betrieb mit Benzol durch 4 bis 5 Minuten, um alle Naphtalinmengen zu lösen, die beim Erkalten der Maschine die Ventile verschmutzen könnten. Der Karburator war besonders für den Gebrauch von Rohnaphtalin eingerichtet, das etwas Anthrazen und Öl enthielt und nur eine halbe Stunde der Trocknung unterworfen wurde. Es wurden pro *kWh* 0·525 *kg*, ferner 32 *l* Wasser und 10 *g* Öl verbraucht. Werden 100 *kg* zu Frcs. 9 berechnet, so kostet die *kWh* 4·72 cs. und die *PSh* 2·97 cs. Bei 3000 jährlichen Betriebsstunden und unter Berücksichtigung sämtlicher Ausgaben (Bedienung, Schmierung, Erhaltung, Reparaturen, zehnjährige Amortisation) ergibt sich als Preis für die *kWh* Frcs. 0·12 (gegenüber Frcs. 0·6 bei Benzin, 0·42 bei Benzol, 0·41 bei Petroleum, 0·28 bei Leuchtgas und 0·11 bei Kraftgas). Der Betrieb ist also fast so billig wie mit Kraftgas, ohne aber einen Gaserzeuger zu benötigen.

Die Adaptierung einer bestehenden Benzin- oder Kraftgasmaschine auf Naphtalinbetrieb ist leicht durchführbar.

(La Lumière Electrique, 4. 4. 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Methode zur graphischen Ermittlung der wahren Zahninduktion bei Zackenarmaturen. L. Isambert. Ist Φ der totale Fluß pro Pol, der im Betrag von Φ_e durch den Nutenhohlraum und von Φ_f durch das Zahneisen hindurchgeht, μ die Permeabilität, $B_a = \frac{\Phi}{S_f}$ die ideelle, $B_r = \frac{\Phi_f}{S_f}$ die wirkliche Zahninduktion, B_e die Induktion in der Luft, t die Zahnteilung, z die Zahndicke, S_f der Querschnitt aller Zähne pro Pol auf ein und demselben Durchmesser gemessen, S_e der Querschnitt aller Nuten pro Pol, l_t die totale und l_u die effektive Außenlänge, so gelten die Beziehungen

$$\frac{\Phi_e}{\Phi_f} = \frac{S_e}{\mu S_f} \qquad \frac{\Phi}{\Phi_f} = \frac{\mu S_f + S_e}{\mu S_f}$$

oder

$$B_a = B_r + \frac{B_r}{\mu}\frac{S_e}{S_f} = B_r + \frac{B_r}{\mu}\frac{1}{1{\cdot}25\,\mathrm{tg}\,\alpha}$$

mit Benutzung der Substitution $\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{S_f}{1{\cdot}25\,S_e}$.

In der Magnetisierungskurve (Fig. 2), deren Gleichung allgemein lautet $H = \frac{B_r}{1{\cdot}25\,\mu}$, ist der Wert von α durch die Konstruktion des Hilfsdreieckes OMA gegeben, in dem $OM = 1{\cdot}25\,S_e$ und $OA = S_f$ für den betrachteten Punkt der Zahnhöhe, für den die wirkliche Induktion zu ermitteln ist. Ist nun OY die für den betrachteten Punkt nach den bekannten Methoden von Arnold oder Picou gerechnete ideelle Induktion B_a, so braucht nur $YC \parallel MA$ gemacht werden, um in OD die wirkliche Zahninduktion und in $DC = \frac{B_r}{1{\cdot}25\,\mu}$ die zugehörigen AW zu finden.

Denn es ist

$$YD = \frac{B_r}{1{\cdot}25\,\mu\,\mathrm{tg}\,\alpha},\quad OY = OD + DY = B_r + \frac{B_r}{1{\cdot}25\,\mu\,\mathrm{tg}\,\alpha} = B_a.$$

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 15 und 411.

Digitized by Google

Ferner ist $\operatorname{tg}\alpha = \frac{\Phi}{B_a \, 1{\cdot}25 \, . \, S_e} = \frac{K}{B_a}$,

wobei die Konstante $K = \frac{\Phi}{1{\cdot}25\, S_e} = O\,F$.

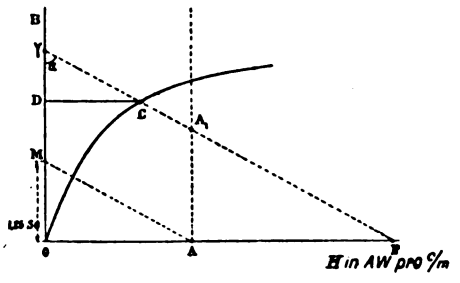


Fig. 2.

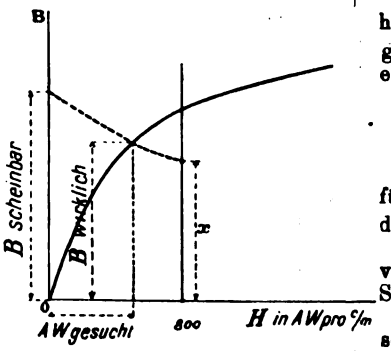


Fig. 3.

Für verschiedene Werte von B_a wandert Y auf der Ordinatenachse und ein etwa im Punkte A errichtete Vertikale wird in verschiedener Höhe von den Geraden $Y\,F$ geschnitten. Allgemein ist

$$A\,A_1 = x = B_a - O\,A\,\frac{B_a}{K}, \quad S_e = S_f\left(\frac{t-z}{2}\,\frac{l_t}{l_u}\right),$$

daher $K = B_a \, \frac{z\, l_u}{1{\cdot}25\, l_t\,(t-z)}$

und

$$x = B_a - O\,A\,.\,1{\cdot}25\,\frac{l_t}{l_u}\left(\frac{t}{z} - 1\right).$$

$O\,A$ ist willkürlich und wird zweckmäßig zu 800 AW/*cm* gewählt, damit

$$x = B_a - \frac{l_t}{l_u}\left(\frac{t}{z} - 1\right).10^2.$$

Zu jedem Wert von B_a (Fig. 3) rechnet man nach vorstehender Gleichung den zugehörigen Wert von x. Der Schnittpunkt der Verbindungsgeraden des Endpunktes von x mit dem Endpunkt von B_a mit der Magnetisierungskurve liefert den gesuchten Wert von B_r. (Lumière Electr., 28. 2. 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Beiträge zur Frage des Überspannungsschutzes. J. Biermanns, Berlin*). Wird ein Ohmscher Widerstand in den Nebenschluß zum Verbindungspunkte zweier Leitungen geschaltet, so ergeben sich die Grenzbedingungen unmittelbar aus dem Schaltungsschema (Fig. 4). Die Stromintensität der ankommenden und reflektierten Welle i_1 muß gleich sein der Summe der beiden Stromzweige $i_R + i_2$ und die Spannungen müssen kontinuierlich ineinander übergehen $e_1 = e_2$. Ersetzt man i_R durch $\frac{e_2}{R}$ und bezeichnet den Wellenwiderstand mit $\frac{1}{\gamma_1}$ bezw. $\frac{1}{\gamma_2}$, so ergeben sich aus den beiden Gleichungen $i_1 = i_R + i_2$, $e_1 = e_2$ die beiden unbekannten Amplituden der durchgelassenen Welle:

$$e_2' = E \, . \, \frac{2\,\gamma_1\, R}{1 + R\,(\gamma_1 + \gamma_2)}$$

und der reflektierten Welle:

$$e_1' = E \, . \, \frac{(\gamma_1 - \gamma_2)\, R - 1}{1 + R\,(\gamma_1 + \gamma_2)}.$$

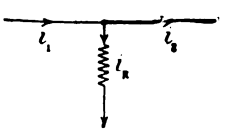


Fig. 4.

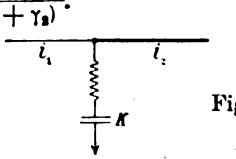


Fig. 5.

Diese beiden Amplituden werden also einander gleich, wenn der Widerstand R so gewählt wird, daß

$$R = \frac{1}{3\,\gamma_1 - \gamma_2}.$$

Wird in Serie mit dem Ohmschen Widerstand ein Kondensator von der Kapazität K geschaltet (Fig. 5), so ändern sich die Übergangsbedingungen insofern, als der den Ohmschen Widerstand durchfließende Strom durch die Kapazität des Kondensators bestimmt ist. Die Kondensatorspannung ist $e_2 - i_K \, . \, R$ und daher der Strom

$$i_K = K \, . \, \frac{d}{d\,t}\,(e_2 - i_K\, R),$$

hieraus und aus den beiden Gleichungen $i_1 = i_K + i_2$, $e_1 = e_2$ ergibt sich für die übertretende Welle eine Differentialgleichung erster Ordnung mit der Lösung

$$e_2' = E \, . \, \frac{2\,\gamma_1}{\gamma_1 + \gamma_2} + A \, . \, e^{-\frac{\gamma_1 + \gamma_2}{K(1 + R\,[\gamma_1 + \gamma_2])}\,.\,t}.$$

Die Integrationskonstante A wird dadurch bestimmt, daß für $K = \infty$ die Schaltung in den früheren Fall übergeht, e_2' also den früheren Wert annehmen muß.

Die Vorgänge sind ähnlich, wie bei der Parallelschaltung von Ohmschen Widerstand und Drosselspule, nur daß Strom und Spannung ihre Rollen vertauschen.

Wenn man diese verschiedenen Anordnungen kombiniert, so läßt sich eine ganze Reihe von Anordnungen treffen, je nachdem man den Ohmschen Widerstand mit der Drosselspule, mit dem Kondensator oder mit beiden vereinigen will, und es ist von vornherein zu erwarten, daß man auf diese Weise elektromagnetische Wellen zwingen kann, ein Maximum ihrer Energie abzugeben. Diese Campos-Anordnungen bieten einen vollwertigen Ersatz für die Stufenschalter und haben noch den Vorteil, daß die Wirksamkeit nicht auf den Schaltprozeß beschränkt bleibt.

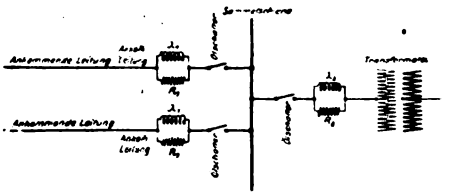


Fig. 6.

Fig. 6 zeigt schematisch den Campos-Schutz für eine Anlage, wodurch nicht nur die Sammelschienen und die daran angeschlossenen Apparate, sondern auch die Transformatoren geschützt werden. Widerstände R_1, R_2 sind so bemessen, daß die durchgelassenen unstetigen Spannungssprünge ein Minimum werden. (Arch. für Elektr., 2. Bd., Heft 8, 1914.)

Die Verwendung von Schutzdrosselspulen in großen Kraftwerken*). K. M. Faye-Hansen und J. S. Peck. Es werden die Vor- und Nachteile der Einschaltung von Schutzdrosselspulen in die Generatorleiter, Sammelschienen- und Speiseleitungen besprochen. Als Vorteile bei der Anordnung in Generatorleitungen gelten: Konstanthaltung der Sammelschienenspannung, Schutz gegen Kurzschlüsse und durch dieselben verursachten Betriebsunterbrechungen beim Parallelbetrieb. Nachteile: Hoher Stromanstieg in den Speiseleitungen, an den Schaltern und im Netz.

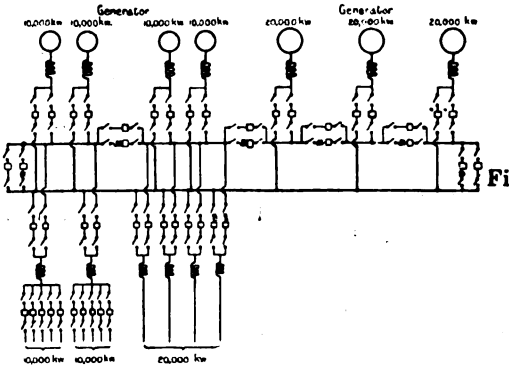


Fig. 7.

Vorteile der Anordnung in Speiseleitungen: Keine Betriebsstörungen im Netz, kleinere Schalterkapazität notwendig. Nachteile: Große Spannungsschwankungen, kein hinreichender Schutz der Generatoren, Sammelschienen und Schalter. Die Drosselspulenleistung ist bei größerer Kabelzahl weit geringer als jene der Generatorreaktanzen.

Anordnung an den Sammelschienen: Vorteile: Beschränkung der Störung auf eine Sektion, keine Störung im Parallelbetrieb. Nachteile: Kein hinreichender Schutz der Generatoren. Am zweckmäßigsten erscheint die Unterteilung der Sammelschienen durch Reaktanzspulen in Kombination mit Generatordrosselspulen, wobei mehrere Generatoren an eine Sektion angeschlossen werden. Die Speiseleitungen können je nach der Kapazität derselben,

*) Siehe das Referat in Heft 13, Seite 273, über den ersten Teil der Arbeit.

*) Vergl. E. u. M. 1914, Seite 215, 255.

Digitized by Google

einzeln oder gemeinsam durch Drosselspulen geschützt werden. Hiebei ist auch zu berücksichtigen, daß durch die Einschaltung von Drosselspulen eine Phasenverschiebung bei ungleicher Belastung eintritt, welche den Parallelbetrieb behindert; auch wird der Leistungsfaktor und die Regulierfähigkeit des Systems herabgesetzt. Die Zahl der Drosselspulen hängt von der Art der Unterteilung der Generator- und Sammelschienenleistung ab. Es empfiehlt sich, Ringsammelschienen anzuwenden, deren einzelne Sektionen durch Kurzschlußschalter (ohne Drosselspulen) nach Bedarf verbunden werden können. Das Schaltungsschema für ein 100.000 *KW* Kraftwerk ist in Fig. 7 dargestellt. Der Spannungsabfall an den Generator- und Sammelschienendrosselspulen soll 5%, an dem Kabelschutz 2½% betragen. (The Electr., 27. 3. 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Methode zur Aufnahme von Hysteresisschleifen. Die von A. Ytterberg angegebene Methode soll in sich vollkommen geschlossene Hysteresisschleifen ergeben und dabei nur eine Magnetisierungswicklung beanspruchen. Diese Wicklung *W* ist an die Mittelkontakte K_1 K_2 eines Umschalters *U* (ohne Unterbrechung) angelegt, dessen Kontakte K_3 K_4 über Widerstand R_1 an Stromquelle *B* und dessen obere Kontakte K_5 K_6 über einen Widerstand R_2 ebenfalls an *B* angeschlossen sind. Der Vorgang bei der Aufnahme der Hysteresisschleife ist der folgende: Man schaltet R_2 kurz, schließt *S*, legt *U* nach unten und regelt mit R_1 auf passenden Strom; dann öffnet man *S*, regelt R_2 auf einen bestimmten Betrag und legt *U* um, so daß alle vier Kontakte gleichzeitig geschlossen sind und R_2 parallel zu *W* liegt, also der Strom dort abnimmt. Dann legt man *U* wieder nach unten, verkleinert R_2 allmählich, bis Strom in *W* auf Null fällt. Nun schließt man *S*, regelt R_2 auf einen großen Betrag. *U* wird so weit umgelegt, daß die Verbindung mit K_3 K_4 gelöst wird, dabei kehrt die Stromrichtung um und der Strom ist klein, weil R_2 in Reihe zu R_1 liegt usw. (Arch. f. El., Bd. II, Heft 8.)

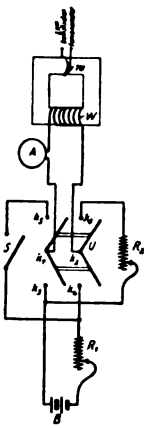


Fig. 8.

Meßinstrumente für Hochfrequenzströme. W. H. Eccles beschreibt ein Hitzdrahtamperemeter für rasche Ablesungen, dessen Einrichtung in Fig. 9 ersichtlich ist. Zwei gleichartige dünne Drähte *A B*, *C D* von 10 *cm* Länge sind in verschiedenen Ebenen zwischen zwei elektrisch voneinander unabhängigen Lagern ausgespannt; in der Nähe der Kreuzungsstelle ist ein Querdraht *C W* an *C D* verlötet und kann mittels des Knopfes bei *C* verdreht werden, so daß er gegen den Draht *A B* angepreßt wird. Sobald in *A B* ein Strom fließt, wird die Dehnung des Drahtes durch die Verdrehung von *C W* ausgeglichen. Ein mit dem Querdraht *C W* verbundener Spiegel, dessen Eigenschwingungsdauer 1/30 Sek. nicht überschreitet, gestattet Stromstärken von 1/50 bis 1/5 *A* abzulesen, welche bei Resonanzkurven der Löschfunkenstrecken auftreten.

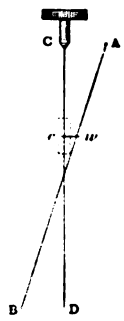


Fig. 9.

Fig. 10.

Die von einem Widerstande an eine Gashülle abgegebene Wärme kann mittels eines Konvektionsgalvanometers gemessen werden, welches eine Verbesserung des von Forbes angegebenen Instrumentes darstellt. Dieses beruht auf der Anwendung der Jouleschen Wärme in „Thermoskopen", die aus einem propellerartigen Papierflügel bestehen, der von einem Quarzdraht horizontal getragen wird, an welchem ein Spiegel befestigt ist; die Papierschraube hängt im Innern zweier koaxialer Messingzylinder, deren äußerer länger und oben und unten geschlossen ist. Zur Erwärmung dient ein Platindraht von 80 Ω Widerstand, der unter dem Flügel angeordnet ist. Bei einer Stromstärke von 4 Milliampere wird eine Ablenkung von 18 *mm* Skalenteilung in 1 *m* Abstand erzielt. Bei einer neueren Ausführungsform wurde der Torsionsdraht *A B* (Fig. 10) von 18 *cm* Länge aus Glas hergestellt und horizontal gelagert, und nahm die Verdrehung eines am Faden ausbalancierten Glasröhrchens (*C D*) von 12 *cm* Länge durch Vermittlung einer kleinen Glimmerplatte auf; unterhalb des Röhrchens wird der Heizdraht *W* angeordnet (platinisierter Quarzdraht), der den zu messenden Strom führt. Die aufgenommene Eichkurve zeigte eine Ablenkung von 10 Graden bei 8×10^{-5} *A* und 30 Graden bei 14×10^{-5} *A*. (The Electr., 27. 3. 1914.)

Einfadenelektrometer. Th. Wulf beschreibt ein Instrument, bei dem in bekannter Weise (Elster und Geitel, Sotz und Edelmann) ein Faden in einem aus zwei Schneiden gebildeten elektrischen Feld ausgespannt ist, wobei durch Variation des Hilfspotentiales an den Schneiden, des Abstandes dieser, der Spannung und der Dicke des Fadens die Empfindlichkeit in weiten Grenzen verändert werden kann. Die Eigenart des Instrumentes liegt in der Befestigung des unteren Fadenendes, welche Befestigungsart in der Mitte zwischen der starren Befestigung und der vollen Bewegungsfreiheit liegt, indem der Faden wie bei einem Zweifadenelektrometer von einem elastischen Quarzfadenbügel gehalten wird. Hieraus ergeben sich alle charakteristischen Eigenschaften des Instrumentes. Das Instrument ist von allem in außerordentlichem Maße transportsicher. Die Empfindlichkeit ist dieselbe wie bei den Instrumenten mit freischwebendem Faden, doch ist der Meßbereich merklich größer, da die untere Befestigung ein zu leichtes Labilwerden des Fadens verhindert. Tritt schließlich Labilität ein und erfolgt ein Anspringen des Fadens, so reißt dieser nicht. Es kommen massive Platinfäden sowie versilberte und metallbestäubte Quarzfäden zur Anwendung. Die vorhandene aperiodische Luftdämpfung läßt das Instrument zur Registrierung schnell verlaufender Vorgänge brauchbar erscheinen*). (Phys. Zeitschr., Nr. 5, 1914.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Hulett-Entlader. Dr. Ing. R. Borchers bespricht die amerikanischen Einrichtungen des Erzumschlages an den großen Seen. Die Hulett-Entlader werden in drei Typen ausgeführt. Die 10 *t*-Ausführung wiegt 600 *t*, leistet von 400 bis 600 *t*/Std. und kostet K 1050 pro *t* Durchschnittsleistung; die Type für 15 *t* leistet 500 bis 800 *t*/Std. und kostet K 1200 pro *t* und die 17 *t*-Type leistet 1100 *t*/Std. maximal. Diese größte Type wiegt 950 bis 1000 *t* und überspannt bei 215 *m* Spannweite des Rahmens vier Geleise (Fig. 11). Quer zum Geleise am Kai liegen oben auf dem Balken Schienen, auf denen der „trolley" fährt. Dieser trägt einen zweiarmigen Hebel (walking beam) mit einer starren, unten den Greifer tragenden Säule von 17 *m* Länge auf einem und dem Gegengewicht am anderen Ende.

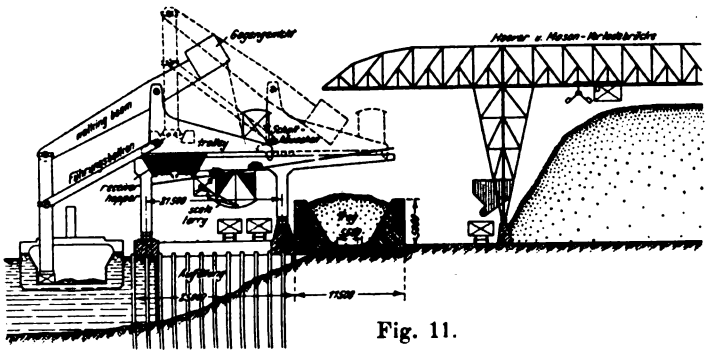


Fig. 11.

Der Greifer setzt sich also mit geringem Übergewicht auf das Erz auf. Dann wird der Hebel durch Seile aufgeklappt und dabei der Trolley nach rechts verschoben; dabei wird die Säule mit dem Greifer auf 17 *m* gehoben und über eine Erztasche (receiver hopper) geführt. Der Greifer kann sich um die Säulenachse drehen, dicht neben ihm in der Säule sitzt ein Mann, der sämtliche Greiferbewegungen genau überwacht, so daß man ihn in jeden Winkel des Schiffes lenken kann. Bei 3·8 × 2·3 *m* ist die Griffweite des Greifers 6·4 *m*, die Höhe 1·8 *m*. Die Schalen haben Schneiden aus Manganstahl, die nach 0·5 bis 1 Million *t* ausgewechselt werden müssen. Der Fülltrichter faßt 70 *t*, der Boden besteht aus zwei sich gegeneinander drehenden Stahlscheiben, zwischen welchen die Erzstücke in eine zweite mit einer Wage verbundene Tasche (scale larry) fallen, die sich auf Geleisen von 1 : 10 Steigung von vorne nach hinten und zurück bewegt und den Inhalt in die neben dem Kai stehenden Waggons entleert; diese Bewegung lenkt ein zweiter Maschinist. Der Entlader besitzt 7 Elektromotoren zur Betätigung: Ein 300 *PS*-Motor zum Heben, ein Motor von 150 *PS* zum Verschieben und ein 35 *PS*-Motor zum Verschließen der Tasche; der Fahrmotor hat 150 *PS*. Der Hubmotor ist mit dem 25 *PS*-Drehmotor der Säule, dem 100 *PS*-Trolley-Motor und dem 100 *PS*-Greifermotor in einem Schalthäuschen auf dem Trolley untergebracht; sie werden durch Relais gesteuert. Eine Anlage mit vier derartigen Entladern braucht 27 Mann zur Bedienung; die Kosten der Unterhaltung machen 3% der Anschaffungskosten aus. Durch die Anordnung des Gegengewichtes ist der Stromverbrauch beim Heben geringer als bei anderen Greifern, angeblich beträgt er nur 40% pro *t* gehobenes Erz. Eingehend behandelt der Verfasser die Frage, ob die neuen Entlader auch für die deutschen Umschlagplätze sich eignen würden

*) Vergl. E. u. M. 1914, Seite 127.

Digitized by Google

und kommt zu dem Schluß, daß wohl nicht in der Gegenwart an ihre Einführung gedacht werden kann, daß aber die einheitliche Behandlung des Erztransportwesens in der nächsten Zukunft und damit auch die Aufstellung dieser Entlader wird kommen müssen.
(E. K. B. Heft 7, 1914.)

Elektrische Apparate.

Über den Einfluß der elektrostatischen Kapazität und der Mindestspannung der elektrolytischen Ventile auf ihr Verhalten gegen Wechselstrom. Günther Schulze und R. Lindemann. Das Verhalten von Aluminiumventilzellen bei höheren Frequenzen bis 10 000 wurde von Zenneck untersucht*). Er schaltete eine Ventilzelle mit einem Hitzdraht- und einem Deprez-Strommesser in Serie, maß das Verhältnis des vom Gleichstrominstrument angezeigten Stromes zu dem Wechselstrominstrument gemessenen und fand, daß dieses Verhältnis bei konstantem Nenner mit zunehmender Frequenz abnimmt. Bei einer Frequenz von 5000 ist dies schon sehr beträchtlich; man kann aber auch bei derartigen Frequenzen noch einen befriedigenden Wert jenes Verhältnisses erhalten, wenn man das Ventil mit hoher Stromdichte belastet. Nach Zenneck ist die Abnahme des Verhältnisses auf eine Zunahme der Durchlässigkeit des Ventiles in der Sperrrichtung zurückzuführen und beruht die Gleichrichterwirkung auf Diffusion, die den schnellen Stromwechseln nicht mehr hinreichend zu folgen vermag. Schulze und Lindemann verweisen darauf, daß die elektrolytische Ventilwirkung noch niemals mit Hilfe der Diffusion zu erklären versucht wurde und daß Schulze auf Grund eingehender Experimente zu der Annahme gekommen ist, daß die Ventilwirkung auf Elektronenvorgängen in einer außerordentlich dünnen Gasschicht beruht, die sich bei der Formierung auf der Oberfläche des Ventilmetalles ausbildet. Aus dieser Annahme ergibt sich, daß die Sperrwirkung der Ventile bis zu den Frequenzen der drahtlosen Telegraphie aufrecht bleiben muß. Schulze und Lindemann zeigen nun experimentell und theoretisch, daß sich auf Grund ihrer Hypothese und deren Folgerungen die Resultate der Untersuchung von Zenneck ergeben, wenn man zwei wesentliche Eigenschaften der Elektrolytventilzellen berücksichtigt, die Zenneck außerachtgelassen hat, nämlich die elektrostatische Kapazität und die Mindestspannung in der durchlässigen Richtung. Die theoretischen Erwägungen führen dazu, daß elektrolytische Ventil durch einen Quecksilbergleichrichter zu ersetzen, dem ein Kondensator parallel geschaltet ist und dessen Verhalten den experimentellen Nachweis der Stichhältigkeit der von den Genannten gemachten Annahmen liefert. Die aus der theoretischen Durchrechnung sich ergebenden Gleichungen finden durch die Versuche volle Bestätigung.
(Phys. Zeitschr. Nr. 5, 1914.)

Chronik.

33. Jahresversammlung des Vereines der Gas- und Wasserfachmänner in Österreich-Ungarn. Die diesjährige Jahresversammlung des Vereines findet in der Zeit vom 21. bis 24. Mai in Budapest statt.

Unter den Vorträgen sind zu erwähnen:

Direktor Isidor Bernauer: „Die Gasversorgung von Budapest und das neue Gaswerk in Obuda (Alt-Ofen)"; Oberingenieur Viktor Schön: „Kohlen- und Kokstransporteinrichtungen des neuen Gaswerkes" und Prof. Ignaz Pfeifer: „Die Garantieversuche an der neuen Gaserzeugungsanlage"; Oberingenieur Gábor Szigeth: „Die Gasfernversorgungsanlagen in Budapest". Ferner ein Vortrag von Prof. V. Paulovits: „Über die Wasserversorgung Budapests". Auch eine Besichtigung des Obudaer Gaswerkes ist geplant.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrische Regulierung.

Spannungsregler.

(Fortsetzung von Heft 19, Seite 412.)

Bei der in Fig. 13 dargestellten Abänderung des Tirrillreglers, den die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft angibt, ist der eine Kontakt *i*, der mit dem Kontakt *h* zum periodischen Kurzschluß des Widerstandes *k* festgelagert; Kontakt *h* ist am Ende eines Hebels *r* gelagert, der im Punkte *t* der Stange *u* drehbar ist. Diese Stange trägt den Kern *n*, dessen Stellung durch das Solenoid *o* von der Belastung abhängig gemacht ist und dessen Gewicht durch q ausbalanciert ist. (D. R. P. Nr. 271 979.)

Dieselbe Firma gibt eine Sicherheitseinrichtung für durch Schnellregler überwachte elektrische Generatoren an, wobei ein elektromagnetisches Relais sowohl bei Überschreitung einer zulässigen Maximalspannung als auch bei Unterschreitung einer zulässigen Minimalspannung in dem Verteilungssystem den Schnellregler gänzlich abschaltet und in dem Erregerkreis, welcher die Spannung des zu regelnden Generators beeinflußt, einen solchen Teil des vom Schnellregler betätigten Widerstandes dauernd einschaltet, daß die Spannung des Generators dadurch annähernd den richtigen Wert annimmt. (Ö. P. Nr. 63 215.)

Die Erfindung wird ferner dahin erweitert, daß beim Defektwerden der von dem Schnellregler überwachten Erregeranordnung die selbsttätige Abschaltung derselben und die Einschaltung einer vom Tirrillregler unabhängigen Spannung im Erregerstromkreise des Hauptgenerators erfolgt. (Ö. P. Nr. 64 268.)

Bei einer anderen Anordnung sind an Stelle eines deren zwei in Reihe gelegte Regelwiderstände vorgesehen; die Erfindung besteht darin, daß die beiden Widerstände entweder in bekannter Weise durch zwei getrennte, auf etwas verschiedene Werte eingestellte Systeme oder durch ein gemeinsames, schwingendes System periodisch kurzgeschlossen werden und dabei im Ruhezustand (ausgeschalteten Zustand) des Schnellreglers der eine der Widerstände kurzgeschlossen, der andere eingeschaltet ist Dies erfolgt in der Weise, daß jeder der beiden Widerstände durch je ein vom gemeinsamen oder von einem der beiden getrennten schwingenden Systeme gesteuertes Relais periodisch kurzgeschlossen bezw. ausgeschaltet wird; durch dieselbe Bewegung des gemeinsamen schwingenden Systems bezw. gleichsinnige Bewegungen der beiden schwingenden Systeme wird das eine Relais erregt, das andere aberregt und das eine schließt im erregten, das andere im aberregten Zustande seinen Widerstand kurz.
(D. R. P. Nr. 263 694.)

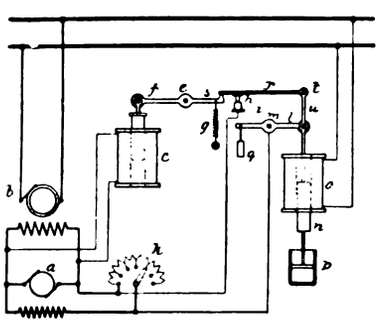


Fig. 13.

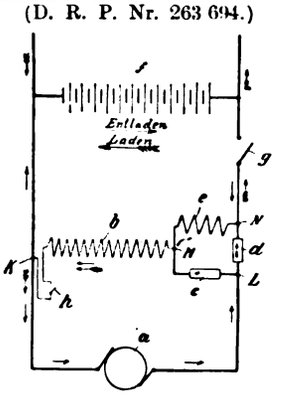


Fig. 14.

Regelungseinrichtung für Akkumulatorenbatterien.

Eine Regelungseinrichtung für die Ladedynamo von Batterien gibt Ch. F. Kettenring an. Die Dynamomaschine erhält im Erregerkreis einen Vorschaltwiderstand, in zwei oder mehrere Stufen geteilt. Im Ladekreis ist ein Zähler eingeschaltet, der einen beweglichen Arm trägt. Bei normaler Spannung sind die Widerstände durch Kontakte kurzgeschlossen. Ist die zur Ladung der Batterie erforderliche Elektrizitätsmenge bereits durch den Zähler geflossen, so verstellt der Arm die Kontakte, die Widerstände werden eingeschaltet und damit wird die Maschinenspannung herabgesetzt. Gibt die Batterie Strom ab, so dreht sich der Zähler zurück und schaltet dabei die Widerstände wieder kurz, so daß das weitere Laden der Batterie nunmehr stattfinden kann.
(D. R. P. Nr. 268 315.)

Beim Laden von Batterien über Quecksilbergleichrichter ist es üblich, Impedanzen in jeden Zweig zu schalten, so daß jede Halbwelle des Wechselstromes durch eine Impedanz gedrosselt wird. Der Wechselstrom wird von zwei Punkten eines Einspulentransformators abgenommen, an welchen die beiden Anoden des Gleichrichters über zwei Wicklungen eines Eisenkernes mit Luftspalt angelegt sind. Die Kathode ist über die Batterie mit der Mitte des Transformators verbunden. Nach der Erfindung der Westinghouse Electric Company Limited in London wird dem Transformator eine dritte auf demselben Eisenkern angebrachte und einstellbar an Anzapfungen des Transformators angelegte Spule vorgeschaltet, um die Spannungsänderung für die Batterie der jeweiligen Anzahl der zu ladenden Zellen anzupassen. (D. R. P. Nr. 264 028.)

Elektrische Fahrzeugbeleuchtung.

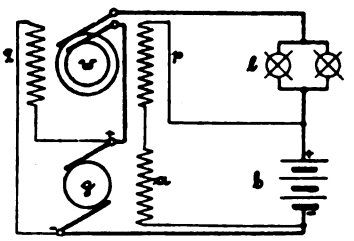
Die Westfälische Metall-Industrie A.-G. Lippstadt in Lippstadt gibt die in Fig. 14 dargestellte Schaltung an. Dynamo *a* arbeitet mit der Batterie *f* parallel, in die Ladeleitung ist ein Widerstand *d* eingeschaltet. Die Erregerwicklung *b* ist im einen Ende geteilt und einem Teil *e* liegt ein Widerstand *c* parallel und beide sind an Widerstand *d* angeschlossen. Der Stromverlauf ist aus den Pfeilen zu entnehmen. Je nachdem der von der Dynamo gelieferte Strom stärker oder schwächer als der Batteriestrom ist, wird in dem Teil *e* der Erregerwicklung ein die Haupterregung 3 verstärkender oder schwächender Strom erzeugt. (D. R. P. Nr. 268 423.)

*) Siehe E. u. M. 1913, Seite 874.

Digitized by Google

Ernst Werndl in Berlin verwendet Gleichstrom und Wechselstrom zur Beleuchtung der Lampen. Der Antriebsmechanismus treibt eine Wechselstrom- w und eine Gleichstrommaschine g an, die die Lampen l über Batterie b speisen (Fig. 15). Die Maschine g wird durch die Wicklung a von der Batterie aus so erregt, daß bei normaler Tourenzahl die Gleichstromspannung und die Batteriespannung sich aufheben und nur Wechselstrom den Lampen zufließt. Die Maschine w erhält

Fig. 15.



eine von der Batterie b gespeiste starke Erregerwicklung p und eine dieser entgegenwirkende von der Maschine g gespeiste schwächere Wicklung q. Durch diese Anordnung regeln sich Gleichstrom- und Wechselstromspannung so, daß auf die Lampen l im Tourenbereich bis zur Doppelten der Normalen konstante Spannung entfällt. Unterhalb der normalen Geschwindigkeit beteiligt sich die Batterie an der Stromlieferung, oberhalb der normalen Tourenzahl wird die Batterie geladen. (D. R. P. Nr. 268 138.)

Die Firma The United States Lightand Heating Company in New York gibt eine Reihe von Regelungseinrichtungen für Zugbeleuchtungsanlagen an, bei welchen Widerstände aus Kohlenplatten Verwendung finden, auf welche zwecks Änderung des Widerstandswertes veränderliche, von den Eisenkernen entsprechend erregter Solenoide ausgeübte Druckkräfte zur Wirkung gelangen. Wird der Widerstand in den Erregerkreis der Dynamo geschaltet, um durch seine Variation deren Spannung konstant zu halten, so erhält bei einer Schaltung das druckausübende Solenoid eine Hauptstrom- und eine Nebenschlußwicklung. Diese Wicklung wird bei einer bestimmten Batteriegegenspannung mittels eines schwingenden Kontaktes periodisch ein- und ausgeschaltet und damit der Druckwiderstand in jeweils erforderlichen Weise geändert. (Ö. P. Nr. 63 191.)

Bei einer weiteren Schaltung wird die Spannungsspule des Solenoides durch ein weiteres Relais beim Erreichen der vollen Ladespannung eingeschaltet und dadurch diese Spule im Verein mit der Hauptstromspule des Solenoides zu einer den Widerstandswert (durch Reduzierung des Druckes einer Feder) vermindernden Tätigkeit herangezogen. Dadurch wird die Dynamospannung auf die Batteriespannung reduziert und ein Überladen der Batterie verhindert. (Ö. P. Nr. 63 235.)

Bei einer dritten Schaltung wird der Druckplattenwiderstand in die Lichtleitung eingeschaltet und das den veränderlichen Druck beeinflussende Solenoid durch ein Relais periodisch ein- und ausgeschaltet. Dieses Relais erhält eine an der Lampenspannung liegende, auf Einschaltung des Solenoides und Erhöhung des Lampenwiderstandes wirkende und eine dieser entgegengesetzte Wicklung, die zum Solenoid selbst parallel liegt und die auf ein Kurzschließen des Solenoides, also auf Verminderung des Widerstandes hinwirkt. Dieser Vorgang wiederholt sich in rascher Folge. (Ö. P. Nr. 63 234.)

Eine weitere Schaltung sieht in Stufen unterteilte Vorschaltwiderstände im Erregerkreis vor, die durch Hauptstromsolenoide ein- und ausgeschaltet werden. Um die Ladestromstärke zu begrenzen, wird bei Annäherung an ihr Maximum das erste Hauptstromsolenoid durch seinen Kern die erste Stufe des Widerstandes parallel ein- und ausschalten, wobei beim weiteren Steigen des Ladestromes die Periode der Einschaltung immer größer wird, bis diese Stufe des Widerstandes dauernd eingeschaltet bleibt. Dieses Spiel wiederholt sich bei einem zweiten auf eine höhere Ladestromstärke abgestimmten Solenoid, wenn der Ladestrom weiter steigen sollte. Auf diese Weise wird eine empfindliche Regelung erzielt. (D. R. P. Nr. 267 438.)

Es ist bekannt, der Dynamo eine Nebenschlußwicklung und eine Gegenkompoundwicklung zu geben und letzterer einen Eisendrahtwiderstand parallel zu schalten, so daß bei übermäßig ansteigender Tourenzahl ein solcher Strom durch den Eisendraht fließt, daß sein Widerstand konstant bleibt, mithin der durch die Tourensteigerung erzeugte erhöhte Ankerstrom durch die Gegenwicklung fließt und die Erregung schwächt. Die Westfälische Metallindustrie A.-G. Lippstadt schaltet auch dem Anker einen Eisendraht vor, so daß von einer bestimmten Tourenzahl an auch durch die Nebenschlußwicklung, die parallel zur Reihe Anker und Widerstand gelegt ist, kein verstärkter Erregerstrom fließen kann. Die beiden Widerstände müssen gegeneinander abgeglichen werden. (D. R. P. Nr. 268 106.)

Von der Firma Friedrich Weichmanns Wwe. in Wien wird ein automatischer Ausschalter in Zugbeleuchtungsanlagen angegeben. Ein Kontakt des Ausschalters steht mit der Welle der Dynamo, der zweite mit dem Antriebsmechanismus in fester Verbindung, wobei zwischen Antrieb und Dynamo eine nur in einer Richtung wirkende Kupplung zwischengeschaltet ist. Wird der Antriebsmechanismus angehalten oder verzögert, so löst sich die Kupplung und die zum Ausschalten erforderliche Bewegung der beiden Schalterkontakte tritt hiebei ein; dadurch wird der Generator von der Batterie getrennt. (Ö. P. Nr. 62 457.)

Auch in Zugbeleuchtungsanlagen muß für eine Notbeleuchtung vorgesorgt werden, wobei ein vom Hauptlampenstromkreis getrennter Notlampenstromkreis vorgesehen ist. Nach der Erfindung der Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke wird die Einrichtung getroffen, daß der Hauptschalter für den Hauptlampenstromkreis und der für den Notlampenstromkreis mechanisch oder elektrisch gekuppelt sind, so daß beide Stromkreise immer gleichzeitig ein- und ausgeschaltet werden. Die Notlampen können daher unter Tags, wenn alles ausgeschaltet wird, nicht brennen, andererseits sind sie des Nachts, wenn die Hauptbeleuchtung eingeschaltet wird, betriebsbereit, um bei einem Defekt in der letzteren sofort in Wirksamkeit zu treten. (Ö. P. Nr. 63 454.)

Regelung von Gleichstrommotoren.

Die Gelenke, welche die Bewegung zwischen Magnetkern von Schützenselbstanlassern und Kontakthebeln vermitteln sowie die Magnetkerne selbst, ordnet Franz Klöckner in Cöln zum Zwecke einer guten Schmierung und Dämpfung der schädlichen Schläge unter Öl an. Die Kontaktteile selbst sind nicht unter Öl; sie werden durch eine magnetisch gesteuerte Schmierpumpe aus einem Ölbehälter geschmiert. (D. R. P. Nr. 266 464.)

Zur kräftigen elektrischen Bremsung von Motoren zum Antrieb von Hobelmaschinen wird nach der Erfindung der Siemens-Schuckert Werke in Berlin durch polarisierte, vom Ankerstrom erregte Relais das Feld des Motors derart an den Anker angelegt, daß der Motor als Generator mit Selbsterregung arbeitet. (D. R. P. Nr. 262 926.)

Fig. 16 a und b zeigen die Bremsschaltung für Gleichstrom-Nebenschlußmotoren der obgenannten Firma. Zwischen den beiden Zweigen n_1, n_2 der Nebenschlußwicklung ist ein Bremswiderstand b eingeschaltet. In der gezeichneten Betriebsschaltung 16 a ist der Anker des Hilfsschütz c gehoben;

Fig. 16 a.

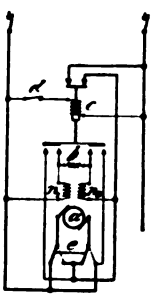
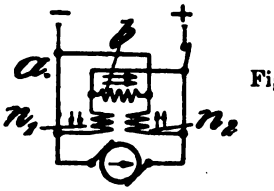


Fig. 16 b.



öffnet man Schalter d, so fällt der Anker ab und es tritt der in Fig. 16 b gezeigte Stromverlauf ein, wobei der Bremswiderstand b selbst an die Netzspannung gelegt wird. Dadurch steigt die Erregung und mithin die Stärke des Bremsstromes. (D. R. P. Nr. 262 647.)

Die Schutzsteuerung von Schindler & Cie. in Berlin-Tempelhof ermöglicht die Anlaßbewegung gedämpft und unabhängig vom Steuernden zu machen, hingegen das Stillsetzen des Motors ganz dem Willen des Steuernden durch Einschalten von Widerstand zu unterwerfen. Hiezu dient ein besonderes Schütz mit gedämpfter Bewegung. Bei der Anlaßbewegung des die Steuerleitungen der Schütze schaltenden Meisterschalters werden die Widerstandsschütze erst auf der Anlaßendstellung des Meisterschalters über Ankerkontakte des besonderen Schützes und über die durch den Meisterschalter vorbereiteten Stromkreise in bestimmter Reihenfolge nacheinander erregt. Diese Schütze schließen dadurch den Anlaßwiderstand kurz und überbrücken Kontakte, über welche bei der Bewegung des Meisterschalters zur Stillsetzung des Motors die Schütze nach Verlassen der Endstellung des Meisterschalters und nach Öffnen der Ankerkontakte des besonderen Schützes unmittelbar vom Meisterschalter beherrscht werden. (D. R. P. Nr. 263 867.)

Bei der von den Siemens-Schuckert Werken angegebenen Fernsteuerung wird der Strom im Anker oder Feld des Motors durch zwei unpolarisierte, gesondert gesteuerte Relais umgekehrt. Um an Leitungen zu sparen, dient eine Arbeitsleitung gleichzeitig als Steuerleitung, wobei das Relais, welches über die Arbeitsleitung gesteuert wird, zwei Wicklungen besitzt, von denen die eine, die Steuerwicklung, bei Erregung des Relais dauernd an die Rückleitung geschaltet ist, während über die andere, die Haltewicklung, der Arbeitsstrom nach Anziehen des Ankers geleitet wird. (D. R. P. Nr. 270 198.)

Nebenschlußmotoren zum Antrieb von Hobelmaschinen werden am Ende des Hubes elektrisch gebremst und dann reversiert. Nach der Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft wird der Bremsstromkreis mittels eines vom Feldstrom beeinflußten Schalters in Abhängigkeit von diesem Strom gesteuert, derart, daß der Bremsstrom, solange das Motorfeld noch nicht genügend verstärkt ist, einen bestimmten, bei der geringeren Feldstärke noch gut kommutierbaren Strom nicht überschreitet, dagegen selbsttätig vergrößert wird, wenn das Feld nahezu vollständig erregt ist. Die Bremsung erfolgt zunächst unter Rückgabe der Bremsenergie an das Netz und darauf wird selbsttätig zur Kurzschlußbremsung übergegangen, wenn das Motorfeld nahezu voll erregt ist. (D. R. P. Nr. 271 836.)

Dieselbe Firma gibt eine Einrichtung zur Regelung von Gleichstrommotoren mit schwankender Belastung mittels einer Boostermaschine an. Diese wird von einem Hilfsmotor angetrieben und erhält eine regelbare und umschaltbare Nebenschlußwicklung und eine Reihenwicklung. Beim Anlassen wird die Spannung des Boosters gleich groß der des Netzes gemacht und allmählich durch Einschalten von Widerstand in die Erregung herabgesetzt, so daß auf den Motor eine stetig ansteigende Spannung wirkt. Ist die Spannung des Boosters Null, so wird die Erregung umgekehrt und die Spannung, die jetzt den entgegengesetzten Wert hat und sich zu der des Netzes addiert, allmählich gesteigert, bis der Motor an der doppelten Spannung des Netzes hält. Durch die Kompoundwicklung der Boostermaschine wird die Tourenzahl des Motors von der Belastung unabhängig gemacht. (B. P. Nr. 7896 ex 1913.)

Digitized by Google

Regelungseinrichtungen für Wechselstrommaschinen und Anlagen.

Um den Spitzenkonsum zu decken, ist vorgeschlagen worden, vorhandene kleine, unwirtschaftliche Werke zeitweilig heranzuziehen. Nach der Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft geschieht dies automatisch. In die Zuleitung von der Hauptzentrale sind über Stromwandler zwei Relais angeordnet. Fällt der Strom auf den von der Hauptzentrale gelieferten Wert, so fällt der Anker bei einem Relais ab und schaltet die Hilfszentrale aus; steigt er wieder, so wird die Hiltszentrale angelegt. Übersteigt aber der Strom den normalen Wert der Hauptzentrale, so wird durch ein zweites Relais die Hilfszentrale so betätigt, daß sie den Mehrverbrauch übernimmt. (D. R. P. Nr. 269 422.)

Um ungleich belastete Drehstromsysteme auszubalancieren, ordnet die Firma eine Synchronmaschine und einen mit ihr mechanisch verbundenen Booster in Reihe an das Netz, wobei die Drehfelder gegeneinander umlaufen. Die Spannungsphasen der beiden Maschinen sind gegeneinander verschiebbar, was durch einen Schnellregler in Abhängigkeit von der Netzspannung bewirkt wird. (D. R. P. Nr. 270 435.)

Eine Einrichtung zum selbsttätigen Ein- und Ausschalten von Synchronmotoren, wenn die Netzspannung verschwindet und wieder auftritt, geben die Bergmann-Elektrizitäts-Werke A.-G. in Berlin an. Der Synchronmotor wird bei Spannungsrückgang automatisch vom Netz abgeschaltet und gleichzeitig ein asynchroner Anwurfmotor eingeschaltet. Dieser treibt den Motor so lange mit der synchronen Tourenzahl an, bis die Netzspannung erreicht ist; dann wird der Anwurfmotor selbsttätig ab- und der Hauptmotor selbsttätig angeschaltet. Diese Schaltungen besorgt ein von der Netzspannung erregtes magnetisches Schütz, in dessen Erregerkreis ein von der Motortourenzahl abhängiger Kontakt eingeschaltet ist. (D. R. P. Nr. 268 715.)

Bekanntlich schaltet man in die Netze die Sekundären von Zusatztransformatoren ein, deren Primäre selbst am Netz liegen. Bleibt die Primärspannung aus, so wird nach der Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke die Sekundäre allmählich kurzgeschlossen und tritt sie wieder auf, so wird die Sekundäre abermals über Widerstände eingeschaltet. Dadurch wird erreicht, daß die auf konstante Verbrauchsspannung einstellenden Reglerapparate für ihre Reguliertätigkeit Zeit haben. Das Auftreten hoher Spannungen im Netz wird dabei vermieden. (D. R. P. Nr. 267 275.)

Das asynchrone Anlaufen von Frequenzwandlern soll nach der Erfindung der Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke durch die Schaltung nach Fig. 17 erreicht werden, in der g ein Induktionsgenerator zur Erzeugung von Wechselströmen variabler Frequenz ist, f ein Frequenzwandler, der die Frequenz der Stator- und Rotorströme ineinander umformt und m ein doppeltgespeister Antriebsmotor für letzteren. g und f müssen bereits im Stillstand synchronisiert werden, sie laufen gemeinsam an, während sie von einer äußeren Stromquelle ± erregt werden. Ist das Aggregat auf Touren gekommen, dann kann die betriebsmäßige Selbsterregung vor sich gehen. (Ö. P. Nr. 63 587.)

Zur Kupplung zweier Wechselstromnetze verschiedener Frequenz verwendet die Firma einen Induktionsumformer, der mit dem festen Teil an das eine, mit dem beweglichen an das andere Netz angeschlossen werden und der sich mit einer der Differenz der beiden Periodenzahlen entsprechenden Tourenzahl dreht. Störungen, die sich durch Änderungen in den Netzfrequenzen im Arbeiten des Umformers ergeben, werden dadurch vermieden, daß man mit dem Umformer eine Maschine mit stark abfallender Drehzahlcharakteristik kuppelt, die an eines der Netze angeschlossen ist, zum Beispiel eine Drehstromserienkollektormaschine, deren Rotorwindungszahlen bedeutend größer als die Statorwindungszahlen sind. (D. R. P. Nr. 270 071.)

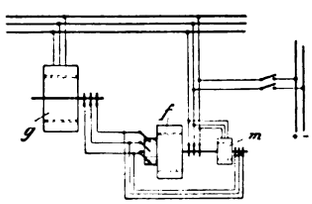


Fig. 17.

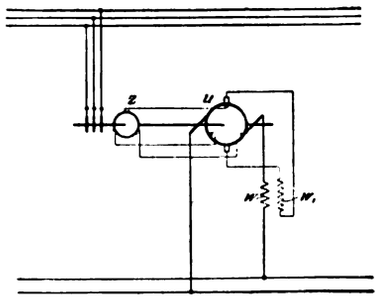


Fig. 18.

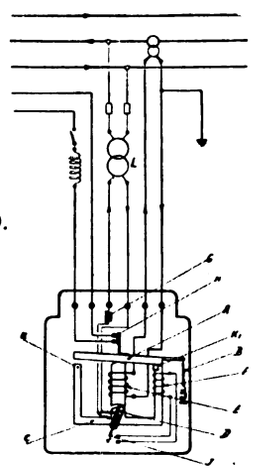
Bei Drehstrom-Gleichstromumformern trifft die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft folgende Einrichtung. Der Umformer erhält nebst der Hauptfeldwicklung, die am Gleichstromnetz liegt, noch auf den Wendepolen eine Reihenwicklung, vom Gleichstrom-Hauptstrom durchflossen, und eine an der Gleichstromspannung angeschlossene Hilfserregerwicklung. Letztere ist der Hauptstromerregerwicklung der Wendepole entgegengerichtet, wenn Drehstrom in Gleichstrom umgeformt werden soll; sie unterstützt sie bei der umgekehrten Aufgabe. (D. R. P. Nr. 270 436.)

Die dem gleichen Zweck dienende Schaltung Fig. 18 der Siemens-Schuckert-Werke zeigt eine mechanisch mit dem Einankerumformer U mit Kommutierungspolen verbundene Zusatzmaschine Z. Die Erregung der Wendepole wird genau nach Maßgabe der mechanischen Belastung des Umformers durch Maschine Z selbsttätig verändert. Außer der normalen Wendepolwicklung W ist eine Erregerwicklung W_1 der Wendepole vorgesehen, die an Hilfsbürsten liegt, die um 90° gegen die Hauptbürsten versetzt sind. Diese Hilfsbürsten nehmen eine Spannung ab, die allein durch das Belastungsfeld des Ankers hervorgerufen wird. (D. R. P. Nr. 267 691.)

Die A.-G. Brown Boveri & Cie. hat bereits früher einen Umformer für Gleichstrom (insbesondere zur Wagenbeleuchtung elektrischer Bahnen*) angegeben, bei welchem der Anker und die Hauptstromerregerwicklung des Motorteils des Umformers vom Hochspannungsnetz, die Nebenschlußwicklung vom Niederspannungsnetz oder von der Dynamo des Umformers gespeist wird. Erfindungsgemäß soll vor die Primärseite oder hinter die Sekundärseite eine Zusatzmaschine in Reihe gelegt werden und ihre Spannung, etwa durch einen Schnellregler, entsprechend den Spannungsschwankungen in einem der Netze so geregelt werden, daß sie die Spannungsschwankungen ausgleicht, so daß sekundär konstante Gleichstromspannungen auftreten. (D. R. P. Nr. 269 848.)

Zum Speisen von Wechselstrommotoren mit regelbarer Spannung verwendet man Stufentransformatoren und Drehtransformatoren mit zwei Sekundärwicklungen, durch welche der Übergang von einer zur anderen Stufe allmählich erfolgt; dabei wurden durch eine vom Drehtransformator angetriebene Schaltwalze die Stufen abwechselnd mit beiden Wicklungen verbunden. Die Einrichtung bringt es mit sich, daß immer eine Stufe kurzgeschlossen war. Dies soll durch die Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke dadurch verhindert werden, daß der Walzenschalter nur zur Vorbereitung der Umschaltung benutzt wird, die eigentliche Umschaltung wird durch einen besonderen Umschalter besorgt, an welchem die Funken beim Unterbrechen leicht gelöscht werden können. Dieser Hilfsschalter ist durch den Drehtransformator gesteuert und mit ihm verriegelt. (D. R. P. Nr. 268 596.)

Fig. 19.



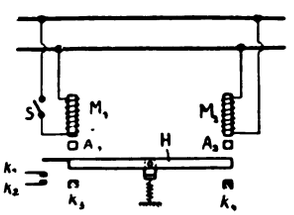


Fig. 20.

An dieser Stelle sollen noch eine Reihe von Hilfs- oder Schutzeinrichtungen in Wechselstrom- oder Drehstromanlagen angegeben werden. Fig. 19 zeigt das Rückstromrelais der Maschinenfabrik Oerlikon, das erst bei einer bestimmten Stromstärke ein Stromrelais wirksam macht. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß das an sich bekannte dreischenkelige Magnetsystem des Stromrelais, mit einer auf dem mittleren Schenkel angeordneten, vom Hauptstrom beeinflußten Wicklung E und mit einem wagebalkenartig gelagerten Anker A, dessen Umlegung (durch die Kontakte bei H) die Auslösung des Hauptschalters veranlaßt, auf einem äußeren Schenkel K_1 eine Hilfswicklung F besitzt und diese von dem Rückstromrelais D, das mit dem Stromrelais zu einem einzigen Apparat vereinigt sein kann, ganz oder teilweise geöffnet oder kurzgeschlossen wird (bei J), wodurch der von der Stromwicklung E erzeugte magnetische Kraftfluß im wesentlichen durch den die Umlegung des Ankers A bewirkenden äußeren Schenkel K gedrängt wird. (Ö. P. Nr. 63 066.)

Zur Erzielung einer von der Stromstärke unabhängigen Zeiteinstellung an Zeitrelais nach Ferraris-Prinzip soll nach der Erfindung der Firma das Relais vom Netzstrom über einen Transformator mit beweglicher sekundärer Spule gespeist werden. Unter dem Einfluß der Stärke des Primärstromes ändert sich der Abstand der Sekundäre von der Primären; von einem gewissen Wert des primären Stromes an nimmt der sekundäre trotz Steigerung des primären nicht mehr zu. (D. R. P. Nr. 267 908.)

Die Dr. Paul Meyer A.-G. in Berlin will durch die Anordnung nach Fig. 20 eine Ruhestromauslösung ermöglichen, ohne eine Nullspannungsauslösung zu verhindern. M_1, M_2 sind zwei am Netz liegende Magnete, die beim Ausbleiben der Spannung die Anker A_1 A_2 auslassen, die auf den Hebel H wirken. Wird bei vorhandener Spannung S geöffnet, so fällt A_1 ab und Kontakte K_1, K_2 werden geschlossen. Verschwindet aber bei geschlossenem Schalter S die Spannung, so fallen beide Anker ab und Hebel H wird nicht verdreht, also K_1, K_2 nicht geschlossen. Eventuell wird dann der Hebel H herabgedrückt und überbrückt andere Kontakte K^3 K^4, durch welche eine andere Wirkung erzielt wird. (D. R. P. Nr. 265 188.)

*) Siehe „E. u. M." 1912, Seite 381.

Digitized by Google

Regulierung von Wechselstrommotoren.

Zu den mechanischen Reguliervorrichtungen für Drehstrominduktionsmotoren ist der Schützenselbstanlasser von Franz Klöckner in Cöln-Bayental zu zählen. Die Meisterwalze für die Betätigung der Schützen ist mit einer Bürstenabhebevorrichtung in der Weise verbunden (Fig. 21), daß der Schalthebel der Meisterwalze selbst mit einem kulissenartigen Führungsschlitz *a*, *b* zur zwangläufigen Bewegung der Bürstenabhebevorrichtung 3, 4 ausgebildet ist und die Meisterwalze bei Ankunft des Schalthebels am Ende des ersten langen Schlitzteiles *a* zunächst so lange gesperrt bleibt, bis beim Ansprechen des letzten Widerstandschützes die Sperrung aufgehoben wird, so daß nunmehr beim Weiterdrehen der Meisterwalze in dem kurzen, abgebogenen Teil *b* des Führungsschlitzes das Kurzschließen der Schleifringe und das Abheben der Bürsten erfolgen kann.

(D. R. P. Nr. 267 705.)

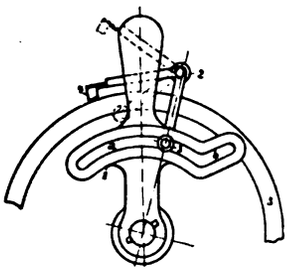


Fig. 21.

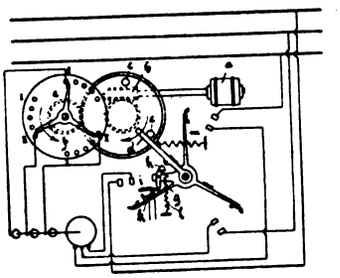


Fig. 22.

Eine Steuerung für Drehstrommotoren mit Flüssigkeitsanlasser gibt die Firma Österreichische Siemens-Schuckert-Werke an. Durch Drehen des Steuerhebels wird zunächst der Stator des Hauptmotors geschlossen, dann der Anlasser für einen Hilfsmotor betätigt, der eine Welle verdreht und dabei den Flüssigkeitswiderstand einschaltet. Auf der Welle sitzt eine exzentrische Scheibe, am Umfang durch ein Gewicht belastet. Dieses erzeugt also je nach der Stellung der Scheibe, also der Elektroden des Flüssigkeitswiderstandes ein verschiedenes Drehmoment, das dem des Hilfsmotors gegenwirkt. Mithin kann sich dieser nur so lange drehen und den Flüssigkeitswiderstand einschalten, bis zwischen seinem Drehmoment und dem vom Gewicht ausgeübten Gleichgewicht herrscht. Auf diese Weise kann zwischen der Stellung des Steuerschalters und der des Flüssigkeitswiderstandes vol kommene Eindeutigkeit erzielt werden. (Ö. P. Nr. 63 192.)

Auch der Drehstromanlasser der Voigt & Haeffner A.-G. in Frankfurt a. M. (Fig. 22) wird durch einen Hilfsmotor angeschaltet und durch den Statorschalter mit Klinke ausgeschaltet. Die Erfindung besteht darin, daß der Hilfsmotor *a* zunächst mittels eines Nockens *c* den vom Statorschalter *g* bei der vorher erfolgten Abschaltung abgekuppelten Antriebshebel *d* entgegen der Kraft einer Feder *m* mitnimmt, bis der Hebel *d* wieder mit dem Statorschalter in Klinkeneingriff kommt und während dieser Zeit die Kontaktbürsten des Rotoranlassers *f* aus der Endstellung in die Anfangsstellung für Anlassen weitergedreht werden, so daß im Augenblick des Abgleitens des Nockens c vom Antriebshebel *d* und der Einschaltung des Statorschalters durch die vorher gespannte Feder *m* der Rotoranlasser die richtige Anlaßstellung besitzt.

(D. R. P. Nr. 262 189.)

Zu den Reguliermethoden für Drehstrominduktionsmotoren mit Zwischenmaschinen übergehend, ist die der A.-G. Brown Boveri & Cie. in Baden anzuführen. Mit dem Induktionsmotor ist eine Synchronmaschine gekuppelt, die Strom von den Schleifringen eines Frequenzwandlers erhält, dessen Kollektorseite an die Schleifringe des Induktionsmotors angelegt ist. Der Frequenzwandler wird durch einen Synchronmotor vom Netz aus mit synchroner Tourenzahl angetrieben. Ändert man die Erregung der Synchronmaschine, so ändert man dadurch die Tourenzahl des Induktionsmotors. Einer bestimmten Erregung der Synchronmaschine entspricht dann eine bestimmte konstantbleibende Tourenzahl. (D. R. P. Nr. 264 673.)

Im Ö. P. Nr. 56878*) hat die Firma eine Anordnung zur selbsttätigen Kompensation der Phasenverschiebung von Induktionsmotoren durch Kollektormaschinen unter Schutz gestellt, bei welcher die letztere an die Schleifringe angelegt ist und die Dimension der Nebenschlußerregung derart gewählt ist, daß eine Stabilisierung der verschiedenen Spannungen für alle Periodenzahlen so erfolgt, wie es die Phasenkompensation für die verschiedenen Belastungen verlangt. Die Kompensation bleibt bei dieser Anordnung nur unter der Annahme richtig, daß der Hauptmotor streuungslos ist. Um die Einrichtung auch für Motoren mit großer Streuung zu verwenden, erhält die Kollektormaschine außer der Nebenschlußerregung noch eine dem Strom proportionale Erregung, die veranlaßt, daß mit wachsender Belastung eine stärkere Phasenvoreilung des Stromes bewirkt wird. Die Hauptstromerregung kann auf einem besonderen Ständer oder auf denselben Polen aufgebracht sein, wie die Nebenschlußerregung, wobei der Widerstand der Nebenschlußerregerwicklung im Verhältnis zu ihrer Selbstinduktion so groß bemessen wird, daß eine Beeinflussung der Hauptstrom- und Nebenschlußerregung nur im beschränkten Maße auftreten kann.

(Ö. P. Nr. 62 678.)

Die Firma Chr. Weuste & Overbeck G. m. b. H. und Dr.-Ing. F. W. Meyer in Duisburg geben eine Anordnung zur Regulierung der Geschwindigkeit, Kompensation und Leistungsverteilung von Induktionsmotoren durch mit diesen unmittelbar oder durch Reduktionsgetriebe verbundene Regulierhilfskommutatormaschinen mit Arbeitswicklung auf dem Stator an. Die Erfindung besteht darin, daß zum Zwecke einer möglichst einfachen Ausführung der Statorwicklung mit der Schleifring- oder Kommutatorseite der Regulierhilfsmaschinen ein besonderer Schalttransformator verbunden ist und die Regelung derart erfolgt, daß durch eine vektorielle Spannungseinstellung am Schalttransformator und eine einfache, gegebenenfalls lediglich skalare Windungszahleinstellung am Stator der Regulierhilfsmaschinen neben der Tourenregelung sowie völligen Kompensation gleichzeitig auch eine günstige Verteilung der mechanischen Leistung auf Motor und Hilfsmaschine erzielt wird. (D. R. P. Nr. 265 734.)

Bei einer anderen Anordnung der Erfinder besitzt die Regulierhilfskommutatormaschin einen unabhängig zu regelnden Statorkreis, dem außer der vom Rotor her erzeugten Spannung noch eine Spannung von außen zugeführt werden kann und der zur Unterstützung der Wirkung gegebenenfalls veränderliche Phasenlage und Windungszahl besitzt, zum Zwecke, eine Tourenänderung mit Phasenkompensation für alle unter- und übersynchronen Tourenbereiche ohne weitere Hilfsmaßregeln zu erzielen. (D. R. P. Nr. 265 909.)

Um den Synchronismus von Drehstrominduktionsmotoren zu durchschreiten, an deren Schleifringe Kollektormaschinen mit Selbsterregung angeschlossen sind, trifft die Firma Österreichische Siemens-Schuckert-Werke folgende Einrichtung. Die Stator- und Rotorwindungszahlen und der Verschiebungswinkel der Bürsten auf dem Kollektor werden voneinander abhängig gemacht, derart, daß beim Synchronismus das Verhältnis der wirksamen Windungszahlen von Rotor und Stator der Kollektormaschinen ganz oder nahezu mit dem Cosinus der Rotor- und Statorsysteme übereinstimmt; dann ist die Erzeugung von Gleichstrom in der Kollektormaschine möglich.

(Ö. P. Nr. 63 012.)

Regelungseinrichtungen für Wechselstrom-Kollektormotoren seien nachfolgend angegeben:

Die Regelung erfolgt bei einer Gruppe von Motoren durch Bürstenverschiebung, wobei Steuereinrichtungen Anwendung finden, die nicht nur von Hand, sondern auch selbsttätig durch von der Tourenzahl der Motoren abhängige Einrichtungen betätigt werden. Nach der Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke ist eine Verriegelung zwischen dem Steuerorgan und der beweglichen Bürstenbrücke vorgesehen, so daß man die Bürsten beim Anlaufen in eine beliebige Stellung bringen kann, bei der der Motor mit normalem Moment und geringer Stromaufnahme anläuft. (Ö. P. Nr. 63 318.)

Die Firma gibt weiters die in Fig. 23 dargestellte Umschaltvorrichtung an, bei welcher zwei Primärschalter zum Umschalten des Stators für verschiedenen Drehsinn durch Nocken der Bürstenbrücke gesteuert werden. Ein beweglicher Bürstenring *a*, an dem die Bürstenbrücken befestigt sind, ist mit zwei Nocken n_1 und n_2 versehen, auf die die Rollen r_1 bezw. r_2 auflaufen können, die ihrerseits drehbar an einem Arme der Hebel h_1, h_2 befestigt sind. Am anderen Arme derselben sind Kontakte k_1, k_2 angebracht, die mit den Kontakten p_1, p_2 den Primärschalter bilden; von den Kontakten k_1, k_2 führen Verbindungen beliebiger Art zur Statorwicklung. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, kann beim Verschieben des Bürstenringes immer nur eines der Kontaktpaare p_1, k_1 oder p_2, k_2 geschlossen werden. (Ö. P. Nr. 63 236.)

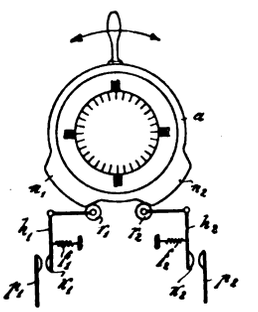


Fig. 23.

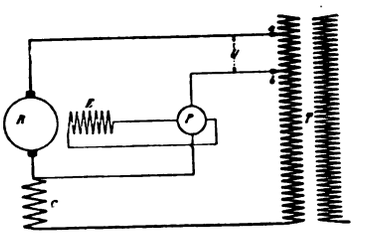


Fig. 24.

Die Schaltung für Serienmotoren der Elsässischen Maschinenbau-Gesellschaft in Mühlhausen zeigt Fig. 24. Anker *R*, Kompensationswicklung *C* und Erregerwicklung *E* des Motors sind für den Betrieb in Reihe an Anschlußpunkte des Transformators angelegt. Soll der Motor als Generator zur Energierückgewinnung dienen, so wird die Erregerwicklung *E* über die Sekundäre eines Phasenwandlers *P* an Transformator *T* gelegt, dessen primärer Teil erfindungsgemäß einerseits zwischen Ankerbürste und Wicklung *C* und andererseits an einem wählbaren Punkt von *T* liegt.

(D. R. P. Nr. 267 274.)

Zum Fernregeln von Drehstromkollektormotoren trifft die Firma Siemens-Schuckert-Werke die Einrichtung nach Fig. 25, bei welcher ein Gleichstrommotor *n* als Leitmotor dient, wobei durch die Differenz der Tourenzahl desselben mit der des Hauptmotors *m* die Bürstenbrücke verstellt wird. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß zu der Drehzahl des Drehstromkollektormotors *m* durch einen Hilfsmotor *h* eine konstante Drehzahl hinzugefügt wird, die beide über ein Zwischenglied (zum Beispiel ein Differentialgetriebe D_1) auf das eine Glied eines Differentialgetriebes D_2 wirken, dessen zweites Glied von der, zum Beispiel mittels eines Gleichstrom-Nebenschlußmotors *n* erzeugten und geregelten, Leitgeschwindigkeit beeinflußt wird und dessen drittes Glied *g* die Bürstenbrücke des Drehstromkollektormotors *m* steuert. (D. R. P. Nr. 269 846.)

*) Siehe E. u. E. 1913, Seite 439.

Digitized by Google

Bei Drehstromkollektormotoren mit Reihentransformator zwischen Rotor und Stator wird nach der Erfindung der Firma die an den Stator angeschlossene Wicklung des Transformators in Stern, die an den Rotor angeschlossene in Dreieck geschaltet. (Ö. P. Nr 63 065.)

Werden mehrere Drehstromserienkollektormotoren in Reihe geschaltet unter Zwischenschaltung eines Transformators, so werden nach der Erfindung der Firma die Wicklungen des Transformators in so viele Gruppen unterteilt, als Maschinen vorhanden sind und im fortlaufenden Wicklungszuge jeder Phase stets eine ganze Motorphase und einer jener Teile der Transformatorwicklung in Reihe durchlaufen. (D. R. P. Nr. 270 720.)

Von den Bergmann-Elektricitäts-Werken A.-G. in Berlin wird ein Steuerapparat für Drehstromkollektormotoren angegeben, bei welchen Umsteuerung und Geschwindigkeitsregelung durch Bürstenverschiebung erfolgt. Erfindungsgemäß wird der die Drehrichtung des Drehfeldes umkehrende Umschalter durch den umzusteuernden Motor selbst mechanisch oder elektrisch umgesteuert, was dadurch erfolgt, daß mit dem Motor ein fremderregter Hilfsgleichstromgenerator gekuppelt ist, der Strom für einen den Umschalter für den Hauptmotor betätigenden Hilfsmotor liefert. (Ö. P. Nr. 64 327.)

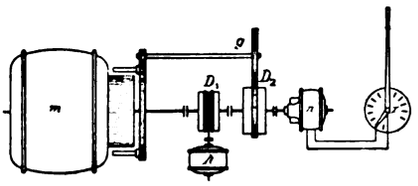


Fig. 25.

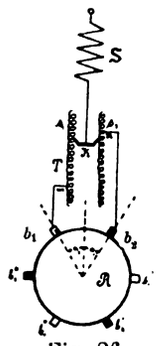


Fig. 26.

Die Regelung für Mehrphasen-Reihenschlußmotoren der A.-G. Brown Boveri & Cie. zeigt Fig. 26. Die beiden Bürstensätze b_1 und b_2 liegen symmetrisch zur Ständerwicklung S, welcher Strom über die beiden Wicklungen s_1, s_2 des Transformators T zugeführt wird. Durch den Doppelkontakt K wird der Ständerstrom beliebig auf die Bürsten verteilt; der eine Bürstensatz führt stets die Differenz bezw. Summe aus Ständerstrom und Strom des anderen Bürstensatzes. (D. R. P. Nr. 269 761.)

Von M. Latour in Paris wird eine Schaltung zur Speisung des Läufers von Drehstromkollektormotoren mit Strömen der dreifachen Zahl der Phasen eines Drehstromnetzes angegeben. Zwischen Stator und Rotor ist ein Transformator gelegt, bei dem jede Primärwicklung zwei Sekundärwicklungen besitzt. Die Erfindung besteht darin, daß die beiden Sekundärwicklungen jeder Phase untereinander verschieden und so in Reihe geschaltet sind, daß immer auf eine Wicklung von geringerer Windungszahl eine solche von größerer Windungszahl der nächsten Phase folgt und umgekehrt, so daß ein geschlossener Stromkreis analog dem geschlossenen Stromkreis eines Gleichstromankers entsteht, aus dem man neun Phasen zur Speisung des Läufers entnehmen kann. (D. R. P. Nr. 269 345.)

Zur Regelung der Tourenzahl von Mehrphasen-Nebenschlußkollektormotoren soll nach einer Erfindung der Firma Ateliers de Constructions Electriques du Nord et de l'Est in Paris mit dem Motor eine Induktionsmaschine gekuppelt werden. Der Ständer derselben ist an die Kollektorbürsten des Motors angelegt, der Rotor ist elektrisch mit dem Kollektoranker parallel geschaltet. Die Verbindung des letzteren mit dem Kollektor werden nach Leblanc ausgeführt, damit der Kollektor weniger Pole als der Läufer hat. Dadurch wird der Kollektor kleiner und die Bürstenzahl vermindert. (D. R. P. Nr. 268 695.)

Die Einrichtung der Bergmann-Elektrizitäts-Werke A.-G. in Berlin gestattet durch Bürstenverschiebung zu steuernde Ein- und Mehrphasenkollektormotoren unter Senkbremsschaltung abzubremsen. Dies geschieht dadurch, daß die Nullstellung des Steuerapparates, der die elektrischen Schaltungen ausführt, gegen die Nullstellung der Bürsten in der dem Hubsinn entsprechenden Richtung verschoben ist. (D. R. P. Nr. 267 454.)

Um das Feld von selbsterregenden mehrphasigen Nebenschluß-Kollektor-Generatoren zu kompensieren, bei welchen die Arbeitswicklungen von Rotor- und Stator in Reihe liegen, treffen die Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke die Einrichtung, daß die AW der Arbeitswicklung am Stator in Zahl und Achsenlage von den AW der Rotorarbeitswicklung abweichen. Die Einrichtung bezweckt, die schädliche, indirekte Beeinflussung des Hauptfeldes durch die direkte Rückwirkung der Arbeitsströme auf das Feld aufzuheben. (Ö. P. Nr. 63 011.)

Zur Stabilisierung des Feldes von Drehfeld-Induktionsgeneratoren hat die Firma vorgeschlagen, einen äußeren Kreis anzuschließen, der bei der jeweiligen Frequenz und Spannung bis über das Knie der Magnetisierung erregt ist. Erfindungsgemäß soll dafür eine zweite Drehfeld-Induktionsmaschine dienen, deren Magnetfeld trotz variabler Freqeunz ganz oder annähernd konstant bleibt. Um dies zu erreichen, genügt es beispielsweise, ihre Statorwicklung, oder auch, durch Schleifringe hindurch, ihre Rotorwicklung an die Leitungen des Hauptgenerators anzuschließen, in denen Spannung und Frequenz proportional variieren soll. (D. R. P. Nr. 263 586 und 266 565.)

Fig. 27*a* zeigt die Schaltung für Einphasen-Wechselstrom-Reihenschlußmotoren der Maschinenfabrik Oerlikon beim Motorbetrieb. 1 ist der Rotor, 2 die Erregung, 3 die Kompensations-, 4 eine Hilfspolwicklung, 5 die primäre, 6 die sekundäre Wicklung eines Reihentransformators, 7 und 9 sind induktionsfreie Widerstände, 8 eine Drossel-

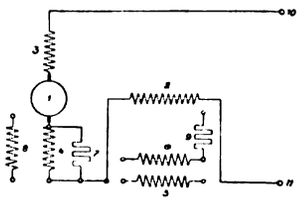


Fig. 27*a*.

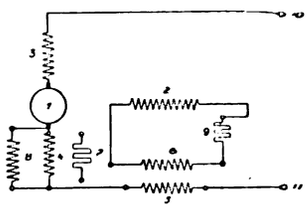


Fig. 27*b*.

spule. Soll der Motor als Stromerzeuger zur Nutzbremsung dienen, so wird die Schaltung nach Fig. 27*b* hergestellt. Die Erregung 2 wird an den Reihentransformator gelegt, parallel zur Hilfspolwicklung liegt die Drosselspule, wodurch die Erregung der Hilfspolwicklung in der Stärke, nicht aber in der Phase geändert wird. (D. R. P. Nr. 269 762.)

Um die Selbsterregung von Drehstrom-Reihenschlußkollektormotoren zu verhindern und dadurch das Rückarbeiten auf ein Netz zu ermöglichen, schaltet die Firma Österreichische Siemens-Schuckert-Werke zusätzliche Ohmsche Widerstände in die Motorleitungen ein. (Ö. P. Nr. 63 015.)

Um dies automatisch zu bewerkstelligen und die Widerstände nur so lange eingeschaltet zu lassen, als zur Unterdrückung der Selbsterregung erforderlich ist, werden die Widerstandsenden mit Kontakten verbunden, auf welche die Widerstände kurzschließende, durch ein gemeinsames Schütz betätigte Kontakte zu liegen kommen; die drei Spulen des Schützes sind in die drei Ständerphasen des Motors eingeschaltet, so daß bei normalem Motorbetrieb die drei Wicklungen sich in ihrer Wirkung auf den Kern des Schützes aufheben und die Widerstände kurzgeschlossen bleiben. Durch die bei Selbsterregung auftretende Unsymmetrie, durch die einphasiger oder Gleichstrom entstehen kann, wird der Kern gehoben und dadurch werden die Widerstände eingeschaltet. (D. R. P. Nr. 270 769.)

Um die Nutzbremsung von Mehrphasen-Kollektorreihenschlußmotoren zu ermöglichen, müssen die Selbsterregerströme vernichtet werden. Dies kann man nach dem Vorschlag der A.-G. Brown Boveri & Cie. dadurch erreichen, daß man beim Betrieb als Generator zur Ständer- oder zur Läuferwicklung eine Reaktanz schaltet, welche kleiner ist als die Statorreaktanz bei Motorbetrieb. (D. R. P. Nr. 263 696.)

Vereins-Nachrichten

Chronik des Vereines.

(Fortsetzung von Heft 7.)

4. Februar 1914. — Vereinsversammlung. Präsident Direktor Gebhard. Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Robert Arbeiter über „Tarifbildung beim Verkauf elektrischer Energie".

Der Vortrag samt darauffolgender Diskussion wird demnächst veröffentlicht.

13. Februar 1914. — Komiteesitzung. Tagesordnung: Besprechung des Statutenentwurfs für den Zweigverein mit den Delegierten des Brünner Zweigvereins.

13 Februar 1914. — Ausschußsitzung. Tagesordnung: 1. Verifizierung des Protokolls der letzten Ausschußsitzung; 2. Einlauf; 3. Beschlußfassung über die Aktion betreffend die Beratungsstelle im Arbeitsministerium; 4. Angelegenheit des Brünner Zweigvereins; 5. Verschiedenes; 6. Aufnahme neuer Mitglieder.

18. Februar 1914. — Vereinsversammlung. Der Vorsitzende Vizepräsident Hofrat Dr. Kusminsky ergreift das Wort zur folgenden Ansprache: „Sehr geehrte Herren! In der verflossenen Versammlung hatte Präsident Direktor Gebhard die traurige Mission übernommen, dem mitten in seinem Schaffen leider allzu früh verstorbenen Prof. Dr. Pichelmayer den Nachruf zu halten. Heute habe ich die Pflicht, Sie neuerlich aufzurufen zur Kundgebung der Trauer für den dahingeschiedenen Hofrat Prof. Dr. v. Waltenhofen, welcher knapp vor Vollendung des 85. Lebensjahres mit dem Tode abgegangen ist. Hofrat v. Waltenhofen war der erste, welcher in Österreich Elektrotechnik lehrte, der erste, der mit der Führung der Lehrkanzel in Wien betraut war, der erste, der die jungen Techniker zu Elektrotechnikern heranzubilden hatte. Diese Aufgabe, die ihm von der Unterrichtsverwaltung übertragen wurde, war

Digitized by Google

schwierig, nicht allein wegen der Neuheit des Stoffes, sondern auch, weil die Mittel, welche für die Pflege des elektrotechnischen Unterrichts zur Verfügung gestellt wurden, gering waren und die Räumlichkeiten, in denen Waltenhofen die Vorlesungen zu halten und ein Laboratorium einzurichten hatte, nicht entsprachen. Dennoch ist es Waltenhofen gelungen, in den engen Räumen in der Karlsgasse eine große Anzahl von Hörern zu vereinigen, die seinen wohldurchdachten, klaren Vorträgen mit großer Aufmerksamkeit folgten und mit Eifer an den praktischen Übungen teilnahmen. Eine große Anzahl dieser Hörer nehmen heute geachtete Stellungen in der Welt ein und viele derselben, zu denen wir mit Bewunderung aufblicken, nennen sich mit Stolz Schüler Waltenhofens.

Der Elektrotechnische Verein betrauert in dem Dahingeschiedenen einen seiner Gründer und beklagt in ihm den Verlust eines wahren Freundes und Förderers, den der Elektrotechnische Verein im vorigen Jahre anläßlich seines Jubiläums zum Ehrenmitglied ernannt hat.

Sie haben durch Erheben von den Sitzen der Trauer um den Toten Ausdruck gegeben und Sie werden mir gewiß gestatten, daß diese Trauerkundgebung in das Protokoll der heutigen Sitzung aufgenommen werde."

Vortrag des Herrn Ober-Ing. Karl Weltzl über „Richtlinien für den Bau großer Wasserkraftgeneratoren".

Auch dieser Vortrag samt der Diskussion wird demnächst vollinhaltlich zum Abdruck gebracht.

20. Februar 1914. — Sitzung des Unfallkomitees. Tagesordnung: Beratung, betreffend die Statistik der Starkstromunfälle.

4. März 1914. — Vereinsversammlung. Präsident Direktor Gebhard. Vortrag des Herrn Direktor Viktor Engelhardt (Berlin) über „Ziele und Grenzen der Elektrometallurgie des Eisens".

Nach einer kurzen Erörterung der Prinzipien der Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme und der Vorteile des elektrischen Ofens als themischer Apparat erwähnt der Vortragende, daß die Gesellschaft für Elektrostahlanlagen in Berlin-Siemensstadt, deren Geschäfte er führt, über Ofentypen der verschiedensten Erhitzungsarten verfügt, so daß er mit genügender Objektivität über deren gegenseitige Vorzüge und Mängel sprechen kann.

Die in die Praxis eingeführten Ofengruppen beruhen auf folgenden Grundprinzipien:

1. Erhitzung durch die strahlende Wärme eines Lichtbogens;

2. Erhitzung durch einen oder mehrere Lichtbögen, die zu dem Bade überspringen;

3. direkte Widerstandserhitzung des Einsatzes;

4. Erhitzung durch indirekte Widerstandserhitzung, also in einem die sekundäre Wicklung eines Transformators bildenden Schmelzbad.

Die Gesellschaft für Elektrostahlanlagen verfügt in den vier Gruppen über folgende Systeme:

ad 1) Ofen der Bonner Maschinenfabrik,
ad 2) Girodofen,
ad 3) Rombacher Ofen,
ad 4) Induktionsöfen von Kjellin, Frick, Röchling-Rodenhauser und Dolter.

Bei der Einführung des elektrischen Ofens in die Eisenindustrie wandte man sich zunächst dem Ersatz jener rein thermischen Apparate zu, welche bestes Produkt mit höchsten Betriebskosten erzeugten, suchte also zunächst dem Schmelztiegel Konkurrenz zu machen. Vergleicht man zunächst von ganz allgemeinen Gesichtspunkten aus die Betriebskosten im Tiegel und im Elektroofen unter der Voraussetzung, daß in beiden Fällen reinstes Material kalt eingesetzt wird, so kommt man zu dem Schlusse, daß der Elektroofen noch bei Kraftpreisen konkurrenzfähig ist, welche selbst bei Dampfmaschinenanlagen nicht erreicht zu werden brauchen. Es zeigt sich daher auch eine im allgemeinen fallende Produktion an Tiegelstahl, wie nachfolgende Tabelle zeigt.

Ähnlich liegen die Verhältnisse beim sogenannten Tiegelflußstahl, bei dessen Erzeugung schon weit im Martinofen vorgereinigtes Material im flüssigen Zustand in den Tiegel eingesetzt wird. Auch hier ist der Elektroofen dem Tiegel ohne weiteres konkurrenzfähig. In noch weiteren Grenzen wird der Elektroofen konkurrenzfähig, wenn man einer Tiegelarbeit mit

Produktion an Tiegelstahl.

Jahr	Österreich-Ungarn t	Deutschland t
1906	26 125	—
1907	23 215	—
1908	19 659	88 183
1909	16 083	84 069
1910	17 586	83 202
1911	17 467	78 760
1912	25 438	76 447

reinem Einsatz die Verarbeitung von unreinem Material im Elektroofen gegenüberstellt, in beiden Fällen auf bestes Produkt arbeitend.

Bei diesem Vergleich bespricht der Vortragende kurz die in Frage kommenden Oxydations- und Reduktionsprozesse zur Entfernung von Phosphor und Schwefel, sowie den Einfluß, welchen der Kohlenstoff der Elektrode bei dem Lichtbogenofen sowie der im Lichtbogen sich bildende Kohlenstoffdampf auf diese Prozesse ausüben könne. Bei einem durchgeführten allgemeinen Vergleich über die bei einer solchen Arbeitsweise in Frage kommenden Kosten zeigt sich, daß für den Betrieb des Elektroofens noch Kraftpreise von 11 bis 15·6 Heller pro *kWh* zulässig sind, also Werte, die selbst bei den teuersten Kraftanlagen nicht erreicht zu werden brauchen. Das Bild ändert sich, wenn der Elektroofen gewöhnliche gute Stahlsorten, zum Beispiel Siemens-Martin-Qualität, herstellen soll. Es kommt dann im wesentlichen nur auf einem Vergleich zwischen dem Kohleverbrauch im Martinofen und dem Energieverbrauch im Elektroofen heraus und muß da die Energie schon sehr billig bezw. die Kohle schon sehr teuer sein, um dem Elektroofen den Wettbewerb zu ermöglichen.

Man hat sich daher bemüht, dem Elektroofen speziell in Mitteleuropa mit den verhältnismäßig hohen Erzeugungskosten für die elektrische Energie ein Arbeitsfeld zuzuweisen, bei welchem man dem elektrischen Strom nur den verhältnismäßig kleinsten Teil der Raffinationsarbeit überläßt, also gewissermaßen nur die letzte Verfeinerung auf eine Reinheitsstufe, welche die rein thermischen Methoden der Eisenindustrie entweder gar nicht oder nicht in genügendst zuverlässiger Weise zu leisten imstande sind. Es kommt also auf Kombination von Birnen- oder Siemens-Martinanlagen mit Elektroöfen heraus und handelt es sich um eine Qualitätsverbesserung unter geringer Erhöhung der Betriebskosten. Die Ausdehnung dieses Verfahrens, bei welchem man nur mit Kraftzahlen von 100 bis 200 *kWh* pro *t* für die Nachraffination zu rechnen hat, hängt im wesentlichen von der vorläufig noch nicht ganz geklärten Frage ab, wie weit man bei dem Bau von betriebssicheren Elektroöfen mit der Größe des Einsatzes wird gehen können. Man hat heute Lichtbogenöfen bis zu 25 *t* im Betrieb und für 30 *t* im Bau, während Induktionsöfen bisher eine Einsatzgröße von 20 *t* erreichten. Die Vergrößerung des Einsatzes bringt bei beiden Ofengruppen gewisse Schwierigkeiten, die bei den Lichtbogenöfen im wesentlichen in der Elektrodenfrage, bei den Induktionsöfen in dem Sinken des Leistungsfaktors und der dadurch erforderlichen Aufstellung eigener Generatoren für niedere Periodenzahlen liegen. Die im letzten Falle bedingte Erhöhung des Anlagekapitals ist auf die Selbstkosten des Erzeugnisses aber ohne wesentlichen Einfluß.

Untersucht man kritisch, für welche Verfahrensarten die verschiedenen Ofengruppen am besten geeignet sind, so kommt man zu folgendem Ergebnis:

1. Die Strahlungsöfen eignen sich hauptsächlich für das Einschmelzen von kaltem Material für kleine Ofeneinheiten, zum Beispiel bis zu 1·5 *t*;

2. die direkten Lichtbogenöfen haben gewisse Vorteile, wenn es sich um das Verarbeiten von kaltem Einsatz in größeren Einheiten handelt, insbesondere, wenn man Qualität wechseln muß;

3. die Induktionsöfen sind hervorragend geeignet für die Nachraffination von flüssigem Einsatz und haben auch sonst gegenüber den Lichtbogenöfen besondere Vorteile, wenn es sich um die Herstellung von besonders weichem Material handelt.

Die Zahl der im Bau oder Betrieb befindlichen Elektrostahlöfen kann man auf zirka 170 schätzen, von welchen rund 65 auf die von der Gesellschaft für Elektrostahlanlagen verwerteten Systeme, zirka 55 auf den Héroult-Lindenberg-Konzern entfallen, während die restlichen 50 sich auf eine große Anzahl sonstiger Systeme, welche nur in wenigen Ausführungen vorliegen, verteilen.

Digitized by Google

Über die Mengen an Elektrostahl, welche bisher erzeugt wurden, gibt die nachstehende Tabelle für die hauptsächlich in Betracht kommenden Länder näheren Aufschluß.

Produktion in Tonnen.

	1909	1910	1911	1912
Deutschland . . .	17 773	36 188	60 654	74 177
Frankreich . . .	6 456	11 759	13 850	15 922
Österreich-Ungarn .	9 048	20 028	22 867	21 556
Ver. St. v. A. . .	13 762	52 141	29 105	18 309

Während also in Deutschland und Frankreich eine regelmäßige Zunahme zu verzeichnen ist und die Produktion in Österreich-Ungarn in den letzten Jahren sich auf zirka gleicher Höhe hält, zeigen die Vereinigten Staaten eine entschiedene Abnahme, welche wohl darauf zurückzuführen ist, daß man in diesem Lande sehr rasch zu großen Einheiten übergegangen ist, in diesen aber mehr oder minder doch noch im Versuchsstadium arbeitet.

Das Verhältnis zwischen Stahl und Tiegelstahl zeigt in Deutschland die nachstehenden Ziffern.

Produktion in Tonnen.

Jahr	Tiegelstahl	Elektrostahl	Zusammen	Hievon Elektrostahl
1908	88 185	19 536	107 619	18·1%
1909	84 069	17 773	101 842	17·4%
1910	83 202	36 188	119 390	30·3%
1911	78 760	60 654	139 414	43·5%
1912	76 447	74 177	150 624	49·2%

Ein weiteres Anwendungsgebiet der gleichen Ofenkonstruktionen hat sich in Deutschland für das elektrische Einschmelzen des zum Desoxydieren des Thomasstahls erforderlichen Ferromangans entwickelt. Gegenüber der alten Arbeitsweise erzielt man durch die Verwendung von elektrisch geschmolzenem Ferromangan die folgenden Vorteile:

1. Die desoxydierende Wirkung des Ferromangans tritt stärker auf, da dem Stahlbade durch das Auflösen des stückigen Ferromangans keine Wärme entzogen wird;

2. die Rückphosphorung wird vermieden;

3. der Verbrauch an Ferromangan ist ein viel geringerer, da es ganz zur Wirkung gelangt;

4. der Inhalt der Gießpfanne kann sofort vergossen werden;

5. alle Blöcke einer Charge haben den gleichen Mangangehalt;

6. das Material verwalzt sich sehr gut, trotzdem man im Mangangehalt wesentlich heruntergehen kann;

7. das Ferromangan wird besser ausgenutzt, da man auch den feinsten Staub im elektrischen Ofen einschmelzen kann.

Das Verfahren ist hauptsächlich für die Thomasstahlindustrie von Wert, also für das sich über einen Teil Westdeutschlands, Luxemburgs, Belgiens und Ostfrankreichs erstreckende Minettegebiet.

Für ein mittleres Stahlwerk, welches zum Beispiel 1500 *t* Flußeisen pro Tag erzeugt, genügt ein elektrischer Ferromanganofen von 2 bis 3 *t*, welcher 275 bis 350 *kW*-Drehstrom bei $\cos\varphi = 0{\cdot}6$ benötigt. Der Kraftverbrauch beträgt zirka 750 *kWh* pro *t* inklusive Anheizen und Durchheizen über Sonntag. Diese Zahl bezieht sich auf den für diesen Verwendungszweck besonders geeigneten Induktionsofen. Die Lichtbogenöfen haben höheren Kraftverbrauch. Ein solches Stahlwerk erspart durch das elektrische Einschmelzen von Ferromangan bei den heutigen Ferromanganpreisen zirka K 120 000 pro Jahr, so daß die Anlagekosten schon im ersten Jahr durch die Ersparnisse gedeckt werden. Im Durchschnitt beträgt die Ersparnis an Ferromangan zirka 30%.

Das Verfahren hat sich rasch eingeführt und sind von den 30 großen Thomasstahlwerken in Deutschland schon zwölf auf das elektrische Einschmelzen von Ferromangan übergegangen und werden die übrigen wohl auch bald nachfolgen.

Was die Einführung des elektrischen Ofens bei der Roheisenerzeugung anlangt, so gelten bis Ende 1912 für die Hauptverbrauchsfaktoren, Kraft, Reduktionskohle und Elektroden folgende Zahlen.

Verbrauch pro *t* Roheisen.

	kWh	Holzkohle *kg*	Elektroden *kg*
Ende 1910. . . .	2391	418	9·7
Anfang 1912 . . .	2225	505	5·7
Ende 1912. . . .	2076	397	2·8

Die Einführung des elektrischen Hochofens ist nur in Ländern mit teurer Kohle und sehr billig auszubauenden Wasserkräften in Aussicht zu nehmen, so daß für Europa wohl nur Skandinavien, vielleicht einzelne Stellen Norditaliens oder Bosniens in Frage kommen werden. Die Einführung ist noch dadurch erschwert, daß man bisher nur mit Holzkohle als Reduktionsmaterial günstige Resultate erzielte, während Koks sich in dieser Beziehung bisher nicht bewährt hat.

Als indirekt mit der Stahlindustrie zusammenhängend ist noch die Anwendung des elektrischen Ofens für die Herstellung von Ferrolegierungen zu erwähnen, deren Zahl durch die immer größeren Ansprüche an hochwertige legierte Werkzeugstähle immer mehr zunimmt. Daß der Elektroofen nach dieser Richtung immer mehr an Boden gewinnt, geht aus der nachstehenden Tabelle hervor, welche die Produktionsverhältnisse für das Mutterland der Ferrolegierungstechnik für Frankreich zusammenstellt.

Französische Produktion an Ferrolegierungen

Jahr	Gesamtproduktion *t*	Hievon im Elektroofen *t*	In Prozenten
1904	34 200	5 756	17
1905	44 300	11 706	26
1906	52 900	13 657	26
1907	57 200	15 740	27
1908	62 000	15 029	25
1909	59 100	14 900	28
1910	60 200	22 800	37

Der Vortragende faßt seine Ausführungen dahin zusammen, daß man die derzeitige Stellung des Elektroofens in der Eisenindustrie dadurch kennzeichnen kann, daß

1. der elektrische Ofen einwandfrei in der Lage ist, den Tiegelofen zu ersetzen, ohne Rücksicht auf die örtlich vorhandenen Kraftpreise;

2. der Ersatz des Martinofens bei günstigen örtlichen Verhältnissen ebenfalls möglich ist und mit zunehmender Größe der Elektroöfen immer mehr zur Berücksichtigung kommen wird;

3. die Nachraffination von flüssigem Einsatz aus dem Konverter oder Martinofen im Elektroofen behufs Herstellung besserer Qualitäten immer mehr an Boden gewinnt;

4. die elektrische Herstellung von Roheisen sich als technisch durchführbar und in Ländern mit sehr billiger Kraft als auch wirtschaftlich von Vorteil erwiesen hat;

5. für das Einschmelzen von Ferromangan für den basischen Konverterbetrieb der Elektroofen an erste Stelle gerückt ist und sich für den gleichen Verwendungszweck auch in Martinwerken eignen dürfte;

6. in der Industrie der Ferrolegierungen die Möglichkeit, kohlenstoffreie und hochprozentige Legierungen im Elektroofen herzustellen, diesem immer neue Verwendungsgebiete eröffnet.

Zum Schluß wird vom Vortragenden noch eine große Anzahl von Lichtbildern vorgeführt, welche Elektroöfen der verschiedenen Systeme, Gesamtansichten von Anlagen, sowie technische Details darstellen.

Schluß der Redaktion am 12. Mai 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2408; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 12. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 60 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechszehntel Seite K 12. Kleinere Inserate per mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Richtlinien für den Bau großer Wasserkraftgeneratoren. Von Karl Weltzl, Budapest 437
Über elektrische Überlandverteilnetze. Von A. Simon, München 442
Zur Berechnung von elektromagnetischen Lüftungsbremsen. Von Ing. Ernst Schwarz 446
Elektrische Schnellbahn Wien—Brünn 448
Rundschau:
- Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 448
- Dynamomaschinen, Transformatoren 448
- Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 449
- Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 449
- Leitungen 450
- Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 450
- Elektrische Apparate 451
- Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 451

Chronik 452
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
- Quecksilberdampf-Gleichrichter. Elektrische Beleuchtung . . . 453

Vereinsnachrichten 456
Personalnachricht 456
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite 277—288

Richtlinien für den Bau großer Wasserkraftgeneratoren.

Von **Karl Weltzl**, Budapest.

Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein in Wien am 18. Februar 1914.

Die großzügige technische Tätigkeit, welche der praktischen Lösung der elektrischen Energieübertragung folgte, war für die Entwicklung des elektrischen und allgemeinen Maschinenbaues von eminenter Bedeutung.

Die Zeit der Ausnutzung von Wasserkräften, welchen man bis dahin nur wenig Aufmerksamkeit widmete, ist herangerückt und hat in den letzten Jahrzehnten die Verwendung der elektrischen Energie für industrielle, bahntechnische, metallurgische und thermochemische Zwecke dermaßen Verbreitung gefunden, daß der Ausbau entlegenster Großwasserkräfte sich als ökonomisch erwiesen hat und in einigen Ländern bereits auf Grund von umfangreichen Arbeitsprogrammen begonnen wurde.

Mit dem steten Anwachsen des elektrischen Energiebedarfes mußte auch an die Erhöhung der Leistungen der Generatoren gedacht werden. Eine geringe Zahl großer Einheiten, einfache Anordnung, daher eine klare, leicht übersichtliche Schalt- und Schutzanordnung, welche wenig Betriebs- und Kontrollpersonal erfordert, sind kurzgefaßt jene Gesichtspunkte, welche beim Projektieren vor Augen zu halten sind.

Nachdem die Baukosten der oft schwer zugänglichen hydroelektrischen Anlagen bedeutende sind, so ist man manchmal gezwungen, in einem relativ kleinen Raum Maschinen von großen Leistungen unterzubringen.

Der fördernde Einfluß dieser Anforderungen auf die Konstruktion und Bauart der Generatoren der Ganzschen Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft äußert sich in zwei Richtungen. Die Firma ist einerseits bestrebt, die äußerste Einfachheit in der Gesamtanordnung und im Betriebe zu erreichen, bei möglichster Vermeidung der spannungserhöhenden Transformatoren, indem die Generatoren zur unmittelbaren Erzeugung der Hochspannung gewickelt werden; andererseits führen die großen Maschineneinheiten notwendigerweise zu den vom Maschinenraume ganz abgesonderten, geschlossenen Generatorkonstruktionen.

Die Zunahme der Leistung und Spannung der Generatoreneinheiten veranschaulicht eine Zusammenstellung über Wasserkraftgeneratoren. Die am Schlusse dieses Aufsatzes veröffentlichte Tabelle zeigt an Hand verschiedener ausgeführter Anlagen sowohl das rasche Anwachsen der Einheitsleistungen, als auch die Vervollkommnung der Isolationstechnik. Es ist aus derselben ersichtlich, daß hinsichtlich der Maschinenleistung jene der Anlage Almissa in Dalmatien nur von einigen überseeischen Anlagen übertroffen wird, was aber die Maschinenspannung betrifft, so begegnen wir in den mitteleuropäischen Anlagen bedeutend größeren Spannungen als in Amerika. Mit der größten Maschinenspannung von 30 000 *V* sind bisher drei Ganzsche Anlagen im Betriebe. Eine vierte mit 33 000 *V* maximaler Spannung ist derzeit im Bau.

Antriebsmotoren. Unter den Turbinenkonstruktionen haben in den letzten zehn Jahren die Francis- und die Pelton-Wasserstrahlturbinen alle anderen verdrängt. Die Francis-Turbine wird ebenso für kleine wie für mittlere Fälle verwendet, und zwar in der Regel bis zur Gefällshöhe von 100 *m*, seltener bis 200 *m*. Bei höheren Gefällen begegnen wir überall den Wasserstrahlturbinen. Beide Turbinenarten zeichnen sich durch gute Regulierbarkeit und durch einen großen Durchschnittswirkungsgrad aus. Die Regulierung der Francis-Turbine erfolgt fast immer durch Leitschaufelverstellung, dagegen beim Peltonrade durch Verengung des Düsenquerschnittes mittels Nadel

Digitized by Google

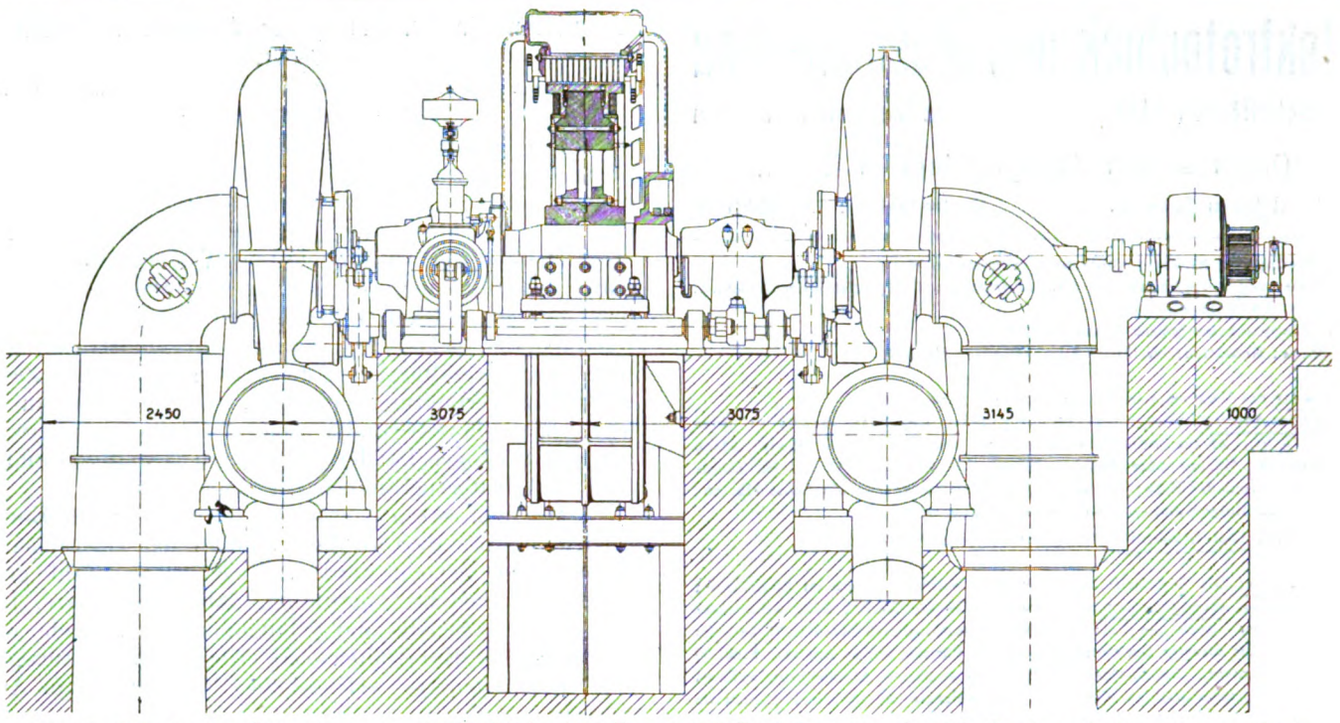


Fig. 1. Schnitt des Generators von 17 000 *kVA*, 4000 *V* und 375 Umdrehungen; Antrieb durch zwei fliegend angeordnete Franzisläufer für das Kraftwerk Almissa.

oder durch Ablenkung des Wasserstrahles. Die Verstellung der Reguliervorrichtung wird heute allgemein durch einen hydraulischen Servomotor betätigt, und zwar nach den allgemein bekannten Grundprinzipien der indirekten Regulierung. Das Drucköl für den Servokolben wird gewöhnlich von einem Ölakkumulator, dessen Pumpe von einem Elektromotor oder durch eine Hilfswasserturbine angetrieben wird, geliefert.

Anordnung des Antriebes. Die Francis-Turbine wird mit gleicher Leichtigkeit sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Anordnung ausgeführt, während das Peltonrad meist mit horizontaler Welle konstruiert wird. Für die Francis-Turbine ist jedoch die horizontale Anordnung beliebter und allgemeiner.

Die Lagerung der aus Turbine und Generator bestehenden Maschinengruppe geschieht in vier, drei oder zwei Lagern. Bei der vierlagerigen Anordnung finden wir zwei Wellen und eine starre oder flexible Wellenkupplung; bei der dreilagerigen begegnen wir meist einer durchgehenden Welle. Bei der Ausführung mit zwei Lagern nimmt der Generator den Raum zwischen den Lagern ein, wobei das Turbinenrad auf das Wellenende fliegend gekeilt wird.

Bei großen Wassermengen oder großen Leistungen oder aber wenn eine höhere Tourenzahl wünschenswert erscheint, verwendet man eine Zwillings- oder Multiplexturbine. Der Generator wird dann gewöhnlich für die ganze Leistung gebaut und nur ausnahmsweise verwendet man deren zwei, wie zum Beispiel in der Rjukanfosser Anlage, von deren zehn Maschineneinheiten neun als Doppelgeneratoren ausgeführt sind.

Eine ideale Anordnung bei Zwillingsturbinen ist jene der Anlagen Arci-Roma und Almissa, Patent der Firma Ganz-Danubius. Bei dieser zweilagerigen Anordnung verteilt sich die Turbinenleistung auf zwei fliegend angeordnete Räder. Fig. 1 veranschaulicht diese Anordnung bei den Maschinengruppen von 20 000 *PS* bei der Anlage Almissa.

Ventilation des Generators. Nachdem die Tourenzahl der Wasserkraftgeneratoren gewöhnlich bedeutend größer ist als die Umlaufzahl der durch Kolbenmaschinen angetriebenen Generatoren, so ist wegen der damit verbundenen kleineren Abmessungen auf die Wärmeableitung besondere Sorgfalt zu verwenden. Bei kleinen Leistungen genügt meist die durch die größere Flugkraft des Magnetrades hervorgerufene, gesteigerte Ventilation. Bei größeren Einheiten wird der Generator halb oder ganz verkleidet und eventuell mit künstlicher Luftzufuhr versorgt. Überdies erfordert oft auch das durch die große Umlaufzahl verursachte Geräusch die Verkleidung der Maschine.

Wenn die Maschinenleistung der stromerzeugenden Zentrale nicht groß ist, kann die halb oder gänzlich verkleidete Maschine ihren Luftbedarf aus dem Maschinenhause decken, wobei die erwärmte Luft in das Maschinenhaus abgegeben wird.

Bei großen Einheiten erweist sich am zweckmäßigsten, den Generator vom Luftraume des Maschinenhauses vollständig abzusondern und den Luftbedarf von außen zu decken. Die erwärmte Luft wird dabei ins Freie hinausgeblasen. Von einer gewissen hohen Leistung der Zentrale angefangen muß diese Anordnung notwendigerweise angewendet werden, da sonst die Luft des Maschinenhauses sich so hoch erwärmen würde, daß ein Aufenthalt darin, selbst bei sehr starker Lüftung des Maschinenhauses, unerträglich wäre.

Die Zweckmäßigkeit dieser Anordnung hatte sich zuerst bei der vor vielen Jahren erfolgten erstmaligen Projektierung für die demnächst in Betrieb zu setzende hydroelektrische Anlage in Almissa (Dalmatien) ergeben, wo dem Projekte nach im Maschinenhause von nur zirka 75 *m* Länge bei 14 *m* Breite Maschinen von ungefähr 100 000 *PS* unterzubringen waren. Selbst bei dem hohen Wirkungsgrade von 97% der Generatoren würde bei der damals noch allgemein üblichen Anordnung der Maschinenlüftung, wo die warme Luft direkt in das Maschinenhaus gelangt, die Wärmeentwicklung 525 Kalorien in der Sekunde entsprochen haben. Wollte man diese Wärme mittels Ventilatoren aus dem Maschinenhause herausbefördern und bedenkt man, daß 1 m^3 Luft bei 20° C Überwärmung 6 Kalorien abzuführen imstande ist, so müßte eine Luftmenge von $525/6 = 87{\cdot}5\ m^3$ in der Sekunde hinausbefördert

Digitized by Google

werden. Die Höhe der Zentrale mit 11·5 *m* angenommen, beträgt deren Inhalt $75 \times 14 \times 11{\cdot}5 = 12\,000\ m^3$; man wäre also genötigt, die Luft in je $2^1/_3$ Minuten gänzlich zu erneuern. Selbstverständlich wäre unter solchen Verhältnissen der Aufenthalt im Maschinenhause unerträglich.

Für die vollständig geschlossenen Generatoren wird die zur Kühlung nötige Luft gewöhnlich vom Rotor der Maschine aus durch die Zentrifugalkraft eines entsprechend eingebauten Ventilationsrades geliefert. In neuester Zeit verwenden einige Firmen auch einen besonderen, gewöhnlich von einem Elektromotor angetriebenen Scirocco-Ventilator. Diese Lüftungseinrichtung ist hinsichtlich der Betriebssicherheit allenfalls nachteilig, da der Ventilatorantrieb Instandhaltung und Bedienung erfordert, also den Betrieb nur kompliziert. Der bessere Wirkungsgrad, den die Verfechter letzterer Anordnung hervorzuheben pflegen, ist oft blos ein eingebildeter, da doch der Antrieb mit Hilfe eines Elektromotors, also durch Energieumwandlung erfolgt. Der Wirkungsgrad des eingebauten Ventilatorrades ist nur scheinbar ungünstig und kann zum großen Teil der durch die Speichen des Magnetrades verursachten Luftwirbelung zugeschrieben werden, welche Wirbelung auch bei der äußeren Ventilationseinrichtung besteht.

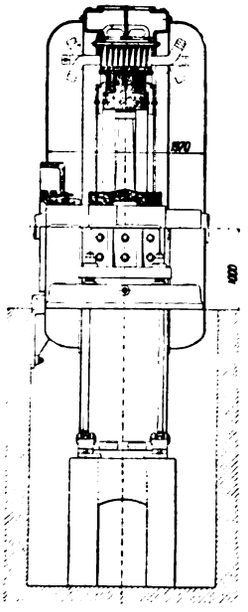


Fig. 2. Lüftungsanordnung.

Der Querschnitt des durch die G. E. A. G. für die Anlage in Arci gelieferten Generators für 5200 *kVA* Leistung (Fig. 2) veranschaulicht die für mittlere Zentralenleistungen verwendete Ventilationsvorrichtung. Die halbgeschlossenen Generatoren saugen die Luft teils aus dem Maschinenhause, teils aus dem im Fundamente untergebrachten Kabelkanal. Die erwärmte Luft wird durch die im Rotorkranz befindliche untere und obere Öffnung entfernt und gelangt durch die obere Öffnung in das Maschinenhaus, durch die untere ins Freie. Die Kühlluft wird von zwei an beiden Seiten des Rotors befestigten Ventilatorflügeln geliefert, die dieselbe teils durch die Luftschlitze des Stators durchpressen, teils auf die Spulenköpfe treiben.

Bei den üblichen Anordnungen wird die Luft bei geschlossenen Generatoren an beiden axialen Enden des Rotors, wie dies auch bei Turbogeneratoren üblich, angesaugt und durch die Schlitze der Blechpakete in den Kranz befördert und von diesem weiter durch die oberen oder unteren Öffnungen, bei sehr großen Einheiten durch beide und eventuell noch durch Öffnungen in den Füßen, ins Freie geführt. Bei Maschinen von großem Durchmesser ergibt sich dabei der Übelstand, daß bedeutende Luftmengen durch den Kranz peripherisch herumgeführt werden müssen, wodurch dessen Querschnitt über das sonst erforderliche Maß vergrößert werden muß und auch durch das Wegbleiben der konstruktiv erforderlichen Querrippen eine Schwierigkeit entsteht, welche besonders bei Maschinen mit aus zwei oder mehreren Teilen bestehendem Statorgehäuse zu Unzukömmlichkeiten führen.

Bei der Anordnung der G. E. A. G. (Fig. 3) wird dieser Nachteil derart beseitigt, daß die angesaugte Luft nur auf der einen Seite des Magnetrades in den Rotor gelangt, weshalb die andere Seite des Rades durch eine bis zur Welle reichende Eisenblechverschalung vollständig geschlossen wird*).

Die Zentrifugalkraft, der auf das Magnetrad und die Verschlußplatte montierten Ventilatorflügel treibt die Luft in der gewohnten Weise durch die Spalten des Blechkörpers, von wo sie durch die auf der einen Seite des Kranzes angebrachten Öffnungen in den zwischen dem Kranz, dem Verschlußschilde des Stators und der Verkleidung des Rotors befindlichen Raum gelangt, dessen Anordnung mit dem sich auf der anderen Seite des Generators befindlichen Saugraume symmetrisch ist. Die Zuführung bezw. Abführung der Luft wird durch die im Fundamente eingebauten Kanäle bewerkstelligt. Diese Kanäle können auch in der Richtung der Welle oder in der Ebene des Stators disponiert werden.

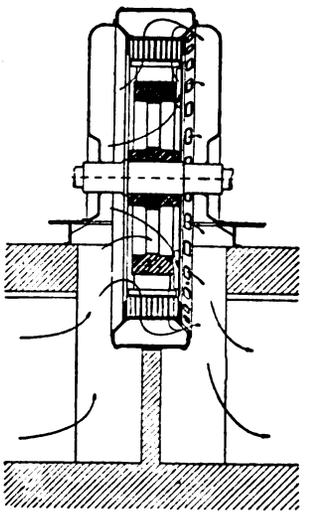


Fig. 3. Lüftungsanordnung.

Ein Vorteil des geschlossenen Generatorbaues ist schließlich noch jener, daß der Maschinenraum, das sonst aus anderen Gründen, zum Beispiel Passage, Kranhöhe, noch zulässige Minimum beschränkt werden kann.

Durch die beschriebene Anordnung sind die vorerwähnten Unzukömmlichkeiten in der Formgebung des Statorgehäuses vermieden. Der Kranz kann sowohl den

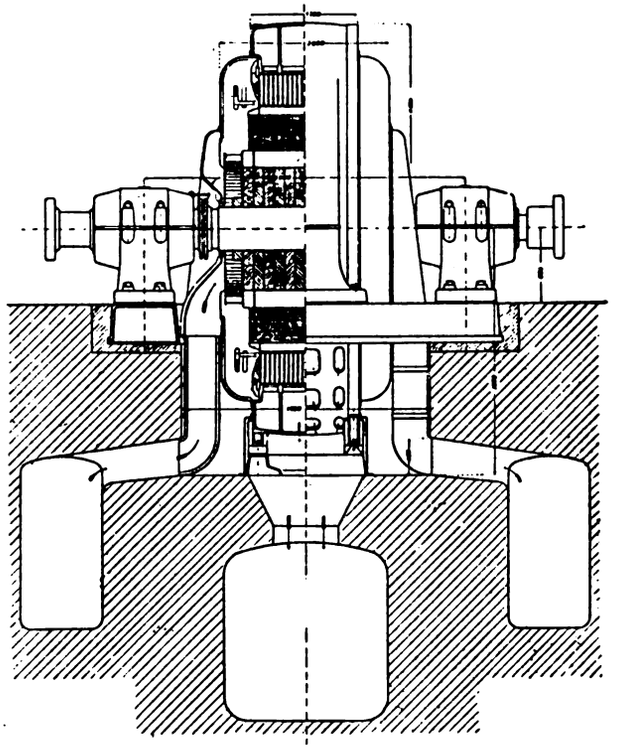


Fig. 4. Lüftungsanordnung eines AEG-Generators für 8000 *kVA*.

konstruktiven Anforderungen als auch den gußtechnischen Bedingungen entsprechend ausgeführt werden, da auf die Luftführung außer der Anordnung von seitlicher Öffnungen, keine weitere Rücksicht zu nehmen ist. Ein Vorzug der Anordnung ist ferner auch, daß man im Fundament nur einen Saug- und einen Druckkanal vorzusehen hat, während

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 10.

Digitized by Google

bei der übrigens allgemein gebräuchlichen Anordnung neben dem zentralgelegenen Druckkanale auf beiden Seiten auch noch ein Saugkanal nötig ist, wie dies aus dem Schnitt des 8000 *kVA*-Generators der Zentralanlage in Adamello (Oberitalien) klar ersichtlich ist. (Siehe Fig. 4)*).

Der Stator und seine Bewicklung. Die Form des Stators wird durch die bei der Ventilation bedingten Umstände, durch den Querschnitt der aktiven Eisenbleche sowie durch die Nuten der letzteren bestimmt. Bei der Konstruktion von Generatoren für Wasserkraftanlagen müssen auch die Transportverhältnisse besonders in Erwägung gezogen werden. Der Stator muß dementsprechend eventuell in mehrere Teile geteilt werden. Der Aufbau des aktiven Blechkörpers geschieht in gleicher Weise, wie sie bei den Generatoren allgemein üblich ist. Zwischen den auf Bolzen aufgezogenen Blechen wird eine Papierisolation angebracht, während durch Distanzeinlagen für eine entsprechende Zahl Luftschlitze gesorgt wird. Der Blechkörper wird von kräftigen Klemmsegmenten durch die Schraubenmuttern der Bolzen zusammengehalten.

Der Stator, wie dies auch die Schnittzeichnung des Generators der Almissaer Anlage (siehe Fig. 1) zeigt, besitzt bei Großgeneratoren abmontierbare Füße und ruht gewöhnlich noch auf vier — mittels Schrauben verstellbaren — Rollen. In der horizontalen Fläche finden wir außerdem noch zwei Stellschrauben zum Einstellen des Luftspaltes. Nach Abmontierung der Füße kann der Stator gedreht werden, wodurch bei eventuellen Spulendefekten die Reparaturarbeit bedeutend erleichtert wird.

Die Art der Bewicklung des Stators hängt von der Spannung der Maschine ab. Soweit Stabbewicklung verwendet werden kann, finden wir halbgeschlossene Nuten auf dem Stator. Bei kleineren Leistungen und mittlerer Spannung pflegt man auch in Mikaröhren verlegte Kabel anzubringen. Bei großen Maschinenspannungen werden allgemein Formspulen aus Flachkupferwindungen gebraucht, die nach einem speziellen Verfahren erzeugt und in die Nuten verlegt werden. Die Spulen werden mittels Holzkeilen festgehalten.

In der Anwendung von hohen Maschinenspannungen war, wie wir dies aus der vorgeführten Tabelle gesehen haben, die Tätigkeit der Ganzschen Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft eine bahnbrechende. Die Firma baute bereits im Jahre 1898 Generatoren für 12 000 *V* Spannung, und seit 1906 solche für eine Spannung von 30 000 *V*. Demgegenüber ist in Amerika die größte verwendete Maschinenspannung noch heute 12 000 *V*, während wir in Europa unter den Konstruktionen anderer Firmen nur bei einer Anlage (Kanderwerke - Lötschbergbahn, Brown - Boveri) 17 000 *V*, in einem anderen Falle 20 000 *V* (Morbegno-Valtelina-Bahn) finden.

Die Anfertigung der Hochspannungsbewicklungen erfordert natürlich ein sehr sorgfältiges, während der Dauer der Fabrikation stets zu kontrollierendes, spezielles Verfahren. Bei der Anfertigung der Formspulen muß man namentlich trachten, daß im Isoliermaterial keine Luftblasen entstehen. Es ist daher wünschenswert, daß dasselbe möglichst wenig faserige Stoffe enthalte, deren Poren noch durch Kochen in Isoliermasse mit letzterer gefüllt werden.

Das Hauptmaterial der Isolation von Hochspannungsspulen besteht aus nur durch sehr wenig Klebmasse zusammengehaltene Mikaplatten, welche große Isolierfähigkeit und verhältnismäßig gutes Wärmeleitungsvermögen besitzen. Beim Isolierverfahren spielen der Vakuumofen, die Formpreßeinrichtungen, sowie die Imprägnierungsmaterialien eine große Rolle.

*) Vergl. E. u. M. 1912, Seite 882.

Die Bewicklungselemente werden sorgfältig auf genauen Schablonen hergestellt, welche wegen bequemerer Arbeit in drehbaren Wiegen befestigt werden. Im Laufe der Fabrikation werden die Elemente und auch die Spulen mehrmals gepreßt. Auf den in der Nute liegenden Teil der Spule werden in mehreren Lagen geschlitzte Mikaröhren aufgezogen. Die Lücken zwischen dem Mikarohr und der Spule werden mit heißem Asphaltlack ausgefüllt, der auch gegen die Einwirkung der Feuchtigkeit einen ausgezeichneten Schutz bietet. Bei Maschinentemperatur ist der Asphaltlack kaum plastisch, in heißem Zustande jedoch dünnflüssig und füllt die Lücken gut aus. Wie schon erwähnt, muß die Luft während des Aufbaues einer Hochspannungsspule möglichst sicher aus der Spule entfernt werden, weil die in das Isoliermaterial eingeschlossenen Luftteilchen unter der Wirkung der starken Feldintensität sich in Ozon verwandeln und das Isoliermaterial angreifen. Sind mehrere solche Luftblasen vorhanden, so entstehen bei Hochspannung Glimmentladungen (Corona) zwischen den einzelnen Isolierschichten und über die Oberfläche der Spule hindurch zum Eisenkörper.

Sobald die Stärke der Glimmentladungen eine gewisse Grenze überschreitet, bildet die ozonisierte Luft mit dem Stickstoff der Isoliermasse Salpetersäure, welche die Isolation rascher und auch das Kupfer sehr stark angreift. Die fertig isolierten Spulen werden noch mit einer dünnen, imprägnierten Schutzbandschicht bedeckt, worauf sie im Ofen nochmals gebacken und dann mit einem endgültigen Lackschutzanstrich versehen werden.

Bei der Wahl der Imprägnierstoffe und der Schutzlacke wird darauf geachtet, daß dieselben keine leichtflüchtigen oder bei mäßiger Wärme sich zersetzenden Stoffe, wie zum Beispiel Benzin, Alkohol usw. enthalten.

Die auf diese Weise ausgeführte Isolation umschließt vollkommen mumienartig, also luftdicht, sowohl die einzelnen Windungen als auch die ganze Spule selbst. (Die durchschnittene Spule sieht einem Kabel ähnlich.) Nach ihrer Fertigstellung werden die Spulen auf Isolation geprüft. Jede Spule wird während ein bis zwei Minuten der vorgeschriebenen Spannung unterworfen. Eine Hochspannungsbewicklung kann nur dann als gut ausgeführt betrachtet werden, wenn ihre einzelnen Windungen eine mit der Maschinenspannung proportionelle Spannung vertragen und die Spule selbst gegen Eisen im Verhältnis der Spannung, etwa die doppelte oder zwei- und einhalbfache Maschinenspannung aushält. Infolge des angewendeten Fabrikationsverfahrens gewinnen diese Spulen an Festigkeit und können, wie schon erwähnt, der Feuchtigkeit sehr gut widerstehen. Die Generatoren in Manojlovac und Subiaco arbeiten schon seit Jahren ohne Spulendefekte, beide sogar in einer gewitterreichen Gegend.

Nachdem die Wasserkraftgeneratoren gewöhnlich mehrpolige Maschinen sind, sind die Spulenköpfe kurz und auch fest genug, um den beim Kurzschlusse auftretenden deformierenden Kräften widerstehen zu können. Bei diesen Maschinen fallen also die Spulenbefestigungen, welche bei Turbogeneratoren wegen der langen Windungsköpfe nötig sind, meistens weg. Nur Spulen in Generatoren von sehr großer Leistung müssen des öfteren untereinander versteift werden.

Der Rotor. Die Konstruktion des Rotors wird in erster Reihe durch die Umfangsgeschwindigkeit und den Durchmesser bestimmt. Bei mäßiger Umfangsgeschwindigkeit ist die Konstruktion des Rotors ähnlich derjenigen der langsam laufenden Maschinen. Bei größerer Tourenzahl und kleinen Durchmessern besteht der Rotor aus einem Gußstahlklotz; bei größeren Durchmessern bilden die Speichen

Digitized by Google

des Rotors oft einen besonderen Teil, der in den die Pole tragenden Stahlring eingepreßt und mittels Bolzenschrauben oder genieteter Rundkeile befestigt wird.

Bei dem heutigen Stande der Stahlgußtechnik werden auch ungeteilte Rotoren verwendet. Bei den meisten Firmen begegnen wir häufig der Konstruktionsart, bei welcher der Körper des Rotors aus Stahlscheiben besteht, die auf die Welle oder auf eine Nabe aufgeschoben werden. Diese schwerfällige Konstruktion wird zumeist nur wegen der leichteren Kontrollierbarkeit des hochbeanspruchten Materials gewählt.

Nachdem die Umfangsgeschwindigkeit des Rotors sogar bei normaler Tourenzahl oft bedeutend groß ist, wie zum Beispiel jene der Schnalstaler Generatoren, die 63 *m* und bei den Almissaer Generatoren rund 70 *m* beträgt, welche Geschwindigkeit beim Durchgehen der Turbine auch auf das Doppelte, also auf 126 bezw. auf 140 *m*, steigen kann, muß das Material, aus welchem der Rotor angefertigt wird, mit ganz besonderer Sorgfalt gewählt und die Herstellung desselben überwacht werden. Die Ganzsche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft verwendet als Rotormaterial

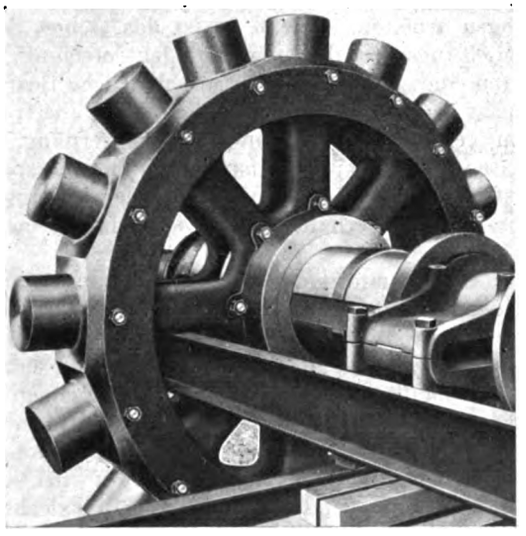


Fig. 5. Rotor des Generators für 17 000 *kVA*, 375 Umdrehungen (Almissa).

gewöhnlich weichen und zähen Siemens-Martin-Stahlguß, dessen Güte durch während des Gusses vorgenommene Reißproben kontrolliert wird.

Bei großen Maschinen, deren Transport auch besondere Schwierigkeiten verursacht, pflegt die Firma den Rotor, auf welchen die Pole aufgegossen sind, senkrecht zur Welle zu teilen. Die beiden Hälften desselben werden ineinandergefügt und durch Schrauben zusammengehalten. Fig. 5 veranschaulicht den auf diese Weise hergestellten und bearbeiteten Almissaer Rotor, während er auf seine Welle gepreßt wird.

Bei älteren Konstruktionen, so zum Beispiel bei den Generatoren für Manojlovac und Subiaco ist der Pol sowie der Polkopf aus einem besonderen Stück hergestellt, wie aus Fig. 6 ersichtlich und werden dieselben mit ihrer schwalbenschwanzförmigen Verlängerung in die entsprechende Aussparung des Polringes hineingeschoben und verkeilt. Als Vorteil dieser Konstruktion, die allgemein verwendet wird, pflegt man hervorzuheben, daß im Falle der Beschädigung der Polbewicklung jeder Pol ohne Demontierung des Stators seitlich herausgenommen werden kann. Ein Nachteil dieser Konstruktion ist aber, daß die Inanspruchnahme des Schwalbenschwanzes infolge der Zentrifugalkraft des verhältnismäßig schweren Poles groß ist. Dieselbe wird noch vergrößert, teils durch ungleiche Auflage infolge ungenauer Bearbeitung, teils aber auch durch Unbestimmtheit von der Keilung verursachter Spannung. Nachdem die Magnetbewicklung des Rotors beim heutigen Stande der Maschinentechnik in solcher Weise hergestellt werden kann, daß ein Windungsschluß

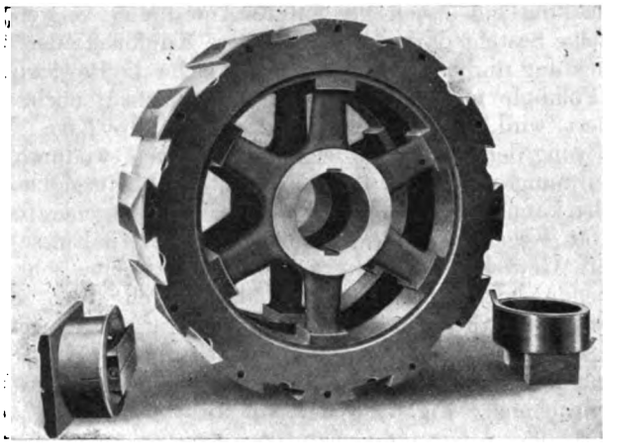


Fig. 6. Rotor des 5200 *kVA* Generators der Anlage Subiaco-Roma.

oder irgendeine andere Beschädigung als ausgeschlossen erscheint, verwendet die Ganzsche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft die schon seit Jahren bei Turbogeneratoren mit Erfolg angewendete patentierte Polkonstruktion auch bei den Wasserkraftgeneratoren.

Der Rotor besitzt, wie dies auch aus dem Querschnitt des Almissaer Generators ersichtlich ist (siehe Fig. 1), kreisförmig bearbeitete Polkörper und die Wicklung wird von den auf dieselben geschobenen Stahlhülsen, die gleichzeitig auch den Polkopf bilden, gehalten. Die Bewicklung selbst besteht aus einer hochkantig gewickelten Flachkupferspirale, deren Windungen durch eine dünne Preßspanisolation voneinander isoliert sind; die Spule wird

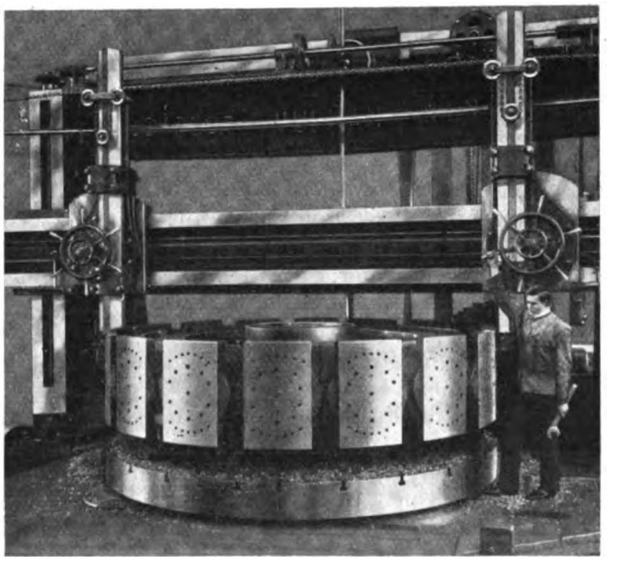


Fig. 7. Bearbeitung des Rotors Almissa (Ventilationsöffnungen am Polkopfe).

unter Beigabe eines Klebstoffes bei hoher Temperatur und unter hoher Pressung auf die Hülse gebacken und mit einer Klemmscheibe auf den Polkopf gepreßt.

Bei großen und besonders bei Maschinen mit offenen Nuten, wird der Polschuh zur Vermeidung der Wirbelstrom-

Digitized by Google

verluste aus Blechsegmenten, welche mittels Schwalbenschwänzen am Kopfteile befestigt werden, verfertigt. Die Nuten der Segmente tragen die harmonischen dämpfenden Stäbe, welche durch die kupfernen Endplatten des Polkopfes kurzgeschlossen werden. Die Hülsen selbst werden durch vertiefte, radiale Stiftschrauben an den Polkernen befestigt, welche teils im Kern, teils in der Hülse gebettet sind; seit neuester Zeit wird noch zum Kühlen der Magnetbewicklung eine auch geschützte Anordnung verwendet. Dieselbe besteht darin, daß die äußere Kühlfläche der Polbewicklung durch gebohrte Löcher, welche die Bewicklung, die Polköpfe und Klemmscheiben durchgehen, noch vergrößert wird. Auf diese Weise ist eine 150%ige Vergrößerung der Kühlfläche leicht zu erreichen, wodurch die Erwärmungsgrenze des Rotors bedeutend hinausgeschoben werden kann. Diese Neuerung ist bei Wasserkraftgeneratoren, wo oft wegen der schwierigen Transportverhältnisse die größte Gewichtsersparnis erwünscht ist, als eine sehr bedeutende anzusehen. Dadurch, daß durch diese Konstruktion die Erwärmungsgrenze vom Rotor auf den Stator übertragen wird, ist die Möglichkeit geboten, aus einer Maschinentype ständig eine bedeutend größere Leistung zu entnehmen. Fig. 7, welche die Bearbeitung des Polkopfes des Almissaer Generators veranschaulicht, zeigt gleichzeitig auch die Anordnung der Bohrungen auf den Polköpfen.

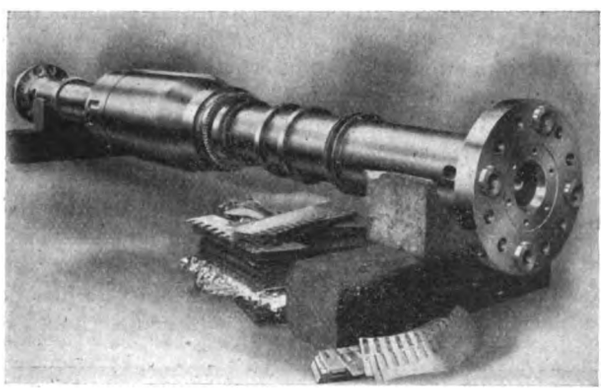


Fig. 8. Welle des Generators für das Kraftwerk Almissa.

Sowohl die Konstruktion der Polhülse als auch das Verfahren bei deren Befestigung auf den Pol und die schon besprochene Lüftungseinrichtung der Polwicklung sind Erfindungen Blathys. Die Bedeutung dieser Erfindungen für die Generatorfabrikation geht aus dem folgenden Vergleich der Gewichtsdaten zweier Maschinen gleicher Leistungsfähigkeit hervor. Die Leistung der schon erwähnten Rjukanfosser Generatoren, zum Beispiel der Almänna Svenska-Generator beträgt ebenso wie jene des Almissaer Generators 17 000 *kVA*. Die Rjukanfosser 10 000 *V*-Maschinen laufen mit 250 U. p. M. und ihr Gewicht beträgt, die Fundamentplatten mitgerechnet, 243 *t*. Der Almissaer Generator mit 375 U. p. M. wiegt insgesamt 96 *t*, etwas mehr als der Rotor der Rjukanfosser Maschine, dessen Gewicht von Marguerre in der Zeitschrift Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen 1912, Hefte 12, 13*), mit 93 *t* angegeben wird. Der Unterschied ist also bei entsprechender Erwägung der Tourendifferenz und Maschinenspannungen immer noch ein sehr bedeutender.

Der Rotor der Generatoren für größere Leistungen wird meist mit Hilfe von Tangentialkeilen auf die Welle gekeilt. Zur Ölung der Lager werden bei großen Einheiten, bei wassergekühlten Lagerschalen Schmierringe verwendet.

*) Referat E. u. M. 1913, Seite 569 u. 589.

Die Anordnung der Turbinen Arci und Almissa gestattet ferner, daß die Wellenzapfen ebenfalls mit Wasser gekühlt werden. Zur Verhinderung seitlichen Druckes sind die Wellen der Generatoren (siehe Fig. 8) hohl und verbinden die Turbinendruckräume in der Weise, daß ein Druckausgleich stattfindet. Diese Konstruktion der Firma Ganz-Danubius ist ebenfalls gesetzlich geschützt. Die mit Turbinen gekuppelten Generatoren werden gewöhnlich samt Lagern auf eine geschlossene Grundplatte montiert, zu der sich eventuell auch die Fundamentplatte der Turbine angliedert. Die Deckschilder des Generators sind geteilt, liegen unmittelbar auf der Grundplatte auf und werden zwecks Kontrolle der Bewicklung mit Schauöffnungen ausgeführt, die mit Glas versehen sind und geöffnet werden können.

(Schluß folgt.)

Über elektrische Überlandverteilnetze.

Von A. Simon, München.

Wenn man von den teilweise noch ungeklärten Fragen bei Fernleitungen, welche mit sehr hohen Spannungen arbeiten, absieht, so ist das Gebiet der elektrischen Leitungsnetze dasjenige der Elektrotechnik, welches am ehesten eine erschöpfende wissenschaftliche Bearbeitung erfahren hat. Die Beziehungen zwischen der zu übertragenden bezw. zu verteilenden Leistung, der Entfernung, Stromselbstkosten, Stromverkaufspreis, Betriebsspannung, Leitungsverlust und Gestehungskosten der Leitungsanlage sind längst durch verhältnismäßig einfache Formeln festgelegt.

Und doch erhält man bei der Betrachtung so mancher, ganz in der Neuzeit entstandener, elektrischer Verteilungsnetze den Eindruck, daß diese durchaus nicht auf Grund wissenschaftlicher und ökonomischer Grundsätze entstanden sind. Wenn von den Konsumenten, welche an einem solchen Leitungsnetz angeschlossen sind, fortwährend Klagen über zu niedrige oder zu hohe Spannung einlaufen, obwohl in der Zentralstation die Spannung richtig gehalten wird, so ist das ein technischer Mangel und ein Zeichen für ein schlecht dimensioniertes Netz. Wenn aber derartige Klagen auch nicht auftreten, so kann doch sehr oft nachgewiesen werden, daß das Leitungsnetz nicht den Forderungen der Ökonomie genügt, das heißt für den vorliegenden Zweck zu teuer ist.

Wohl muß man beachten, daß sich derartige Netze fortwährend ausdehnen, daß die durch sie verteilte Leistung andauernd steigt und daß sie auch noch den Anforderungen der nächsten Zukunft genügen müssen; denn es wäre ja ebenfalls höchst unrentabel, die Hauptleitungen in kurzen Zeitabständen zu verstärken. Oft entstehen die großen Überlandnetze aber derart, daß an den ursprünglichen Kern des Leitungsnetzes weitere Leitungsstücke, gerade den momentanen Bedürfnissen entsprechend, angeflickt werden. Ist das betreffende Werk kapitalskräftig, so werden alle Leitungsquerschnitte reichlich gewählt, um mit den Konsumenten nicht wegen schlechter Spannung in Konflikt zu kommen; und wenn dann soviel aneinander gestückelt ist, daß an einer Stelle die Spannung nicht mehr richtig gehalten werden kann, dann wird bei der nächsten Gelegenheit eine neue Speiseleitung gebaut.

Dieser Vorgang erscheint ganz naturgemäß; er ist auch in der Tat gar nicht bedenklich, wenn er nach einem wohl durchdachten System erfolgt. Aber dies ist oft nicht der Fall und dann — last not least — es gibt zahlreiche Fälle, in denen es für die elektrischen Anlagen geradezu der Zweck des Daseins ist, recht teuer zu sein. Da aber die allgemeine Bezugsmöglichkeit elektrischer Energie unter

Digitized by Google

preiswerten Bedingungen heute zu einer Forderung des Gemeinwohles geworden ist, so dürfte es wohl angebracht sein, das Stromversorgungsproblem aus dem Kreis derartiger kaufmännischer Spekulationen herauszurücken.

Zweifellos sind viele Netze von Überlandzentralen nicht unter dem Gesichtspunkte des „wirtschaftlichen Spannungsabfalles bezw. Spannungsverlustes" dimensioniert. Bei den meisten dieser Werke tritt die Maximalbelastung des Netzes und damit der maximale Spannungsabfall nur während eines verhältnismäßig kleinen Bruchteiles der Tages- bezw. Jahresbetriebszeit ein. Der sogenannte wirtschaftliche Spannungsabfall wird vielfach mit Rücksicht auf gute Spannungshaltung bei den Konsumenten nicht erreicht. Wären die Speise- und Verteilungsleitungen nach einem, unter Berücksichtigung des wirtschaftlichen Leitungsverlustes vorher wohl durchdachten, Plan angeordnet und dimensioniert, so könnte zugunsten der Billigkeit der Leitungsanlage, einschließlich Transformatorenstationen, der maximale Spannungsverlust erhöht werden. Dieser Umstand tritt umsomehr in Erscheinung, je größer der Umfang der Leitungsanlage und je geringer die Durchschnittsbelastung im Verhältnis zur Maximalbelastung ist.

Der erhöhte Spannungsverlust muß natürlich durch erhöhte Zentralenspannung, vornehmlich während der Zeit der Maximalbelastung, ausgeglichen werden. Aus den erwähnten wirtschaftlichen Bedingungen ergibt sich die technische Forderung, daß der Gesamtspannungsabfall zwischen Zentralensammelschienen und den einzelnen Stromabnehmern überall annähernd gleich ist.

Diese Forderung läßt sich nun nur durch entsprechende Dimensionierung der Leitungen nicht überall strikte durchführen. Wenn zum Beispiel ein Großkonsument mit gleichmäßigem Jahreskonsum, dessen Energiebedarf im Verhältnis zu der durch das Netz verteilten Energie groß ist, unmittelbar neben der Zentrale liegt, so wird man die Zuleitung zu ihm nicht so dimensionieren, daß sie einen dauernden erheblichen Verlust verursacht. Aber durch Einteilung des Netzes in bestimmte Zonen, durch Anwendung vereinzelter Reguliertransformatoren, während der kurzen Zeit der Maximalbelastung selbst von Drosselspulen und Drosselwiderständen, läßt sich die technische Forderung in hinreichendem Maße erfüllen. Auch vermindern sich die daraus resultierenden Schwierigkeiten, wenn man den größeren Teil der Verluste in die Transformatorenstationen und Niederspannungsverteilungsnetze verlegt. Für die Hochspannungsspeiseleitungen würden sich dann, schon mit Rücksicht auf Betriebssicherheit, Ringleitungen empfehlen, worauf später zurückgekommen werden soll.

Hauptsächlich in ländlichen Bezirken scheint es sehr oft möglich zu sein, an Leitungsmaterial zu sparen. Die Transformatorenstationen sind dort oft mit Rücksicht auf die durchgehende Hauptleitung, oder weil man die Hochspannungsfreileitung nicht in das Dorf einführen will, an der Peripherie der Gemeinde, oder zwischen zwei Gemeinden, um beide versorgen zu können, aufgestellt. Lange Stichleitungen führen oft zu abgelegenen Gehöften. In manchen Gegenden Deutschlands (Westfalen, Fichtelgebirge, Schwarzwald, Alpen usw.) sind die, zu einem Ansiedlungskomplexe gehörigen Gehöfte oft sehr weit zerstreut. An der Hand der Skizze (Fig. 1) sei diese Situation etwas eingehender betrachtet.

Von der Transformatorenstation T führt zu dem entferntesten Konsumenten h ein Leitungsstrang $T-h$. Von diesem zweigen eine Anzahl längerer (oft von mehreren 100 m Länge) und kürzerer Stich- und Anschlußleitungen ab zu den Konsumenten a, b, c—g, welche der Einfachheit halber alle als gleichwertig angenommen seien. Bei h herrscht der im Niederspannungsnetz zugelassene, maximale Spannungsabfall v_{max}. Für die der Transformatorenstation zunächst liegenden Konsumenten a, b, c ist der Spannungsabfall wesentlich geringer. Es liegt also nahe, die Abzweigleitungen zu diesen Abnehmern so zu dimensionieren, daß auch für sie der Spannungsabfall möglichst v_{max} beträgt. Die auf die Abzweigleitungen entfallenden Anteile sind $v_{a\,b}$, v_c usw.

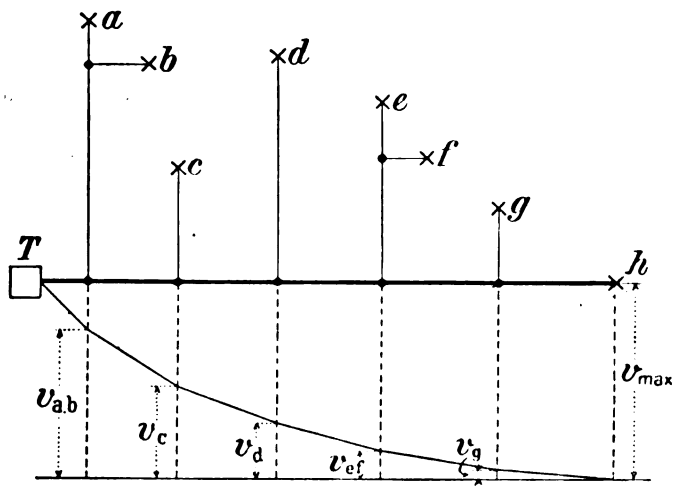


Fig. 1.

Dieser Maßnahme stehen aber meist die zulässigen Mindestquerschnitte für Kupferleitungen und andere Rücksichten entgegen. Es liegt nun nahe, Eisen- oder Stahldrähte zu verwenden. Und in der Tat möchte ich anregen, Eisen bezw. Stahl in Form gut verzinkter Drähte allgemeiner in solchen Verteilungsnetzen zu verwenden. Wegen der hohen Festigkeit lassen sich die Leitungen auf weit größere Entfernungen und auch mit geringerem Durchhang spannen. Wenn auch die Verwendung von Stahldrähten im allgemeinen auf die Verbindungsleitungen derjenigen Konsumenten beschränkt ist, welche in der Nähe der Speisepunkte liegen, so lassen sich bei konsequenter Durchführung dieser Maßnahme an Leitungsmaterial, Isolatoren, Masten und Montagekosten erhebliche Summen sparen. Wohl erfordern die Anschlüsse an die Kupferleitungen eine gewisse Vorsicht wegen der elektrochemischen Wechselwirkung, doch lassen sich für diesen Zweck leicht geeignete Klemmen schaffen.

Eine weitere Möglichkeit, die Gestehungskosten sowohl der Hochspannungs- wie auch der Niederspannungsnetze bei Drehstromanlagen zu vermindern, bietet die Anwendung der nachstehend beschriebenen Leitungsanordnung. Diese ist an sich nicht neu, aber nicht allgemein bekannt.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß alle Wechselstromverteilungssysteme elektrischer Energie hinsichtlich des Bedarfes an Leitungsmetall gleichwertig sind, wenn sie auf der Grundlage gleicher Maximalspannungen irgendeines Leiters gegen Erde verglichen werden. Dagegen unterscheiden sich die verschiedenen Systeme sehr wesentlich voneinander, wenn der Vergleich auf Grund der Spannungen, welche zwischen den einzelnen Leitern eines Systems auftreten (Betriebsspannungen), stattfindet, wobei natürlich gleiche Leitungsverluste vorausgesetzt sind. Auf dieser Grundlage verglichen, zeigt zum Beispiel das Drehstromsystem eine wesentliche Überlegenheit gegenüber den anderen Systemen.

Eine weitere bedeutende Ersparnis an Leitungsmaterial ließe sich bei allen Leitungssystemen in bekannter Weise dadurch erreichen, daß man eine Leitung des Systems

Digitized by Google

durch die Erde ersetzt (in Gleichstrom-Hochspannungsanlagen bereits ausgeführt), so daß zum Beispiel eine Drehstromleitung gebildet werden kann aus zwei isolierten Leitungen und der Erde als Rückleitung. Die Ausführung dieser Idee stößt jedoch auf praktische Schwierigkeiten, einerseits wegen der Unzuverlässigkeit der Leitfähigkeit der Erde, andererseits wegen der Gefahren und Unzuträglichkeiten, welche die dabei in der Erde auftretenden Spannungsdifferenzen für andere elektrische Anlagen, wie Telegraphen und für Lebewesen im Gefolge haben.

Da bei einer solchen Anordnung zum Beispiel die dritte Leitung eines Drehstromsystems nicht unterdrückt, sondern nur durch die Erde ersetzt ist, fallen hiebei auch die Verluste in der Rückleitung nicht fort, welche vom Ohmschen Widerstand derselben abhängig bleiben.

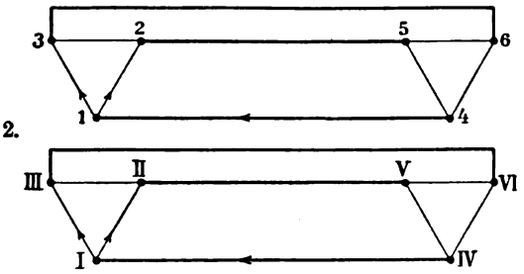


Fig. 2.

Bei der vorliegenden Anordnung wird dagegen die Rückleitung vollständig unterdrückt, wobei zwei Drehstromsysteme in besonderer Weise miteinander kombiniert werden. Um die Schaltung zu erläutern, werden zunächst zwei einfache voneinander unabhängige Drehstromsysteme betrachtet, in welchen Wechselströme von der gleichen Periodenzahl fließen. (Fig. 2.) Wir haben hier den Fall, der in der Praxis stets dann vorliegt, wenn zum Beispiel von einer Stromerzeugungsstelle nach einer Verbrauchsstelle zwei Drehstromleitungen führen, ein Fall, der sehr häufig eintritt.

Mit 1, 2, 3 bezw. *I*, *II*, *III* seien die Sekundärklemmen der stromabgebenden und mit 4, 5, 6 bezw. *IV*, *V*, *VI* die Primärklemmen der stromaufnehmenden Transformatoren bezeichnet. Die Ströme in den einzelnen Leitern des zweiten Systems sind in jedem Momente gleichgerichtet den Strömen in den entsprechenden Leitern des ersten Systems. So sind zum Beispiel die Ströme in den Leitungen 1—4 und *I*—*IV* bezw. 2—5 und *II*—*V* bezw. 3—6 und *III*—*VI* in jedem Momente von gleicher Richtung, das heißt, es fließt zum Beispiel in der Leitung 1—4 der Strom stets im gleichen Momente von 4 nach 1, wenn er in der Leitung *I*—*IV* von *IV* nach *I* fließt. Ganz analog sind die Verhältnisse in den anderen Leitungen bezw. Wicklungen.

Würde man, gleiche Belastung in beiden Systemen vorausgesetzt, die entsprechenden Klemmen der stromabgebenden und stromaufnehmenden Transformatoren miteinander verbinden, also zum Beispiel die Klemme 1 mit *I* und 4 mit *IV*, so würde an der vorhandenen Stromverteilung nichts geändert werden. Würde man dagegen nicht entsprechende Klemmen miteinander verbinden, so zum Beispiel die Klemme 1 mit *II* und 4 mit *V*, so tritt eine Serienschaltung der Wicklungen 1—2 und *I*—*II* ein, in welchen die Ströme in jedem Momente in derselben Richtung von *I* nach *II* bezw. von 1 nach 2 fließen. Der Strom in der Wicklung *I*—*II* tritt nicht in die Leitung *II*—*V*, sondern in die Wicklung 1—2 ein. Eine der Leitungen 1—4 oder *II*—*V* kann somit wegfallen und die zusammengelegten Systeme würden mit fünf statt mit sechs Leitungen arbeiten können.

Eine derartige Kombination würde kaum so wesentliche Vorteile bieten, daß man dafür ihre Nachteile in Kauf nehmen würde. Dagegen ergeben sich sehr wesentliche Ersparnisse an Leitungsmaterial, wenn man die Kombination der beiden Systeme gemäß vorliegender Anordnung bewerkstelligt.

Es seien zunächst zwei voneinander vollständig unabhängige Drehstromsysteme vorhanden, in welchen Wechselströme von gleicher Periodenzahl zirkulieren (Fig. 3). *a*—*b*—*c* bezw. *d*—*e*—*f* seien die sekundären bezw. primären Klemmen der stromabgebenden bezw. stromaufnehmenden Transformatoren des einen Systems. a—b—c bezw. b—e—f seien die sekundären bezw. primären Klemmen der stromabgebenden bezw. stromaufnehmenden Transformatoren des anderen Systems. Die Ströme in den einzelnen Leitern des zweiten Systems sind in jedem Momente von entgegen-

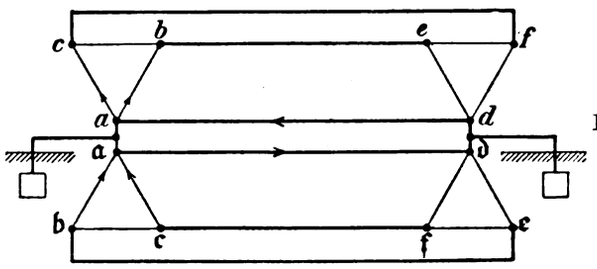


Fig. 3.

gesetzter Richtung, wie die Ströme in den entsprechenden Leitern des ersten Systems. So fließt zum Beispiel in einem bestimmten Moment der Strom in der Wicklung *a*—*b* von *a* nach *b*, dagegen in der Wicklung a—b von b nach a. Analog ist der Zustand in den beiden anderen Phasen, überhaupt in allen entsprechenden Leitern der beiden Systeme. Insbesondere fließen auch in den Leitungen *a*—*d* bezw. a—b und *b*—*e* bezw. b—e und *c*—*f* bezw. c—f in jedem Moment Ströme von entgegengesetzter Richtung. Es fließt somit stets in dem einen System in einem bestimmten Leiter ein Strom zum Beispiel zu einer bestimmten Klemme, während im selben Moment im anderen System in dem entsprechenden Leiter ein Strom von der entsprechenden Klemme weg fließt.

Werden nun die Punkte *a*, a der Wicklungen *a*—*b*—*c* und a—b—c und die Punkte *d*, b der Wicklungen *d*—*e*—*f* und b—e—f miteinander verbunden, so fließt nunmehr in den beiden Leitungen *a*—*d* und a—b nur noch die Differenz der Ströme, von welchen sie vorher durchflossen wurden. Sind die Belastungen in den beiden Übertragungssystemen gleich, so werden die Leitungen *a*—*d*, a—b stromlos. Sorgt man also dafür, zum Beispiel durch geeignete Schaltung der Transformatoren auf der Niederspannungsseite, daß die Belastungen in den beiden Systemen stets gleich sind, so kann man die Leitungen *a*—*d* und a—b gänzlich fortfallen lassen. Damit fallen aber auch die Verluste und der Ohmsche Spannungsabfall in diesen Leitungen fort, so daß die übrigen Leitungen entsprechend höher belastet werden können.

Es ändert an dem Prinzip der Schaltung nichts, wenn eine oder beide Hälften des kombinierten Systems, also *a*—*b*—*c*—*d*—*e*—*f* oder a—b—c—b—e—f in mehrere parallelgeschaltete Stromkreise aufgelöst werden, welche aber alle die gemeinschaftlichen Punkte *a*—a bezw. *d*—b haben. Selbstverständlich können die Wicklungen der Transformatoren auch durch Wicklungen von Generatoren und Motoren ersetzt werden.

Würde man bei zwei Drehstromsystemen, bei welchen in den entsprechenden Leitern die Ströme in entgegengesetztem Sinne fließen, nicht die entsprechenden, sondern zwei andere Phasen vereinigen, so würde in der gemein-

Digitized by Google

schaftlichen Rückleitung eine teilweise (geometrische) Summierung der Einzelströme eintreten.

Bei dem vorgeschlagenen Leitungssystem kommt die Erde als Rückleitung gar nicht in Frage. Die Erdung der Punkte a, $\mathfrak{a}$ bezw. d, $\mathfrak{d}$ hat lediglich den Zweck, die Potentiale der einzelnen Leiter der kombinierten Leitungssysteme mit Rücksicht auf die Isolation gleichmäßig auf beide Seiten des Erdpotentials zu verteilen. Die Punkte a, $\mathfrak{a}$ bezw. d, $\mathfrak{d}$ sind die neutralen Punkte des kombinierten Systems analog dem neutralen Punkte jedes normalen Drehstromsystems.

Die beschriebene Anordnung bietet die Vorteile, daß:

1. die Leitungen höher belastet werden können, da mit dem Wegfall der Rückleitungen auch die Effektverluste in diesen wegfallen;

2. die Zahl der Leiter nur vier statt sechs beträgt. Dadurch erniedrigen sich nicht nur die Kosten für die Leitungen selbst, sondern auch diejenigen für Masten, Isolatoren und Montage.

Die Vorteile des beschriebenen Leitungssystems springen besonders dann hervor, wenn man die Spannung gegen Erde, also zwischen den Punkten a—c, a—b bezw. $\mathfrak{a}$—$\mathfrak{c}$, $\mathfrak{a}$—$\mathfrak{b}$ und d—e, d—f bezw. $\mathfrak{d}$—$\mathfrak{e}$, $\mathfrak{d}$—$\mathfrak{f}$ um 41% gegenüber derjenigen zwischen dem neutralen Punkte und einem Außenleiter eines normalen Drehstromsystems erhöht und das kombinierte System dann mit zwei unabhängigen Drehstromsystemen vergleicht.

Man hat dann bei derselben zu übertragenden Leistung nur vier Leitungen gegenüber sechs bei zwei unabhängigen Systemen beim gleichen Querschnitt der Leitungen und denselben Gesamtverlusten. Dabei sind die Unkosten für die Isolation der vier Leitungen niedriger, wie für diejenige der sechs Leitungen.

Die Betriebsspannungen zwischen den Punkten a—b, b—c, c—a bezw. $\mathfrak{a}$—$\mathfrak{b}$, $\mathfrak{b}$—$\mathfrak{c}$, $\mathfrak{c}$—$\mathfrak{a}$ betragen nur 82% derjenigen zwischen den einzelnen Leitern der unabhängigen Systeme.

Der prozentuale Spannungsverlust ist allerdings ungleichmäßig verteilt. Er beträgt zwischen den Punkten a—b, a—c bezw. $\mathfrak{a}$—$\mathfrak{b}$, $\mathfrak{a}$—$\mathfrak{c}$ 87%, zwischen den Punkten b—c und $\mathfrak{b}$—$\mathfrak{c}$ jedoch 150% desjenigen zwischen den einzelnen Leitern der unabhängigen Systeme. Diese Unsymmetrie kann durch die Schaltung der Transformatorenwicklungen größtenteils ausgeglichen werden.

Der Vergleich kann auch auf anderer Grundlage ausgeführt werden. Es seien auf der einen Seite zwei unabhängige Systeme mit der Phasenspannung e und der Linienspannung $E = e\sqrt{3}$ angenommen. Die Phasenspannung e ist gleichzeitig die Spannung gegen Erde. Auf der anderen Seite seien diese beiden Systeme in der angegebenen Weise kombiniert. Die Spannung gegen Erde beträgt hier $E = e\sqrt{3}$. Zwischen den Punkten $c - b$ bezw. $b - \mathfrak{c}$ zum Beispiel beträgt die Spannung ebenfalls E, dagegen zwischen den Punkten $b - \mathfrak{b}$ bezw. $c - \mathfrak{c}$ beträgt der Spannungsunterschied $2 . E$. Sind also die Leitungen $b - e$, $c - f$ bezw. $\mathfrak{b} - \mathfrak{e}$, $\mathfrak{c} - \mathfrak{f}$ auf einem Gestänge montiert, so tritt zwischen je zwei dieser Leitungen die doppelte Spannungsdifferenz auf, wie bei den unabhängigen Systemen.

Das kombinierte System überträgt demgegenüber dieselbe Leistung wie die beiden unabhängigen Systeme mit nur vier Leitungen statt sechs vom gleichen Querschnitt bei nur zwei Drittel der Kupferverluste. Die Isolation ist tatsächlich bei beiden Systemen dieselbe, denn in der Praxis werden sowohl Maschinen wie Apparate als auch meist die Leitungen für die volle Betriebsspannung isoliert. Höhere Spannungen gegen Erde als $E = e\sqrt{3}$ können beim kombinierten System nicht eintreten, da die neutralen Punkte widerstandslos auf solide Weise zu erden sind; dies ist eine Vorbedingung und auch zulässig. Ob die fast allgemein verbreitete Abneigung gegen einseitige Erdung nicht zum Teil auf einem gewohnheitsmäßigen Vorurteil beruht und im Laufe der Zeit nicht einer Wandlung unterworfen sein könnte, möge dahingestellt bleiben.

Die erhöhte Spannung zwischen je zwei der vier Leitungen berechtigt Bedenken hinsichtlich der Koronabildung, die vor allem wegen der damit verbundenen Ozonerzeugung zu unterdrücken ist. Die Wirkung der erhöhten Spannung müßte nach Möglichkeit durch den Leiterabstand ausgeglichen werden. Sodann aber wird meist der Fall vorliegen, daß die vier Leitungen nicht auf einem Gestänge liegen, so daß die für die Koronabildung maßgebende Spannungsdifferenz nicht größer ist als die Betriebsspannung bei den unabhängigen Systemen.

Ist bei der Wahl eines Leitungssystems einzig die Spannung gegen Erde maßgebend, so stellt sich naturgemäß ein einfaches normales Drehstromsystem günstiger, denn bei gleicher Spannung gegen Erde kann bei gleichen Ohmschen Leitungsverlusten mit drei Leitungen dieselbe Leistung übertragen werden, wie mit den vier Leitungen des kombinierten Systems.

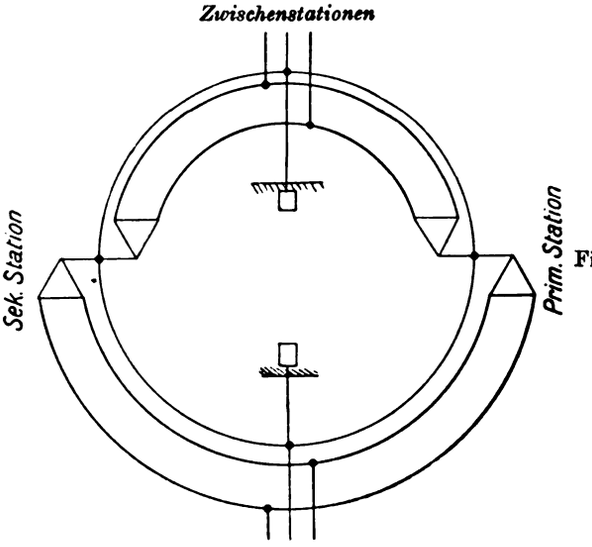


Fig. 4.

Ist dagegen die Betriebsspannung maßgebend, oder führen nach einem Verbrauchszentrum aus Sicherheitsgründen zwei Leitungsstränge (Fig. 4), so ist das kombinierte System im Vorteil.

Im Falle des Defektwerdens einer Leitungshälfte kann die andere selbständig weiter betrieben werden, indem man als Rückleitung eventuell vorhandene Blitzschutzdrähte, oder die Leitungen des defekten Stranges benutzt, wobei diese zu erden sind.

Die Leitungsstränge a, b, c nach d, e, f bezw. $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{c}$ nach $\mathfrak{d}$, $\mathfrak{e}$, $\mathfrak{f}$ können auch auf getrennten Wegen geführt werden und sich zu einer Ringleitung ergänzen, vor allem dann, wenn auf der Strecke weitere Stromabgabestellen liegen (Fig. 4). In diesem Falle können die Leitungen a—d und $\mathfrak{a}$—$\mathfrak{d}$ natürlich nicht wegfallen, da sie mit den Strömen belastet sind, welche in den Zwischenstationen abgegeben werden. Sie können aber bedeutend schwächer gehalten werden wie die Hauptleitungen und werden zweckmäßig durch die geerdeten Blitzschutzdrähte gebildet, welche zum Schutze der Anlage ohnedies empfehlenswert sind.

Digitized by Google

Es ist darauf hinzuweisen, daß das beschriebene Leitungssystem, bestehend aus vier auf demselben Gestänge symmetrisch verlegten Leitungen elektrisch vollständig symmetrisch ist und daß insbesondere durch seine elektrostatischen Eigenschaften keine Unsymmetrien in der Stromverteilung auftreten, sofern die Belastung symmetrisch ist.

Werden mehrere Leitungsstränge auf einem Gestänge geführt, so können die Leiter der einzelnen Phasen so angeordnet werden, daß zwischen den benachbarten Leitungen eine kleinste Potentialdifferenz herrscht. Dieser Zustand ist mit Rücksicht auf die elektrischen Eigenschaften der Leitung im allgemeinen wünschenswert.

Unter Bezugnahme auf Fig. 4 sei noch folgendes erwähnt. Die als dritte Phase benutzte Blitzschutzleitung wird bei ungleicher Belastung der beiden Netzhälften von Strömen durchflossen, welche in ihr ein gewisses Spannungsgefälle hervorrufen. Wäre diese Leitung durchwegs geerdet, so könnten unter dem Einflusse dieses Spannungsgefälles vagabundierende Ströme von unzulässiger Stärke auftreten. Um dies zu vermeiden, wird man die neutrale Leitung isolieren. Die Isolatoren brauchen dabei nur für eine sehr niedrige Spannung bemessen zu werden. Zweckmäßig findet dann die dauernde Erdung nicht an den Enden der Leitung, sondern etwa in derMitte statt, wodurch sich das maximale Potential gegen Erde halbiert.

Um statischen Entladungen oder direkten Blitzschlägen einen bequemen Ausgleich zur Erde zu verschaffen, wird ferner die Leitung über zahlreiche Funkenstrecken geerdet. Diese Funkenstrecken können von einfachster Konstruktion sein, weil nach dem Ausgleich der Lichtbogen sofort erlischt, da ja an der jeweils überschlagenen Funkenstrecke die Leitung das Potential der Erde annimmt. Um besondere Konstruktionselemente für diese Funkenstrecken entbehrlich zu machen, können die Armaturen der Isolatoren (Stütze und Kappe) entsprechend ausgebildet werden.

Hinsichtlich etwaiger Bedenken gegen die Erdung einer Phase im allgemeinen, verweise ich darauf, daß diese Erdung aus anderen Gründen bereits von namhaften Fachleuten vorgeschlagen wurde und daß auch Netze großer Werke im Betriebe sind, bei welchen ein Pol geerdet ist. Bei der vorgeschlagenen Leitungsanordnung dürfte im übrigen die Erdung der neutralen Leitung kaum andere unerwünschte Folgen haben, wie etwa die Erdung des neutralen Punktes in Drehstromanlagen, welche fast allgemein, wenn auch meist über Widerstände, angewendet wird.

Der Zweck dieser Zeilen ist dazu anzuregen, beim Entwurf von Überland-Verteilungsnetzen eine ganz besondere Sorgfalt anzuwenden, um deren Gestehungskosten herabzumindern. Dies wird in der Zukunft besonders notwendig sein, denn es ist ein wirtschaftlich schwieriges Problem diejenigen weitläufigen und weniger vorteilhaften Gebiete mit Strom zu versorgen, welche übrig bleiben, nachdem die aussichtsreichen versorgt sind, und zwar meist ohne die geringste Rücksicht auf jene zu nehmen.

Die Versorgung dieser Gebiete auf dauernd wirklich wirtschaftliche Weise ist im allgemeinen nur möglich, wenn das Leitungsnetz mit einem minimalen Kapitalaufwand hergestellt wird, ohne daß Zweckmäßigkeit und Festigkeit darunter leiden. Mit der Wahl sehr hoher Spannungen allein kommt man nicht an das Ziel, denn solche Anlagen sind sehr teuer und im allgemeinen nur rentabel, wenn große Leistungen und vor allem eine gute Grundbelastung in Frage kommen.

Solche Leitungsnetze können nur auf Grund eines fest aufgestellten Bauprogramms nach einem wohldurchdachten System ausgebaut werden, das alle günstigen Umstände ausnutzt und die ungünstigen sorgfältig berücksichtigt. Es ist deshalb der Entschluß der Kgl. bayerischen Staatsregierung, das Königreich in vollem Umfange nach einem festen Plan mit elektrischer Energie zu versorgen, als ein bahnbrechender Versuch lebhaft zu begrüßen. Noch wertvoller wäre es allerdings gewesen, wenn dieser Entschluß schon früher in die Tat umgesetzt worden wäre.

Zur Berechnung von elektromagnetischen Lüftungsbremsen.

Von Ing. **Ernst Schwarz.**

In Heft Nr. 9 dieser Zeitschrift vom 1. März l. J. wurde die Durchrechnung einer elektromagnetischen Lüftungsbremse angegeben. Für Projektierungszwecke und zur Ermittlung von Konstruktionsunterlagen erscheint die dort beschriebene, ausführliche Methode vielleicht zu umständlich und dürfte als Ergänzung dazu eine Berechnung erwünscht sein, welche es ermöglicht, auf einfachstem Wege und dabei tunlichst genau den für ein Windwerk erforderlichen Bremsmagneten seiner Größe nach festzustellen, wie dies für die erwähnten Zwecke notwendig ist. Wir wollen eine Beziehung zwischen der Hubarbeit des Bremsmagneten einerseits und dem Bremsdrehmoment sowie der Tourenzahl an der Bremswelle andererseits aufstellen, so daß es möglich ist, für jeden besonderen Fall durch eine einfache Multiplikation die Hubarbeit des Bremsmagneten zu berechnen. Selbstredend kann die Rechnung auch dazu dienen, bei vorhandenen Winden sofort das Auslangen mit einem Bremsmagneten gegebener Hubarbeit zu kontrollieren.

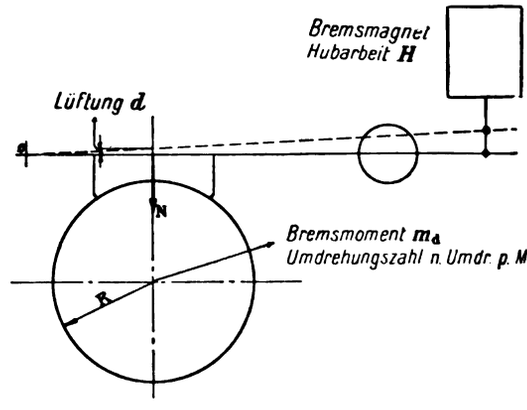


Fig. 1.

In der schematischen Skizze einer Backenbremse Fig. 1 bezeichnen:

- H die Hubarbeit am Bremshebel in *kg/cm*.
- R den Halbmesser der Bremsscheibe in *cm*.
- N den Bremsdruck am Bremsklotz in *kg*.
- μ den Reibungskoeffizienten für die Materialien der Bremsflächen.
- m_d das Bremsmoment an der Bremswelle.
- d die unbedingt erforderliche Lüftung des Bremsklotzes zur vollständigen Freigabe der Bremsscheibe in *cm*.
- v_{max} die maximal zulässige Umfangsgeschwindigkeit der Bremsscheibe. Mit Rücksicht auf die Abnutzung der Bremsflächen ist man mit der Größe von v_{max} beschränkt und haben die Erfahrungen gelehrt, daß man v_{max} zweckmäßig mit 20 bis 25 *m*

Digitized by Google

pro Sekunde, das ist 2000 bis 2500 *cm* pro Sekunde annehmen kann.

n Umdrehungszahl der Bremswelle in der Minute.

Es bestehen nun folgende Beziehungen:

$$H = N \,.\, d \quad \ldots\ldots \quad 1),$$

$$\mu \,.\, N = \frac{m_d}{R} \quad \ldots\ldots \quad 2),$$

$$R = \frac{v_{max} \,.\, 60}{2\,\pi \,.\, n} \quad \ldots\ldots \quad 3).$$

Aus dem Artikel in Heft Nr. 9, Absatz II ist uns bekannt, daß wir zur Erzielung einer möglichst günstigen Bremswirkung den Halbmesser der Bremsscheibe so groß als möglich machen sollen. Wir werden daher annehmen, daß der Halbmesser R nach Gleichung 3) so groß gemacht wird, als es v_{max} die maximale Umfangsgeschwindigkeit an der Bremsscheibe nur zuläßt. Es ergeben sich unter Annahme $v_{max} = 2000$ bis 2500 *cm* pro Sekunde folgende Bremsscheibenhalbmesser für einige gebräuchliche Tourenzahlen:

n U. p. M.	R *cm* ($v_{max} = 2500$ *cm*/Sek.)	R *cm* ($v_{max} = 2000$ *cm*/Sek.)
700	34·0	27·0
900	27·0	21·5
1 200	20·0	16·0
1 400	17·0	13·5

Aus Gleichungen 1 bis 3 ergeben sich:

$$N = \frac{2\,\pi}{v_{max} \,.\, 60 \,.\, \mu} \,.\, m_d \,.\, n,$$

$$H = \frac{2 \,.\, \pi \,.\, d}{v_{max} \,.\, 60 \,.\, \mu} \,.\, m_d \,.\, n \quad \ldots\ldots \quad 4).$$

Diese Gleichung 4) gibt uns die gewünschte Beziehung zwischen der Hubarbeit H und dem Bremsmoment sowie der Tourenzahl der Bremswelle. Wir wollen nun die Gleichung 4) zur einfachen praktischen Verwendung ausgestalten und die einzelnen Werte einsetzen: $v_{max} = 2500$ *cm*/Sek.

Es wird dabei vorausgesetzt, daß R nach Gleichung 3) entsprechend groß ausgeführt wird. Sollte R aus irgendwelchen konstruktiven Gründen kleiner oder größer gewählt werden müssen, dann wäre für v_{max} der entsprechend richtiggestellte Wert einzusetzen. Im allgemeinen wird für normale Windwerke diese Größe von R bezw. von v_{max} ohne weiteres einzuhalten sein und das v_{max} mit dem obigen Wert einer Vorausberechnung zugrunde gelegt werden können.

$$\mu = 0{\cdot}3 \text{ bis } 0{\cdot}49.$$

Wir setzen hier die Reibungszahl für Gußeisen auf Eiche für trockene Reibflächen bei gleitender Bewegung ein. Dieser Wert beträgt (vergl. Hütte, 21. Auflage, Seite 245) 0·49. Man wird jedoch gut tun, die Reibungszahl etwas geringer anzunehmen, da eine geringe Fettschichte auf den Bremsflächen immerhin im Bereich der Möglichkeit liegt. Es ist empfehlenswert, μ mit 0·3 einzusetzen.

$$d = 0{\cdot}3 \text{ cm}.$$

Im allgemeinen hat sich dieser Wert bei Bremsen als genügend zur vollkommenen Freigabe der Bremsscheibe erwiesen. Bei Bremsen größerer Dimensionen wird es vielleicht gut sein, auf 0·4 bis 0·5 *cm* zu gehen. Wenn wir in Gleichung 3) diese Zahlenwerte einführen, so erhalten wir

$$H = \frac{2 \,.\, \pi \,.\, 0{\cdot}3}{2500 \,.\, 0{\cdot}3 \,.\, 60} \,.\, m_d \,.\, n = 0\,000042 \,.\, m_d \,.\, n \quad . \quad 5).$$

Dabei ist für n die U. p. M. und für m_d das Bremsdrehmoment in *kg/cm* einzusetzen. Um auf einfachste Weise einen Wert für das Bremsmoment m_d zu erhalten nehmen wir, wie im Artikel, Heft 9, ausgeführt, das Bremsmoment gleich dem Anzugsmoment des Motors gleich dem 2·5-fachen des normalen Drehmoments an. Man kommt erfahrungsgemäß damit reichlich aus. Eine Ausnahme bilden vielleicht nur einige Spezialfälle, bei denen es sich um besonders große Massen oder sehr bedeutende Bremsleistungen handelt, bei welchen eine genauere Berechnung des Bremsdrehmomentes notwendig ist. Wir sind daher auf Grund der Gleichung 5) ohne weiteres in der Lage, für ein bestimmtes Bremsmoment (das 2·5-fache des normalen Drehmomentes) und für eine bestimmte Tourenzahl der Bremswelle sofort die nötige Hubarbeit des Bremsmagneten festzustellen. Für viele Fälle ist es vielleicht vorteilhafter, wenn wir an Stelle des Bremsdrehmomentes und der Tourenzahl die Bremsleistung einführen, wobei wir die Bremsleistung, wie oben beim Drehmoment ausgeführt, gleich dem 2·5-fachen der Normalleistung während des konstanten Teiles der Hubperiode annehmen können. Wir wollen diese Bremsleistung mit L in *PS* bezeichnen. Bekanntlich ist

$$m_d = \frac{71620 \,.\, L}{n}.$$

Dies in Gleichung 5) eingeführt, ergibt:

$$H = 71620 \,.\, 0\,000042 \,.\, L = 3 \,.\, L \quad . \quad . \quad . \quad 6).$$

Wir führen L in *PS* = der 2·5-fachen Normalleistung ein und erhalten H, die Hubarbeit des Bremsmagneten in *kg/cm*. Voraussetzung für die Gültigkeit dieser Gleichung ist, daß das v_{max} mit 2500 *cm*/Sek. bezw. der Bremsscheibenhalbmesser dementsprechend gewählt und daß ferner die Bremskonstruktion so durchgebildet wird, daß die Hubarbeit des Magneten vollständig ausgenutzt wird, wie es in Heft 9 gezeigt wurde. Auf den nach Gleichung 5) oder Gleichung 6) errechneten Wert der Hubarbeit H ist noch ein Zuschlag von etwa 20% zu machen, und zwar 1. aus dem Grunde, weil wir bekanntlich die gesamte Hubhöhe des Bremsmagneten nicht vollständig ausnutzen können, um eine der Abnutzung der Bremsflächen Rechnung tragende Reserve zu haben, und 2. um den Wirkungsgrad der Bremsgestänge zu berücksichtigen.

Zum Schluß wollen wir ein Rechnungsbeispiel für Projektierungszwecke auf Grund obiger Gleichungen zur raschen Ermittlung einer geeigneten Bremsmagnettype für einen bestimmten Fall zeigen:

Motorleistung 7·5 *PS*,

Motortourenzahl 900 U. p. M.

Die Kupplung zwischen Motor und Schneckenwelle ist als Bremsscheibe ausgebildet, somit die Tourenzahl der Bremswelle gleich der Motortourenzahl.

Die Bremsleistung $L = 2{\cdot}5 \times 7{\cdot}5 = 18{\cdot}8$ *PS*.

Gleichung 3) ergibt einen Bremsscheibenhalbmesser $R = 27$ *cm*.

Wenn dieses R aus konstruktiven Gründen ausführbar ist, dann ergibt Gleichung 6):

$$H = 3\,L = 3 \times 18{\cdot}8 = 56{\cdot}5 \text{ cm/kg}.$$

Dazu kommt ein Aufschlag aus den erwähnten Gründen von 20%, das ergibt eine Hubarbeit von 68 *kg/cm*. Wir wählen nun unter den vorhandenen Bremsmagnettypen die nächstgrößere, also in unserem Falle 75 *cm/kg* als jene, für diesen Fall entsprechende Type.

Digitized by Google

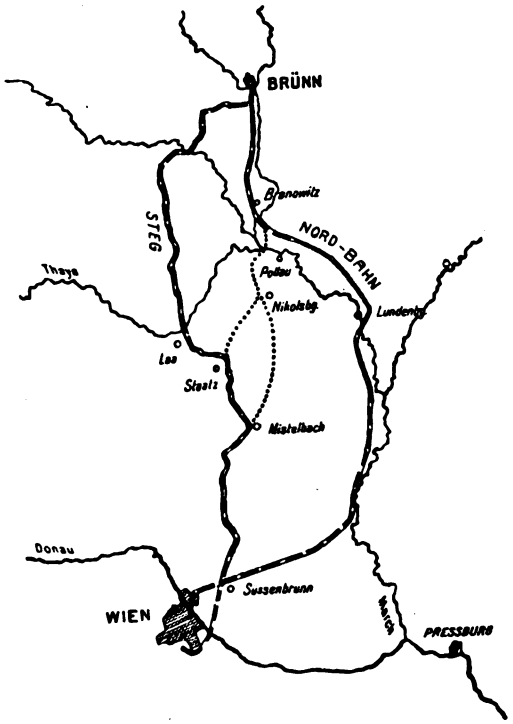
Zusammenfassung:

Im Anschluß an den Artikel in Heft 9 dieser Zeitschrift über Berechnungen von elektromagnetischen Lüftungsbremsen wird noch als Ergänzung ein Berechnungsvorgang gezeigt, welcher für gegebene Fälle auf kurzem Wege, wie es für Projektierungszwecke nötig ist, die Ermittlung der erforderlichen Hubarbeit der Bremsmagneten ermöglicht.

Elektrische Schnellbahn Wien—Brünn.

Die vielbesprochene elektrische Schnellbahn Wien—Brünn*) soll etwa zwischen den beiden bestehenden Vollbahnlinien Wien—Brünn (Fig. 1), das heißt zwischen der Nordbahn (145 *km*) und der Staatsbahnstrecke (156 *km*) über Nikolsburg verlaufen und

Fig. 1.



ausschließlich dem Personen- und Stückgutverkehr dienen. Diese von privater Seite projektierte elektrische Bahn erinnert unwillkürlich an die zahlreichen amerikanischen elektrischen Überlandbahnen und der in diesem Projekt ausgedrückte Unternehmergeist ist nirgends mehr zu begrüßen als hierzulande. Die elektrischen Überlandbahnen zur Verbindung größerer Städte haben sich in Amerika außerordentlich günstig entwickelt und haben den parallel verlaufenden Vollbahnen zum Teil derart abträglich Konkurrenz gemacht, daß sie von den Vollbahngesellschaften aufgekauft wurden. An anderen Stellen wieder haben wegen der elektrischen Konkurrenz die Vollbahngesellschaften auf Vorortestrecken den elektrischen Motorwagenbetrieb eingeführt.

Die Tatsache, daß zwischen Wien und Brünn bereits zwei staatliche Vollbahnstrecken verlaufen, zwischen denen namentlich im südlichen Teil noch eine Reihe Verbindungsstrecken eingebaut sind, muß jedoch von vornherein die Rentabilität einer dritten Linie in Frage stellen, namentlich wenn man bedenkt, daß die Staatsbahnstrecke nach der Verstaatlichung ihren Schnellzugsverkehr bis auf ein Zugspaar eingeschränkt hat und auch sonst nicht an Überlastung leidet. Auf der Nordbahnstrecke ist die Fahrzeit trotz des eingeleisigen Ausbaues Brünn—Lundenburg jetzt schon 2 Stunden 14 Minuten, die wohl leicht auf zwei Stunden gekürzt werden könnte. Wesentlich unter diese Fahrzeit wird auch die neue Schnellbahn nicht kommen.

Die älteste österreichische Vollbahnstrecke, die Nordbahnlinie Wien—Brünn, läuft durch besonders günstiges Gelände und es wäre zur Verbesserung der Linie Wien—Brünn wohl am Platze, sie als erste Vollbahnstrecke Österreichs zu elektrifizieren, bei gleichzeitigem Ausbau eines zweiten Geleises Lundenburg—Brünn. Der Strom wäre leicht aus der Zentrale der Rossitzer Elektrizitätswerke, aus den Kraftwerken der Stadt Wien und, wenn nötig, aus dem vor der Ausführung stehenden Kraftwerk der Mährisch-schlesischen Elektrizitätswerke in Mähr.-Ostrau zu beziehen.

Eine zweite Lösung zur Verbesserung des Verkehrs zwischen Wien und Brünn wäre die Verbindung der Staatsbahnlinie mit der Nordbahnlinie in der punktiert in die Fig. 1 eingezeichneten Weise: Das Verbindungsstück würde bei oder nördlich von Mistelbach von der Staatsbahnlinie abzweigen und über Nikolsburg vor Branowitz in die Nordbahnlinie einmünden. Dadurch würde die überlastete Nordbahnstrecke Wien—Lundenburg entlastet werden und gleichzeitig das Schnellbahnprojekt Wien—Brünn durch Elektrifizierung der kombinierten Strecke Wien—Mistelbach—Nikolsburg—Branowitz—Brünn realisiert werden. Allerdings müßte wohl bei dieser zweiten Lösung auch die Einmündung der Eisenbahnlinie nach Wien geändert werden, das heißt die Staatsbahnstrecke twa in der Nähe von Süßenbrunn parallel der Nordbahn geführt werden.

Niethammer.

*) Vergl. E. u. M., Anhang 1913, Seite 209, 654.

Rundschau.

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Die Turbo-Kesselspeisepumpe. O. F. Bruman. Seitdem elektrische Energie in großer Menge durch Dampfkraft erzeugt wird, wie in Überlandzentralen in kohlenreichen Gegenden oder in großen Industriebezirken, hat die Zentrifugalpumpe die hin und her gehende Duplex-Dampfpumpe für Kesselspeisung fast vollständig verdrängt. Daß die Zentrifugalpumpe erst bei Erreichung einer bestimmten Tourenzahl fördert, fällt hier nicht ins Gewicht, weil bei Verwendung eines automatischen Wasserstandsreglers die Pausen zwischen den einzelnen Speisungen bei einigermaßen ausgenützter Kesselanlage kurz ausfallen oder bei einer Mehrzahl von Kesseln überhaupt dauernd in Betrieb bleibt. Der Antrieb erfolgt elektrisch oder häufiger durch Dampf, in welchem Falle der Abdampf zur Speisewasservorwärmung dient.

Die Ausführung erfolgt meist mit Rücksicht auf die hohe Tourenzahl mehrstufig. Es wird nun die Konstruktion der Maffei-Schwartzkopff-Werke G. m. b. H. in Berlin besprochen, die übrigens neuestens auch die einstufige Bauart aufgenommen hat. Turbinen- und Pumpenrad sind fliegend angeordnet. Die Zulaufhöhe beträgt 1—2 *m*, da ein Ansaugen des oft eine Temperatur von 100° C betragenden Wassers häufig unmöglich ist. Die Achsenentlastung wird durch einen Differentialkolben bewirkt. Das Turbinenlaufrad ist mehrstufig ausgeführt, weist die Schaufelbefestigung von Melms & Pfenninger auf und ist für Umfangsgeschwindigkeiten von weit über 200 *m* bestimmt. Als Schaufelmaterial dient schwedisches Holzkohleneisen, die Stopfbüchsenringe werden aus Kohle hergestellt. Ein Regler schlägt bei 10% über der maximalen Tourenzahl aus und sperrt die Turbine ab. Die Dampfregelung besorgt ein Membrandruckregler.

Die Regelung der Kesselspeisepumpe erfolgt durch den Hannemannschen Druckregler, der bestrebt ist, die Differenz der Drücke am Pumpenstutzen und im Kessel konstant zu halten. Diese Differenz beträgt zirka 1—2 Atm. und ihr wird durch eine Spiralfeder das Gleichgewicht gehalten, die bei Druckabfall hinter der Pumpe das Dampfventil zur Turbine öffnet usw. Dieser Regler ist gegenüber selbst großen Schwankungen des Kesseldruckes unempfindlich. Von Hannemann rührt auch ein selbsttätiger, das Speiseventil betätigender Wasserstandsregler her, der bei Sinken des Wasserstandes unter ein gewisses Maß das Speiseventil der Turbine öffnet, so daß diese rascher zu laufen beginnt und umgekehrt.

Die Zentrifugalpumpen bedürfen bekanntlich keines Sicherheitsventils wie die Kolbenpumpen und man kann die Speiseleitung im Kessel ohne Gefahr auch von Hand absperren. Eine Rückschlagplatte in der Speiseleitung verhindert ein Zurückfließen des Kesselwassers zur Pumpe.

(Z. f. Dampfk. u. Maschinenbetr., 10. 4. 1014.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Meßtransformator für sehr geringe Stromstärken. E. Bennet. Zur Messung der Verschiebungsströme in Isolatoren und der Ladeströme in Leitungen bedient man sich zweckmäßig des Oszillographen, welcher an einem Stromtransformator angeschlossen ist, der die Messung von 0·05 bis 0·1 Milliampere bei einem Übersetzungsverhältnis von 1:100 (1:200) ermöglicht. Ein solcher Transformator der Manteltype besitzt, wie aus Fig. 1 ersichtlich, zwei auf eine Hartgummispule aufgewundene Wicklungen; die Primäre besteht aus Emaildraht (B. & S. Nr. 38), Widerstand 6650 Ω, die Sekundäre aus doppeltbesponnenem Seidendraht (Bf S. und Nr. 20), Widerstand 0·62 Ω, welcher aus drei

Digitized by Google

getrennten Spulenwicklungen Nr. 1 bis 3 besteht; der Kern aus Siliziumstahlblech besitzt den in der Figur ersichtlichen Aufbau und hat 29 *mm* Seitenlänge. Der Rahmen ist 166 *mm* lang und 108 *mm* breit. Die Eichung bei 60 ∼ ergab eine rein sinusförmige Kurve und einen sehr geringen Einfluß der höheren Harmonischen auf die Konstanten des Transformators. Die Bestimmung dieser Konstanten erfolgte nach mehreren voneinander unabhängigen Meßmethoden. Die hohe Empfindlichkeit der Einrichtung gestattet, die Koronaerscheinungen an Metalldrähten genau zu untersuchen und photographisch aufzunehmen. Ein weiteres Anwendungsgebiet bildet die Untersuchung der Leitfähigkeit der Gase, durch Messung der Ableitung zwischen den Elektroden. Es wurde die Wellenform des Stromes zwischen einer Kohlenfadenlampe und Kupferplatte beobachtet, welche im Innern der Birne angeordnet war. Die aufgenommenen Oszillogramme zeigen deutlich die Unterdrückung der negativen Halbwelle, wenn der Kohlenfaden die Kathode bildet. (Proc. A. I. E. E., April 1914.)

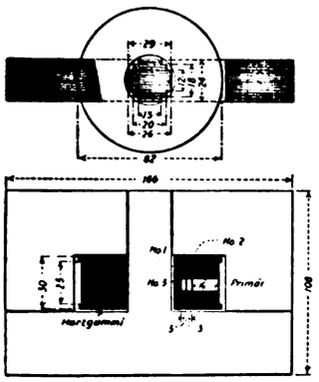


Fig. 1.

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Überspannungsschutz bei Stromwandlern. H. Gewecke. Um Induktivitäten gegen Überspannungen zu schützen, überbrückt man sie durch Ohmsche Widerstände. Was die Stromwandler anlangt, so interessiert uns die Größe des Widerstandes, da die Bedingungen eines guten Schutzes und die der geringsten Änderung der Übersetzung einander widersprechen. Der Verfasser hat Versuche an Stromwandlern für 0·15 bis 10 *A* angestellt, die an eine Versuchsleitung von 50 *kV* angeschlossen waren und die Überspannungen durch Kurzschluß eines Hörnerableiters am Ende der Leitung erzeugten. Bei 48 *kV* normaler Spannung konnte so eine Überspannung (ohne Parallelwiderstand) von 76 *kV* am Wandler, durch eine parallelgelegte Funkenstrecke erzeugt, gemessen werden. Dann hat man parallel zur primären Stromwandlerwicklung Silitwiderstände verschiedener Ohmzahl gelegt und durch eine Kugelfunkenstrecke die dabei noch herrschende Überspannung gemessen.

Man fand folgende Werte:

Widerstand in Ohm .	100	200	500	1000	1600
Restspannung in *kV*.	2	3·5	7	10·2	11·5

Die Schutzwirkung nimmt also mit steigender Ohmzahl ab, aber nicht so rasch.

Bei einer zweiten Versuchsreihe hat man die primären Stromstärken am Wandler, dann die Induktion des Wandlers abgeändert, dann hat man an Stelle des Wandlers nur den Widerstand gelegt und dabei die folgenden Werte erhalten, die von den oben angegebenen nur wenig abweichen.

Widerstand in Ohm .	62	114	148	584	1149
Restspannung in *kV*	1·38	1·98	2·1	7·8	11·0

Bei den hohen Frequenzen der Überspannungswelle ist also die Größe der Induktivität im Wandler vernachlässigbar.

Weiters wurden an Stelle der Stäbe (15 *mm* stark, 150 *mm* lang) Ringe aus Silit (40 *mm* Durchmesser außen, 18 *mm* innen, 10 *mm* hoch) parallel gelegt und gefunden, daß letztere günstiger wirken. Während bei einem Stab von 500 Ohm noch 8 *kV* Restspannung und bei einem von 50 Ohm noch 2·7 *kV* Restspannung zu verzeichnen waren, ergaben sich bei Ringen der gleichen Ohmzahl nur 1·4 bezw. 1·0 *kV* an Restspannung. Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, daß durch die hohe Spannung der Widerstand des Ringes viel stärker herabgesetzt wird als der des Stabes.

Aus der vom Autor angestellten Rechnung ergibt sich, daß 500 Ohm bei Spannungen von 25 *kV* noch genügenden Schutz geben. Ist der Wandler sekundär voll belastet, was bei 15 *kV* der Fall ist, so beträgt der durch den Parallelschalterwiderstand verursachte Fehler im Übersetzungsverhältnis 0·25%. Läßt man diesen Fehler zu, so ergibt sich, daß man bei Stromwandlern von 5 bis 10 *A* mit 500 Ohm Parallelwiderstand das Auslangen findet; bei 15 bis 30 *A* primären Strom genügen 50 Ohm, bei 40 bis 200 *A* nur 5 Ohm Parallelwiderstand. Unter 5 *A* primären Strom erreichen die Widerstände hohe Werte, wenn man nicht einen größeren Fehler zuläßt. Dies ist bei Zählern, die am Stromwandler angelegt sind, nicht zulässig; dort schaltet man eine Funkenstrecke parallel, am besten solche mit Kohleelektroden.

(E. T. Z. Heft 14, 1914.)

Untersuchungen an Gebäudeblitzableitern. L. A. De Blois. Die Untersuchungen erstreckten sich auf den sichersten Blitzschutz von Gebäuden, in welchen Sprengmittel hergestellt werden. Es wurden zunächst die durch Blitzschläge hervorgerufenen sekundären Entladungen in vertikalen, geerdeten Drähten mit Hilfe des Oszillographen untersucht. Die aufgenommenen Kurven zeigen, daß die sekundären Entladeströme aperiodisch verlaufen; es wird angenommen, daß es sich um Hochfrequenzströme handelt, die durch vertikal verlaufende Halbwellen hervorgerufen werden.

Die Untersuchung der primären Wirkungen der Blitzschläge und der Schutzvorrichtungen geschah mit Hilfe einer künstlichen Funkenentladestrecke von 50 *cm* Schlagweite, welche an einem kleinen Modell mit einer mittleren am Gebäude und vier außerhalb des Modells angeordneten geerdeten Auffangstangen erprobt wurde. Das Verhältnis (protective ratio) der Höhe der mittleren Auffangstange in Prozenten der Höhen der äußeren Blitzableiter ist, bei einem konstanten Abstand der Entladestrecke von 50 *cm* gegen Erde, für verschiedene Abstände *d* (in Zoll engl.) und Stangenhöhen in Fig. 2 dargestellt. Der Wirkungsgrad der Schutzvorrichtung ist sonach in hohem Maße von der Höhe der Auffangstange und deren gegenseitigem Abstand abhängig sowie vom Abstand der Funkenstrecke (Wolke) von der mittleren Auffangstange.

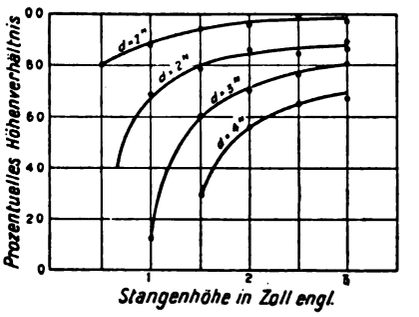


Fig. 2.

Bezeichnet H_r die Höhe der mittleren Auffangstange, H_p die Höhe des Gebäudes, *d* den seitlichen Abstand des höchsten Punktes von den seitlichen Auffangstangen und *a* den Winkel zwischen der Wolke, Auffangstange und höchstem Punkt, so ist:

$$H_r = \frac{d \operatorname{tg} a}{2} + H_p.$$

Für für größere Werte von *a* ist statt $d \operatorname{tg} a$ der Wert $K + \operatorname{tg} a$ ($K = 0{\cdot}11$) einzusetzen. Die Wahrscheinlichkeit eines Blitzschlages erhöht sich bei metallisch leitenden Gebäuden um rund 50% gegen nicht leitende.

Die Untersuchungen der sekundären (statisch induktiven) Wirkungen der Funkenentladungen zeigten, daß dieselben keine dynamischen Wirkungen zur Folge hatten; ihre Gefährlichkeit nimmt fast in gleicher Weise zu, wie diejenige der primären Entladungen.

Auf Grund dieser Untersuchungen wird als zweckmäßigster Gebäudeschutz die Anordnung vertikaler, voneinander isolierter Auffangstangen oder Rohre empfohlen, welche das Gebäude in bestimmten Abständen umgeben und mit einem geerdeten Ringleiter verbunden sind. Alle metallischen Teile des Gebäudes und im Innern desselben sind gut zu erden. Die Auffangstange muß ein guter Leiter von geringer Induktanz sein.

(Proc. A. I. E. E. April 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Über Ferrariszähler. K. Schmiedel. Bedingung bei Ferrariszählern ist bekanntlich, daß bei Phasengleichheit zwischen Spannung und Hauptstrom die magnetischen Kraftflüsse des Spannungs- und Stromkreises genau in Quadratur sind. Um dies zu erreichen, wurden zwei Wege eingeschlagen. Bei der Anordnung nach Fig. 3 werden Kurzschlußwindungen auf dem mo-

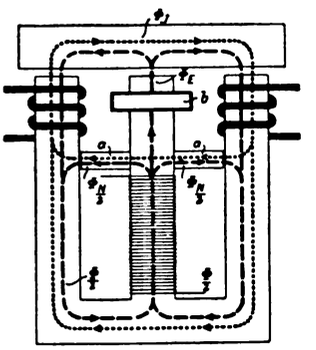


Fig. 3.

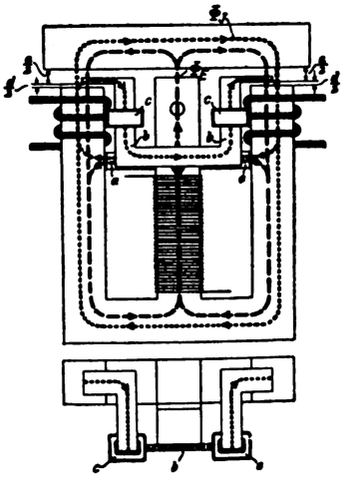


Fig. 4.

Digitized by Google

torisch wirksamen Fluß des Spannungskreises zur Einwirkung gebracht. Auf dem mittleren Eisenteil ist die Spannungsspule und eine Kurzschlußwindung b aufgebracht; a, a ist ein magnetischer Nebenschluß. Mit gestrichelten Linien ist der Kraftfluß des Spannungskreises, mit punktierten der des Hauptstromkreises bezeichnet. Die Untersuchung erstreckt sich auf den Einfluß der Änderung der elektrischen Größen auf den Winkel δ, das ist die Abweichung von der Quadratur der genannten Kraftflüsse. Man kann den Winkel δ dadurch bestimmen, daß man die Klemmenspannung gegen den Betriebsstrom solange verschiebt, bis der Zähler still steht. Es ist dann $\sin \delta = -\frac{L}{EJ}$, wenn dabei die Leistung L angezeigt wird, oder $\delta = -\frac{L}{EJ} \cdot \frac{180}{\pi}$ in Winkelgraden. Bleiben Strom und Frequenz konstant und ändert sich nur die Spannung, so bleibt δ fast ganz ungeändert. Ändert sich der Strom, so nimmt vorerst der Winkel δ bis zu 50% des Nennstromes auf einen negativen Wert ab, von dort an nimmt δ wieder langsam bis auf Null (bei Vollaststrom) zu: Bei kleinen Frequenzen wird δ negativ, bei größeren als der normalen positiv; die Änderungen sind proportional dem Strom.

Der zweite Weg, die Quadratur zu erzielen, besteht darin, den magnetischen Nebenschluß zum Hauptstrom zu beeinflussen. a, a in Fig. 4 zeigt den Nebenschluß zum Spannungskreis, $b\,b$ zum Stromkreis; dort sind die Kurzschlußwindungen $c\,c$ aufgebracht. Auch hier ändert sich δ nicht mit Spannungsänderungen; jedoch auch bei Stromänderungen ändert sich δ (von 20% des Stromes bis zu 100%) nur wenig Änderungen der Frequenz nehmen keinen Einfluß auf den Wert von δ. Die Zähler nach der Type in Fig. 4 zeigen also auch bei Strom-, Spannungs- und Frequenzänderungen und bei allen Belastungsverhältnissen richtig.

Der Verfasser untersucht den Einfluß von Strom- und Spannungswandlern, die mit dem Zähler nach Fig. 4 zusammenarbeiten, auf das Meßresultat. Beim Stromwandler ist bekanntlich Bedingung, daß der Sekundärstrom gegen den Primärstrom um 180° verschoben ist; die Abweichung davon sei mit γ bezeichnet. Ähnlich bezeichne ε die Abweichung des Phasengegensatzes bei Spannungswandlern. Die Untersuchung zeigt nun, daß Spannungsänderungen keinen Einfluß auf ε nehmen; hingegen aber Stromänderungen, und zwar von 15% des Stromes an bis gegen Nullbelastung. Die Winkel γ und δ steigen mit abnehmendem Strom erst allmählich, dann ziemlich rasch an. Bei Frequenzänderung ändern sich ferner γ und ε stark. Es geht also daraus hervor, daß Strom- und Spannungswandler das Meßresultat verschlechtern, aber nur unwesentlich. Endlich wird darauf hingewiesen, daß der mit 40 Minuten zulässige Wert für δ (sogenannte Beglaubigungsfehler) zu gering bemessen ist.

(Archiv f. El., II. Bd., 7. Heft.)

Leitungen.

Über Scheinwiderstände und einige andere elektrische Werte von Doppelleitungen. F. Lüschen. Wenn in einer Doppelleitung die Charakteristik $\mathfrak{Z}$ den Phasenwinkel Null hat, wir setzen sie dann gleich Z, und die spezifische Dämpfung β von der Frequenz der Ströme unabhängig und die Wellenlängenkonstante α der Frequenz proportional ist — Verhältnisse, die in Fernsprechleitungen, deren Induktivität durch Einschaltung von Spulen künstlich erhöht ist, für die Frequenzen der Fernsprechströme angenähert vorliegen — so liegen die Endpunkte der Vektoren, die die Scheinwiderstände bei Leerlauf und bei Kurzschluß darstellen, auf einem Kreis, und zwar für die Leerlauf- und die Kurzschlußimpedanz auf dem gleichen.

Die Gleichung dieses Kreises ist, wenn l die Länge der Leitung bedeutet:

$$(x - Z\,\mathfrak{Cot}\,2\beta l)^2 + y^2 = \frac{Z^2}{\mathfrak{Sin}^2\,2\beta l}.$$

Der Kreis liegt also symmetrisch zur x-Achse (reellen Achse) und sein Mittelpunkt ist um $Z\,\mathfrak{Cot}\,2\beta l$ nach der positiven Richtung vom Ursprung des Koordinationssystems verschoben. Die Größe des Radius ist: $r = \frac{Z}{\mathfrak{Sin}\,2\beta l}$.

Schreibt man den Wert für die Leerlaufimpedanz

$$\mathfrak{U}_1 = Z \cdot \frac{1 + e^{-2\gamma l}}{1 - e^{-2\gamma l}} = Z\,\frac{1 + e^{-2\beta l} \cdot e^{-i2\alpha l}}{1 - e^{-2\beta l} \cdot e^{-i2\alpha l}},$$

so erkennt man, daß auch die Endpunkte der Vektoren, die den Zähler und den Nenner des Faktors von Z darstellen, auf einem Kreis liegen, der zur reellen Achse symmetrisch liegt, und dessen Mittelpunkt um die Einheit nach der positiven Richtung der Achse verschoben ist. Der Radius ist $= e^{-2\beta l}$.

$\mathfrak{U}_1$ ist ein Maximum, wenn $e^{-i2\alpha l} = 1$ ist (Figur 5), das heißt, wenn $2\alpha l = 2n\pi$, wo n eine ganze Zahl ist, dann ist $\mathfrak{U}_2$ ein Minimum. $\mathfrak{U}_1$ ist ein Minimum, wenn $\alpha l = n\pi + \frac{\pi}{2}$ ist; $\mathfrak{U}_2$ ist dann ein Maximum. Wenn $\alpha l = n\pi + \frac{\pi}{4}$ ist, sind die Scheinwiderstände numerisch $= Z$, und zwar ist

$$\mathfrak{U}_1 = Z \cdot e^{-i2\varphi},$$
$$\mathfrak{U}_2 = Z \cdot e^{+i2\varphi}.$$

Für $\alpha l = n\pi + \frac{3\pi}{4}$ ergibt sich

$$\mathfrak{U}_1 = Z \cdot e^{+i2\varphi},$$
$$\mathfrak{U}_2 = Z \cdot e^{-i2\varphi},$$

wobei $\operatorname{tg}\varphi = e^{-2\beta l}$.

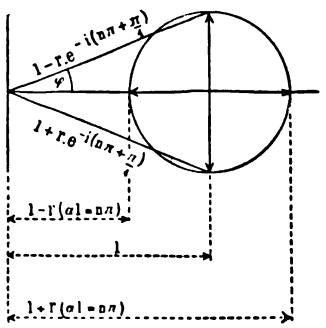


Fig. 5.

Bezeichnet man mit C die Kapazität, mit L die Induktivltät der Längeneinheit einer Doppelleitung und mit $\omega = 2\pi\nu$ die Kreisfrequenz des Wechselstromes, so ist $\alpha l = \omega\sqrt{C \cdot L} \cdot l$.

Ist ω_1 die Kreisfrequenz für den Fall, wo $\mathfrak{U}_1$ ein Maximum ist, und ω_2 die Kreisfrequenz für das nächste auf das Maximum folgende Minimum, so ergeben sich zur Bestimmung von α folgende Gleichungen:

$$\omega_1\sqrt{C \cdot L} \cdot l = n\pi$$
$$\omega_2\sqrt{C \cdot L} \cdot l = n\pi + \frac{\pi}{2}$$
$$\sqrt{C \cdot L} \cdot l = \frac{\pi}{2(\omega_2 - \omega_1)} = \frac{1}{4(\nu_2 - \nu_1)}.$$

Die Kreisfrequenz, bei der der Scheinwiderstand numerisch gleich Z ist, beträgt $\omega_z = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$ und die Frequenz in der Sekunde $\nu_z = \frac{\nu_1 + \nu_2}{2}$.

An einem 14·18 *km* langem Pupinkabel mit 2 *mm* starken Leitern, für das sich bei einer Frequenz von $\nu = 750$ ergeben sollte: $\beta l = 0{\cdot}112$, $\alpha l = 2{\cdot}34$, $\mathfrak{Z} = Z \cdot e^{i\gamma} = 840 \cdot e^{-i2°18'}$, ergaben Messungen folgendes:

	$\mathfrak{U}_1$	$\mathfrak{U}_2$
ν_{Minimum}	510	995
ν_{Maximum}	995	495
ν_z	752	745
Z = Modul von $\mathfrak{U}$ bei ν_z	822 Ohm	942 Ohm
$2r$	6730 „	7550 „
2φ	+ 75° 0′	− 79° 34′
$\alpha l = \frac{2n\nu_z}{4(\nu_2 - \nu_1)}$	2·43	2·34
$\beta l = \frac{1}{2}\,\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Sin}\,\frac{Z}{r}$	0·121	0·123
$\beta l = \frac{1}{2}\ln\frac{1}{\operatorname{tg}\varphi}$	0·131	0·092

$$\gamma l = \frac{1}{2}\ln\frac{1 + \sqrt{\frac{\mathfrak{U}_2}{\mathfrak{U}_1}}}{1 - \sqrt{\frac{\mathfrak{U}_2}{\mathfrak{U}_1}}} = \beta l + i\,\alpha l = 0{\cdot}112 + i\,2{\cdot}34.$$

(Verhandlungen d. Deutschen Phys. Ges. 1914, Heft 5.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Elektrische und Dampftraktion. M. d'Aste zieht zum Vergleich die neuesten elektrischen und Dampflokomotiven heran und zeigt an Hand einer Tabelle, daß die spezifische Maschinenleistung, das heißt das Verhältnis der Leistung an der Triebachse (oder Kupplung) zum Totalgewicht der Maschine, bei Dampflokomotiven 13 *PS* pro *t* (75 *kg* pro *PS*) und bei elektrischen Loko-

Digitized by Google

motiven 20 bis 30 *PS* pro *t* (30 bis 50 *kg* pro *PS*) beträgt. Bei gleichem Gewicht hat also eine elektrische Lokomotive an der Triebachse nahezu die doppelte Leistung einer Dampflokomotive, einschließlich Tender. Noch günstiger schneidet die elektrische Lokomotive ab, wenn man die spezifische Maschinenleistung an der Kupplung vergleicht, infolge des hohen Widerstandes der rollenden Reibung der Dampflokomotiven, welcher etwa 20 *kg* pro *t* bei einer Fahrgeschwindigkeit erreicht, die einer Kolbengeschwindigkeit von 7 *m*/Sek. entspricht. Beispielsweise besitzt die französische Dampflokomotive Type Pacific, eine der stärksten europäischen Maschinen, bei 100 *km*/Std. Geschwindigkeit eine Leistung von 1200 *PS* an der Kupplung, bei 1800 *PS* an der Triebachse, entsprechend einer spezifischen Leistung an der Kupplung von 8·7 *PS* pro *t* (117 *kg* pro *t*). Diese spezifische Leistung nimmt für Güterzüge noch entsprechend ab. Bei elektrischen Lokomotiven kann der Widerstand der rollenden Reibung etwa doppelt so groß wie jener der gezogenen Wagen angenommen werden, so daß dadurch bei 100 *km*/Std. Geschwindigkeit etwa 0·35 *PS* absorbiert werden (12 *kg* pro *t*). Die spezifische Maschinenleistung an der Kupplung elektrischer Lokomotiven erreicht daher 25 *PS* pro *t* bei kleinen und 18 *PS* pro *t* bei großen Geschwindigkeiten. Was die Leistung pro Triebachse anlangt, so wird diese bei Dampflokomotiven möglichst hoch hinaufgesetzt, infolge der beschränkten Anzahl von Triebachsen, die mechanisch gekuppelt werden können; die höchste Leistung von 1000 *PS* pro Triebachse dürfte die Atlantic-Type der Pennsylvania Rd besitzen. Bei den elektrischen Lokomotiven liegen die Verhältnisse viel günstiger, da kein besonderes Interesse vorliegt, die Motorleistung auf eine geringe Anzahl Triebachsen zu vereinigen. In Europa wird das Adhäsionsgewicht elektrischer Lokomotiven auf 9 *t* pro Triebrad beschränkt, entsprechend 600 bis 750 *PS* pro Triebachse.

Bezüglich der Fahrgeschwindigkeiten ist zu bemerken, daß dieselben heute für beide Lokomotivtypen ungefähr die gleichen sind. Jedenfalls aber sind mit elektrischen Lokomotiven Geschwindigkeiten zu erreichen, die bei Dampflokomotiven ausgeschlossen sind. Während bei ersteren Geschwindigkeiten bis 200 *km*/Std. ganz gut möglich sind, sind bei letzteren derartige Geschwindigkeiten ausgeschlossen, da der dazu erforderliche Raddurchmesser an der Lokomotive nicht Platz fände. Tatsächlich sind auch mit Dampflokomotiven Geschwindigkeiten von 130 *km*/Std. in der Ebene und 145 *km*/Std. auf Gefälle nicht überschritten worden.

Die Betriebsleistung elektrischer Lokomotiven ist viel höher als jene der Dampflokomotiven. Während zum Beispiel eine gewöhnliche Vorortelokomotive kaum 100 *km* täglich während zehn Monaten des Jahres zurücklegt, sind bei einer elektrischen Lokomotive 200 bis 300 *km* täglich während elf Monaten zu erreichen. Die Maximaldauer der ununterbrochenen Fahrt einer Dampflokomotive übersteigt kaum vier Stunden bei einem zurückgelegten Weg von 300 bis 400 *km*, während bei elektrischen Lokomotiven ohne Stillstand die größten europäischen Strecken zurückgelegt werden können.

Mit Dampflokomotiven erreicht man maximal Anlaufbeschleunigungen von 0·15 bis 0·2 *m*/Sek., während dieselben beim elektrischen Betrieb das Drei- bis Vierfache betragen. Da die mittleren Geschwindigkeiten kleiner Strecken hauptsächlich vom raschen Anfahren abhängen (Vorortelinien), so ergibt sich daraus, daß beim elektrischen Betrieb viel höhere mittlere Geschwindigkeiten erreicht werden. Während Dampflokomotiven Steigungen über 40 bis 50 *mm/m* kaum zulassen, lassen sich mit elektrischen Lokomotiven solche bis 100 und 120 *mm/m* überwinden.

Die Kilometerleistung dampfbetriebener Bahnen wird durch das umständliche Vorsetzen der Lokomotiven an die Züge beträchtlich verringert, während elektrische Züge anstandslos umkehrbar auszuführen sind. Was endlich die Brennstoff- bezw. Energiekosten anlangt, ist zu bemerken, daß bei den besten Dampflokomotiven kaum ein 8% übersteigender Gesamtwirkungsgrad der zugeführten Energie im günstigsten Fall erreicht wird. Der mittlere Verbrauch der Dampflokomotiven kann nach den europäischen Statistiken mit 7 *kg* Kohle pro geförderte 100 *t/km* angenommen werden, entsprechend 3·2 *kg* Kohle pro *kWh* an der Kupplung. Beim elektrischen Betrieb kann der Energieverbrauch an der Schalttafel der Zentrale mit 4 *kWh.* pro geförderte 100 *t/km* angenommen werden. Wenn man die *kWh* an der Schalttafel der Zentrale um 3·7 bis 4·3 *H* liefern kann, was in großen elektrischen Zentralen sehr gut möglich ist, so ist damit das Gleichgewicht in den Brennstoffkosten zwischen elektrischem und Dampfbetrieb hergestellt. (Lumière Electrique, 21. u. 28. Februar 1914.)

Elektrische Apparate.

Berechnung von Gleichstromzugmagneten. Ch. R. Underhill*). Die Maxwellsche Gleichung für die Anziehungskraft beider Pole eines Stabmagneten kann für Plungermagnete mit Luftzwischenraum nicht angewendet werden, weil der Kraftfluß von der Reluktanz der Luftstrecke infolge der magnetischen Streuung nahezu unabhängig ist. Es wird an Hand der Charakteristik die Berechnung von Gleichstromzugmagneten entwickelt; die Zugkraft wird hiebei proportional der Länge des Luftspaltes (bei vernachlässigbarer Reluktanz) angenommen. Von den bekannten Gleichungen für die magnetisierende Kraft H ausgehend, werden für verschiedene Verhältniszahlen m der Länge L zum Halbmesser r der Elektromagnetspule und verschiedene Querschnitte bei gegebener Amperewindungszahl in die Werte h des Magnetisierungskoeffizienten entwickelt. Bei einer Kraftlinienzahl Φ_i im Eisen und Plungerquerschnitt S ergibt sich dann die Zugkraft D in *kg*:

$$P = \frac{\Phi_i \, in \, h}{1962 \, L} \times 10^{-4} = \frac{H S (B - H)}{1962} \times 10^{-4}$$

($H = in \, h$) sowie die Beziehungen zwischen der Plungerlänge l_p und Zugkraft bezw. dem Werte $\frac{\Phi_i}{S}$. Unter Berücksichtigung des Kraftflusses Φ_g im Luftspalt, gilt die allgemeine Beziehung für P:

$$P = \left(\frac{\Phi_g^2}{247 \, S} + \frac{\Phi_i \, in \, h}{1962 \, L} \right) \times 10^{-4}.$$

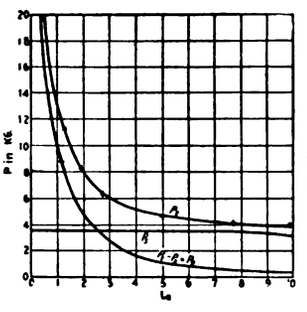


Fig. 6*a*.

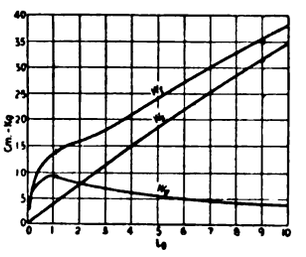


Fig. 6*b*.

Hienach lassen sich die Zugkräfte und die Plungerarbeit für verschiedene Luftspaltlängen l_g (Arbeitsschub) graphisch darstellen. In Fig. 6*a* und 6*b* bezeichnet P_t bezw. W_t die Zugkraft bezw. Arbeit des gesamten Elektromagnetsystems, W_s bezw. P_s die Arbeit bezw. Zugkraft von Plunger und Solenoid allein (bei fehlendem Anker) und W_g bezw. P_g die Differenz beider Werte. Diese Arbeit W_g wird ein Maximum, wenn das Produkt des Hubes und der Summe aller Zugkräfte in beiden Feldern (Φ_g und Φ_i) ein Maximum erreicht.

(Proc. A. I. E. E. April 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über die Wechselstromentladung geringer Stromstärke zwischen Metallelektroden. E. Merkel, Göttingen. Der Spannungsverlauf an kurzen Metallichtbögen zeigt die auffallende Eigentümlichkeit, daß die Zündspannung von einem bestimmten Elektrodenabstand abwärts von Periode zu Periode starke Schwankungen aufweist. G. Lange hat am Kohlelichtbogen ähnliche Erscheinungen festgestellt. Ferner haben Guye und Monasch gefunden, daß zwischen der Effektivspannung an den Elektroden bei konstanter kleiner Stromstärke und dem Elektrodenabstand normal eine lineare Beziehung besteht, von einem bestimmten Elektrodenabstand jedoch die effektive Spannung mit abnehmender Elektrodendistanz völlig unregelmäßig wird, so daß keine Messungen mehr möglich waren. Bei reinen Metallen lag dieser von Guye und Monasch als „kritische Zone" bezeichnete Bereich zwischen Null und 3 *mm*. Um diese Erscheinungen aufzuklären, hat Merkel besondere Versuche unternommen. Er fand, daß die beobachtete Anomalie durch Unregelmäßigkeiten des Zündgipfels der dynamischen Charakteristik bedingt wird. Durch Bestrahlung mit ultraviolettem Licht kann diese Unregelmäßigkeit beseitigt werden, woraus geschlossen werden kann, daß sie die dynamische Form des von Warburg entdeckten statischen Entladeverzuges darstellen. Es bleibt jedoch die Beziehung zwischen der dynamischen Zündspannung und dem Elektrodenabstand in der kritischen Zone auch nach dem Verschwinden der Unregelmäßigkeiten bei Bestrahlung noch mit einer Anomalie behaftet. Die Vorgänge wurden in ihrer Abhängigkeit von der effektiven Stromstärke, dem Elektrodenmaterial, dem umgebenden Gase und dessen Druck näher untersucht. Die kritische Zone ist in Wasserstoff ausgedehnter als in Luft und Kohlensäure und bei vermindertem Druck größer als bei Atmosphärendruck. In Luft ist die Zündspannung meist höher als in Wasserstoff und Kohlensäure und wächst nur in der normalen Zone proportional dem Elektrodenabstand. Die Entladungsspannung ist stets proportional dem Elektrodenabstand. Sie ist in Wasserstoff am größten, in Luft am kleinsten, der Wert für Kohlensäure liegt dazwischen. Der Einfluß des Elektrodenmateriales auf die Zünd-

*) Vergl. E. u. M. 1913, S. 262, 453 und 1912, S. 869.

Digitized by Google

spannung ist nur in Kohlensäure ein wesentlicher; die Entladungsspannung hingegen hängt in hohem Maße von ihm ab. Merkel zeigt schließlich, daß seine experimentellen Ergebnisse mit der Ionentheorie der Gasentladungserscheinungen in Einklang stehen. (Ann. d. Phys. Nr. 5, 1914.)

Über die Wiedervereinigung von Gasionen. G. Rümelin beschreibt eine direkte, das heißt keiner Einwirkung des elektrischen Feldes bedürfende Methode zur Messung der Wiedervereinigungsgeschwindigkeit von Gasionen. Da in ruhendem Gas beobachtet wird, können kleine Gasmengen verwendet werden; ferner können beliebige, zeitlich konstante Ionisatoren angewandt werden, da ein plötzliches Erlöschen der Wirkung der Strahlenquelle nicht notwendig ist. Es zeigte sich, daß bei Gasionen in Luft, die durch α- und $\beta + \gamma$-Strahlen von Uranium oder Radium entstehen, die beobachteten Resultate in keinem Falle ganz mit denen übereinstimmen, die auf Grund der Gleichung $q = \alpha n_0^2$ (q Ionisierungsstärke, α Wiedervereinigungskonstante, n_0 Ionenzahl zur Zeit $t = 0$) berechnet werden. Bei α-Strahlen ist die Differenz größer als bei $\beta + \gamma$-Strahlen. Nach dem Sinn der Abweichung haben Ionen kurzen Alters scheinbar eine höhere Wiedervereinigungsgeschwindigkeit als ältere. Rümelin hat die Formeln, die sich aus der Theorie der Gasionisation für seine Versuchsanordnung ableiten lassen, durch Einführung einer neuen Konstanten modifiziert worauf die Formeln mit den Beobachtungen in den günstigen Meßbereichen übereinstimmten. Die verschiedenen Deutungen, die dieser Konstanten gegeben werden können, beruhen alle darauf, daß neben den bekannten Ursachen des Ionenverlustes im Gasraum (Konvektion, Diffusion, Wiedervereinigung) noch eine weitere, die erzeugten Ionen zum Teil momentan wieder vernichtende Ursache vorhanden sein muß. Versuche über die Abhängigkeit der Konstante α vom Druck ergaben eine schwache Abnahme mit sinkendem Druck. (Ann. d. Phys. Nr. 6, 1914.)

Berechnung der Eigenschwingungen von Spulen mit einer Lage. W. Lenz, München. Die Berechnung der Eigenschwingungen von Spulen ist eines der wichtigsten und schwierigsten Probleme der mathematischen Physik Bisher hat sich nur Drude näher damit beschäftigt. Er nimmt an, daß die Kapazitätswirkung auf die obere und untere Endwindung konzentriert ist und kann so die Spule als Thomson-Kreis mit konzentrierter Selbstinduktion und Kapazität behandeln. Immerhin weist die Durchführung der Rechnung mancherlei Unbestimmtheiten auf. Lenz hat daher das Problem neuerdings in Angriff genommen und die Spule als ein System mit verteilter Kapazität aufgefaßt, was allerdings eine bedeutende Komplikation nach sich zieht. Die Ergebnisse sind im großen und ganzen die, daß bei kurzen und weiten Spulen die Eigenwellenlängen auf einer Wellenlängenskala weiter auseinander, bei langgestreckten Spulen hingegen näher aneinander liegen als im harmonischen Falle. Das Verhalten der Oberschwingungen ist ungemein kompliziert; mit steigender Ordnungszahl der Oberschwingungen nähert sich das Verhältnis zweier aufeinanderfolgender dem harmonischen. (Ann. d. Phys. Nr. 5, 1914.)

Chronik.

Die Deutsche Elektrotechnik im Jahre 1913. Soeben ist der Jahresbericht der Handelskammer zu Berlin für 1913 erschienen, der auch über die Lage der elektrotechnischen Industrie manches mitteilt, das bei unseren engen Beziehungen zu Deutschland auch hier Interesse erregen wird. Das Urteil über die allgemeine Geschäftslage lautet nicht günstig, vielmehr wird konstatiert, daß im großen und ganzen der Entwicklungsgang in Handel und Verkehr eine, namentlich in der zweiten Hälfte des Jahres zutage getretene, Abschwächung erfahren habe. Die Kammer glaubt eine nahe Aufbesserung der wirtschaftlichen Verhältnisse nicht in Aussicht stellen zu können. Die elektrotechnische Industrie gehört aber zu denjenigen Gewerbezweigen, die noch am günstigsten abgeschlossen haben. Die aufsteigende Linie, welche der Geschäftsgang in den vorangegangenen Jahren zeigte, fand ihre Fortsetzung, welche der fortschreitenden Verbreitung der Elektrizitätsanlagen innerhalb Europas, besonders in Rußland und vorwiegend in den außereuropäischen Ländern zuzuschreiben ist, wie überhaupt die deutsche elektrotechnische Industrie ihre Blüte zum großen Teil der ausgezeichneten Exportorganisation verdankt. Aber auch in Deutschland selbst hat die Stromversorgung weiter Landesgebiete einen neuen Anstoß erfahren durch die wachsende Erkenntnis, daß die Stromerzeugung an den Fundstätten kalorischer und hydraulischer Energie zentralisiert werden muß. Maschinenleistungen von mehr als 20 000 kW und Leitungsnetze bis zu 100 000 V Spannung gehören nicht mehr zu den Seltenheiten. Turbogeneratoren wurden bis zu 6000 kW bei 3000 U. p. M., Dampfturbinen für diese Umdrehungszahl sogar bis 8500 kW gebaut. Die ausländische Turbinenfabrikation konnte mit dieser Entwicklung nicht Schritt halten. Der Wirkungsgrad der Maschinen wurde erhöht, die Betriebssicherheit vergrößert und dabei die Gewichte verringert. Die dadurch bewirkte Steigerung der Konkurrenzfähigkeit für den Export gleicht die etwas verringerte Aufnahmefähigkeit des heimischen Marktes aus. Im Bau elektrischer Krane und Verladevorrichtungen nähert man sich amerikanischen Verhältnissen, die hinsichtlich automatischer Bewegungs- und Sicherheitsvorrichtungen bereits überholt sind. Über die Fortschritte in der Beleuchtungsindustrie wird nur auch hier Bekanntes berichtet. Es wird über das allmähliche Verschwinden der Kohlenfadenlampe, das Vordringen der Halbwattlampe, die Verbesserungen der Bogenlampe, deren Strombedarf bei günstigen Lampenkohlen bis unter 0·2 W pro HK herabgeht, berichtet. Die Bogenlampe leidet unter der Leuchtmittelsteuer mehr als andere Leuchtmittel, insbesondere auch ihre Exportfähigkeit nach den Vereinigten Staaten, welche als Grundlage für den zu entrichtenden Zoll den um die Steuer erhöhten Marktwert berechnen.

Das Geschäft in Beleuchtungskörpern litt unter dem Nachlassen der Bautätigkeit und ging im Umsatze gegen früher zurück. Die für die Ausfuhr vorwiegend arbeitenden Firmen hatten unter den ungünstigen Verhältnissen weniger zu leiden, da besonders Rußland und die überseeischen Länder eine starke Aufnahmefähigkeit zeigten. Sowohl im Inlands- wie Auslandsgeschäfte erschwerte die Geldknappheit den weniger starken Firmen die Arbeit, da lange Ziele bewilligt werden mußten. Einen weiteren Nachteil erlitten die Fabrikanten, weil sie zu Anfang des Jahres zu hohen Preisen Lagermaterial eingekauft hatten, dessen Wert infolge der späteren rückläufigen Preistendenz der Rohstoffe und Halbprodukte, hauptsächlich Kupfer, Zink und Messing, gesunken ist.

Die Kabel- und Akkumulatorenfabriken waren ausreichend beschäftigt, weniger befriedigend scheint der Absatz elektrischer Apparate und Instrumente gewesen zu sein, obwohl der Umsatz den des Vorjahres noch ein wenig übertraf. Hier machte sich aber doch das Nachlassen der Bestellungen aus den Kreisen der Industrie, das teuere Geld und die allgemeine schlechte Geschäftslage mehr geltend. Insbesondere wird auch über die sehr scharfe Konkurrenz geklagt, welche das Preisniveau andauernd sinken läßt und deshalb die Fabriken zwingt, ihre Einrichtungen ständig zu vermehren und zu verbessern.

Das Geschäft im Bau von Straßen- und Kleinbahnen entwickelte sich in befriedigender Weise; nach Wagenausrüstungen für Bahnen mit höherer Gleichstromspannung wächst die Nachfrage. Mit Neid erfahren wir, daß für die Elektrifizierung der Berliner Stadtbahn und ihre Zubringerlinien vom Landtage die Mittel bewilligt wurden und daß, obwohl die Art der Stromversorgung noch nicht völlig geklärt ist, doch schon die Ausrüstung von Probezügen in Arbeit ist. Eine erhebliche Zahl von Lokomotiven und Triebwagen wurden für die beiden deutschen elektrischen Staatsbahnstrecken in Auftrag gegeben. In der Schwachstromindustrie gab die Einführung der automatischen und halbautomatischen Fernsprechzentralen, die Verlegung von Fernsprechkabeln nach dem Pupin-System und die zunehmende Beliebtheit der Schnelltelegraphie bei den in- und ausländischen Telegraphenverwaltungen Gelegenheit zu reicher Arbeit. Ebenso macht die Anwendung der Elektrizität auf die Bewegung von Weichen und Signalen weitere Fortschritte. Im Interesse der Spezialfabriken wird gegen die Installations- und Materiallieferungsmonopole Stellung genommen und an den gemischtwirtschaftlichen Unternehmungen Kritik geübt, welche den großen Elektrizitätskonzernen zugute kommen und die bisher von ihnen unabhängigen öffentlichen Elektrizitätswerke ausliefern werden.

Bezüglich des Kartellwesens wird über die Auflösung des Glühlampensyndikates und über das Zustandekommen einer Preiskonvention hinsichtlich isolierter Leitungsdrähte und Isolierrohre berichtet. Schließlich erwähnt die Handelskammer kurz, daß die Zollpolitik und mehr noch anderweitige Maßnahmen des Auslandes im Interesse einer nationalen Industrie den Absatz in den Ländern erschweren, in denen die deutsche Elektrizitätsindustrie nicht durch eigene Fabriken vertreten ist.

Im Anschluß an diesen Bericht der Berliner Handelskammer sei erwähnt, daß die deutsche Ausfuhr an elektrotechnischen Erzeugnissen im Jahre 1913*) trotz der ungünstigen Zeiten mit glänzenden Ergebnissen abgeschlossen hat. Sie ist ganz erheblich gestiegen, nur nach Österreich-Ungarn und den Balkanländern ist sie zurückgegangen. Ihr Gesamtwert erreichte die Höhe von 290 Mill. Mark (240 Mill. Mark im Jahre 1912 und 208 Mill. Mark im Jahre 1911), ihre Gesamtmenge belief sich auf 1339 Mill. Dz. (1193 Mill. Dz. 1912 und 1076 Mill. Dz. 1911). An der Steigerung sind besonders elektrische Maschinen und in hervorragenderem Maße Stark- und Schwachstromapparate beteiligt. Der Export an Glühlampen ist etwas zurückgegangen, wenigstens dem Werte nach, und zwar von 46·572 Millionen Mark auf 45·038 Millionen Mark. Interessant ist,

*) Vergl. Heft 17, Anhang Seite 235.

Digitized by Google

daß der Durchschnittspreis für die Lampen von Mk. 1·46 im Jänner 1912 bis auf Mk. —·87 im November 1913 gesunken ist. Der Anteil Österreich-Ungarns am deutschen Export ist aber wie gesagt, nicht unerheblich gesunken. In allen Positionen, mit Ausnahme von elektrischen Apparaten, einzelnen Draht- und Kabelsorten und galvanischen Kohlen (abgesehen von Elektroden und Beleuchtungskohlen), blieb er hinter dem Vorjahre zurück. *E. Honigmann.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Quecksilberdampf-Gleichrichter.

Eine Anode für Gleichrichter für hohe Stromstärken hat die Firma Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin angegeben. Der Zweck der Erfindung ist die Erreichung eines möglichst gleichmäßigen Stromaustrittes aus der ganzen Oberfläche der Anode und somit eines Minimums an Strombelastung für die Einheit der Oberfläche. Der Anode wird zu diesem Zweck eine solche Form gegeben, daß das in ihr auftretende Potentialgefälle annähernd so groß wird, wie das Potentialgefälle des Lichtbogens zwischen der Anschlußstelle und dem von ihr entfernten Punkte der Anode. Verwirklichen läßt sich dieses Prinzip durch Anwendung einer entsprechend geformten Spirale oder eines mäanderförmigen Widerstandsgitters für die Anode oder auch einer in sich zurückgewundenen Doppelspirale von röhrenförmigem Querschnitt, um die Anode kühlen zu können.
(D. R. P. Nr. 267.832.)

Eine Erfindung der Firma Westinghouse Electric Company Limited in London betrifft eine Anordnung für die luftdichte isolierte Verbindung der Endklemmen und des Behälters bei elektrischen Apparaten, die eine Vakuumkammer haben, also vorzugsweise bei Gleichrichtern. Der Flansch 8 (Fig. 1) der Klemme wird gegen den Sitz der Packung 3 und die Packung gegen ihren Sitz auf dem Gehäuse 1 mittels einer einzigen Mutter 12, welche in einem Vorsprung 4 des Gehäuses 1 eingeschraubt ist, gepreßt, um die Endklemme von außen adjustieren zu können. (D. R. P. Nr. 265.596.)

Fig. 1.

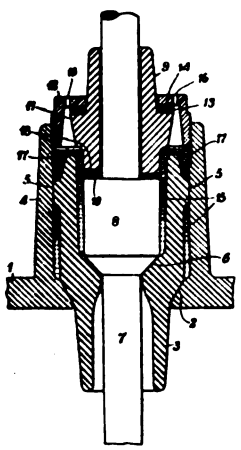
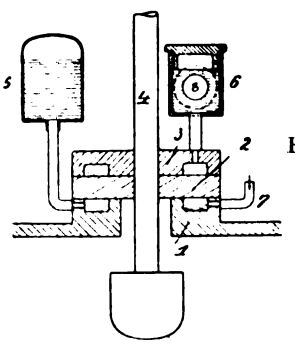


Fig. 2.



Eine Flüssigkeitsdichtung der Firma Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin zeigt die Fig. 2. Das zu dichtende Gefäß 1 ist durch ein Isolierstück 2 abgeschlossen, 4 ist die in der Abdeckplatte 3 eingelötete Elektrodeneinführung. In 1 und 3 sind Rillen zur Aufnahme der Abdichtungsflüssigkeit eingedreht, die durch Röhren mit den Druckgefäßen 5 und 6 in Verbindung stehen. Bei ortsfesten Anlagen kann man über die Flüssigkeit komprimierte Luft einführen, indem man die Flüssigkeit durch die Röhre 7 so lange einpumpt, bis die Luft in 5 einen entsprechenden Druck erreicht. Bei Gefäß 6 wird der Druck durch einen mit Luft gefüllten Gummiball 8 erzeugt, der durch Herunterschrauben des Deckels komprimiert wird.
(D. R. P. Nr. 264.679.)

Eine Einrichtung zur Erhaltung des Vakuums in Metalldampf-Gleichrichtern rührt von Dr.-Ing. Eugen Hartmann in Frankfurt a. M. her. Die Menge der durch eine Luftpumpe zu entfernenden Restgase ist bei Gleichrichtern für hohe Leistung so groß, daß nach erfolgter Inbetriebnahme die Luftpumpe noch längere Zeit hindurch an das Vakuumgefäß angeschlossen bleiben muß. Die Erfindung bezweckt, die Luftpumpenarbeit einzuschränken und geht hiebei von der Beobachtung aus, daß die anfänglich rasch abnehmenden okkludierten Gase im späteren Verlauf nur in sehr geringen Mengen, jedoch fast in gleichbleibender Quantität pro Zeiteinheit dauernd frei werden. Zur Fortschaffung dieser geringen Gasmengen genügt bereits eine Luftpumpe von verhältnismäßig kleiner Leistung. Um jedoch jeden beweglichen Teil nach Möglichkeit zu beseitigen, wird zwischen dem Luftpumpenaggregat (bestehend aus Vorvakuumpumpe und Hochvakuumpumpe) und Gleichrichter ein Vakuumreservoir eingeschaltet, dessen Volumen ein Mehrfaches des Volumens des Gleichrichters beträgt. Hiedurch wird es ermöglicht, das Aggregat oder Teile desselben auf längere Zeit abzustellen. (D. R. P. Nr. 264.675.)

Derselbe Erfinder hat eine Einrichtung zur Kühlung der Elektrodeneinführungsstellen angegeben. Die an den Anoden *a* (Fig. 3) frei werdende Wärme gelangt zu dem Elektrodenträger *b*, der, wie ersichtlich, nach zwei Richtungen hin gekühlt wird. Sowohl die Wandung g_1 des Dampfraumes als auch die Kondensationskammer *g*, sind von konzentrischen Kühlmänteln i_1 und i_2 umgeben, wobei im Sinne der Erfindung der sich zwischen beiden bildende Hohlraum von solcher Ausdehnung ist, daß das Kühlmittel, zum Beispiel Luft oder Wasser, sowohl die innere Flanke *c* des Elektrodenträgers *b* als auch die äußere Oberfläche *d* unmittelbar bespülen kann. Die vom Stromleiter *e* an *b* abgegebene Wärme kann daher sowohl nach *c* als nach *d* auf dem kürzesten Wege gelangen, wobei infolge des guten Wärmeleitungsvermögens des verfügbaren Querschnittes ein lebhafter Wärmeaustausch gewährleistet ist. Der Stromleiter *e* bleibt nach außen hin vollständig frei, es ist somit eine Kontrolle der Quecksilberdichtung *q* zu jeder Zeit durchführbar.
(D. R. P. Nr. 264.681.)

Fig. 3.

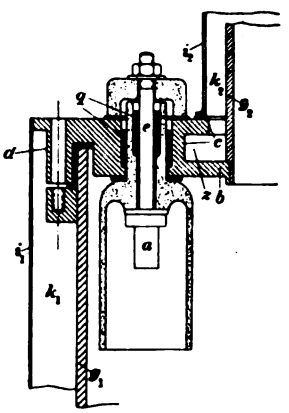
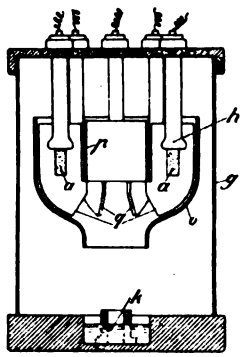


Fig. 4.



Eine weitere Erfindung desselben Erfinders betrifft einen Gleichrichter mit mehreren außerhalb der Gefäßachse befindlichen Anoden. Gemäß der Erfindung sind die Anoden *a* (Fig. 4) durch besondere radiale Zellenwände *q* voneinander getrennt. Diese Wände bieten für die aufsteigenden Dämpfe kein Hindernis, andererseits gewährleisten sie infolge der beliebig groß wählbaren Ausdehnung einen größtmöglichen Schutz. Es ist ferner vorteilhaft, die Zellenwände nach innen und außen durch zylindrische Rohre *o* und *p* zu begrenzen, wodurch die Schutzeinrichtung ein aus mehreren Schächten zusammengesetztes Zellensystem bildet. Man kann auch zwei oder mehrere Anoden in einer Zelle zusammenfassen, wenn der maximale Spannungsunterschied gering oder infolge Parallelschaltung überhaupt Null ist. Als Material für die Wände kommt zunächst Isoliermaterial, zum Beispiel Porzellan, in Betracht, doch kann bei genügend sorgfältiger Isolation auch Metall, zum Beispiel Eisenblech, verwendet werden. (D. R. P. Nr. 267.298.)

Elektrische Beleuchtung.

Bogenlampen.

a) Konstruktionen.

Die Firma Körting & Mathiesen Akt.-Ges. in Leutzsch-Leipzig baut eine Flammenbogenlampe mit mehreren oder zwei nacheinander, räumlich nebeneinander abbrennenden Elektrodenpaaren nach D. R. P. Nr. 190 265. Die Erfindung besteht darin, daß die zur Verhinderung des Beschlages an den Zündstellen der Elektroden dienenden Führungshülsen um eine Achse schwingbar angeordnet sind, damit sie in ihrer Bohrung eng gehalten sein können und Richtungsänderungen der Elektroden folgen können. Diese Verbesserung ermöglicht, die Bohrung der Hülsen eng und zylindrisch zu machen dadurch, daß die Hülsen nur um eine Achse schwingbar sind.
(D. R. P. Nr. 264 281.)

Bogenlampen der oben erwähnten Art stellen an die Einrichtung, die den Lichtbogen magnetisch beeinflußt (Blasmagnet) ganz besondere Anforderungen; es wird verlangt, daß die Lichtbögen beider Kohlenpaare möglichst gerade stehen und ferner bei zunehmendem Abbrand der Elektroden möglichst in gleicher Weise vom Blasmagneten beeinflußt werden, das heißt, daß mit zunehmendem Abbrand die Lichtbogenspannung bei beiden Elektrodenpaaren möglichst in gleicher Weise und in gleichem Maße zunimmt. Die Firma gibt nun eine besonders praktische Form für einen solchen Blasmagneten an. Dieser besteht aus einem beide Elektrodenpaare umgebenden, den Lichtbogen vor äußeren störenden Einflüssen schützenden Eisenring mit zwei gegenüberliegenden, elektromagnetisch erregten Polen, deren einer erregt wird, wenn das eine Elektrodenpaar brennt, während der andere erregt wird, wenn das andere Elektrodenpaar brennt, in Verbindung mit einer zwischen den Elektrodenpaaren hindurchgeführten Stromschleife oder einem an gleicher Stelle angebrachten Elektromagneten, der in Reihe mit einem der Hauptmagnete geschaltet ist. Das ganze Magnetsystem ist unterhalb des Brennstellers der Lampe angeordnet, so daß zwischen dem Lichtbogen und dem Blasmagneten keine größeren Metallteile liegen.
(D. R. P. Nr. 266 297.)

Eine andere Bogenlampe der obig angegebenen Type ist dadurch gekennzeichnet, daß neben der bereits bekannten, vom Ausbrand des einen Kohlenpaares abhängigen, mechanischen Festhaltung der Nachschubvorrichtung des anderen, später abbrennenden Kohlenpaares noch eine elektrische, vom Lichtbogen des brennenden Kohlenpaares abhängige Festhaltung für die Nachschubvorrichtung des zweiten Kohlenpaares vorhanden ist. (D. R. P. Nr. 271 441.)

Eine Erfindung der Firma Siemens-Schuckert Werke G. m. b. H. in Berlin bezweckt, in elektrischen Bogenlampen mit zwei nacheinander brennenden Elektrodenpaaren die Blasvorrichtung auf jedes der beiden Elektrodenpaare vollkommen symmetrisch wirken zu lassen. Zur Lösung dieser Aufgabe werden die nebeneinander liegenden

Digitized by Google

Elektrodenpaare in der Weise angeordnet, daß neben jede Elektrode des einen Paares die Elektrode entgegengesetzter Polarität des anderen Paares zu liegen kommt. Gleichzeitig ist die Blasvorrichtung derart einzurichten, daß beim Umschalten von einem Elektrodenpaar auf das andere der zwischen den beiden Paaren liegende Magnetpol seine Polarität beibehält. Um die Streuung zu regeln, werden bei einem dreipoligen Blasmagneten, dessen Außenpole entgegengesetzte Polarität haben, wie der Mittelpol, auf den Außenpolen unter sich gleiche Windungszahl bei beliebiger Windungszahl auf dem Mittelpol vorgesehen.

(D. R. P. Nr. 269 0333.)

Harry Wolf in Chaville baut eine Revolvermagazin-Bogenlampe mit elektromagnetisch beeinflußter Magazinschaltung, deren kennzeichnendes Merkmal darin liegt, daß die Magazinschaltung unmittelbar elektromagnetisch bewirkt wird und die in Brennstellung befindliche Kohle den Stromkreis des Schaltelektromagneten unterbrochen hält, der beim Abfallen des Kohlenrestes geschlossen wird. Die Führungshülse für die in Brennstellung befindliche Kohle einerseits, andererseits ein mit dieser Hülse zusammenwirkender federnder Kontakt sind in den Stromkreis des Schaltelektromagneten eingeschlossen, wobei der federnde Kontakt sich mittels eines isolierenden Fingers auf die in Brennstellung befindliche Kohle derart stützt, daß der Kontakt unterbrochen ist, während er nach Abfallen der Kohle unter Wirkung seiner Feder mit der Führungshülse in Berührung kommt und dadurch den Stromkreis schließt. (D. R. P. Nr. 266 873.)

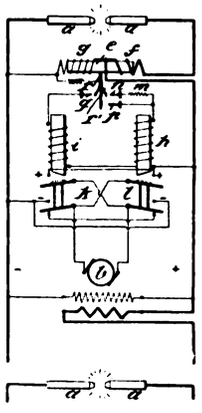


Fig. 1.

Im nachfolgenden seien einige Motorbogenlampen beschrieben.

Die Firma Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin gibt eine Bogenlampe mit Differentialrelais und zwei von diesem ein- und ausschaltbaren, den Regelungsmotor steuernden Hilfsrelais an. Die Erfindung besteht darin, daß dasjenige Hilfsrelais *h*, welches das Entfernen der Lampenelektroden voneinander bewirkt, für niedrige Spannung bemessen ist und bei der normalen Regelung über einen Vorschaltwiderstand *m*, bei der Zündung dagegen direkt an die Lampenspannung angelegt wird. Der Magnetkern des Differentialrelais wird bei der normalen Regelung durch eine Feder verhindert, die Spule des Relais *h*, welches das Entfernen der Elektroden voneinander bewirkt, anders als über den Vorschaltwiderstand *m* zu schließen. Bei Zündung wird der Magnetkern die Gegenkraft der Feder überwinden und die Relaisspule *h* direkt an die Lampenspannung anschließen (Fig. 1).

(D. R. P. Nr. 267 545.)

Ein von der Firma Körting & Mathiesen Aktiengesellschaft in Leutzsch-Leipzig gebautes Regelwerk für Motorbogenlampen besteht darin, daß die Motorscheibe die regelnde Seitenbewegung der Kohlen bewirkt und für den Kohlennachschub von Zeit zu Zeit ein Laufwerk oder dgl., an dem die Kohlen hängen, freigibt.

(D. R. P. Nr. 269 664.)

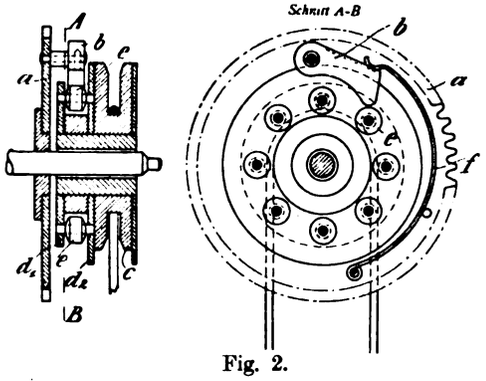


Fig. 2.

Die Firma Siemens-Schuckert Werke G. m. b. H. in Berlin gibt eine neue Einrichtung zum Befördern der Motorlampen zündung an, bestehend in einer besonderen Art des in Motorbogenlampen üblichen Gesperres zwischen dem Laufwerke und der Tragscheibe für die bewegliche Kohle. An einem oder beiden Teilen des Gesperres sind Rollen *e* angeordnet, die beim Nichtzünden der Lampe die durch das Gesperre bewirkte Verbindung von Laufwerk und Tragscheibe vorübergehend aufheben und beim jedesmaligen Niedergehen der Sperrklinke *b* dem Sperrade einen Anstoß zur Rückwärtsbewegung erteilen, so daß die Kohlen in eine hämmernde Bewegung gegeneinander versetzt werden (Fig. 2). (D. R. P. Nr. 269 847.)

Im nachstehenden werden einige Regelungsvorrichtungen für Bogenlampen beschrieben. Eine Bogenlampe, bei der das Abwärtsgleiten der Kohlenstifte durch eine magnetische Bremsvorrichtung geregelt wird, wird von Harry Wolf in Chaville angegeben. Die magnetische Bremse wirkt in der Nähe des Brennendes der Elektroden auf magnetische Einlagen in denselben, so daß mit fortschreitendem Abbrand und dementsprechend erhöhter Temperatur der magnetischen Einlage diese ihre magnetische Eigenschaften verliert und demgemäß den Nachschub der Elektroden zuläßt. Zur Umwandlung des Wechselstromes in Gleichstrom ist eine aus einem schwingenden, polarisierten, in den Wechselstromkreis eingeschalteten Unterbrecher bestehende Vorrichtung vorgesehen, um auch bei Verwendung von Wechselstrom die Bremselektromagnete durch Gleichstrom erregen zu können.

D. R. P. Nr. 266872.)

Die Firma Körting & Mathiesen Akt.-Ges. in Leutzsch-Leipzig baut eine Bogenlampe mit nebeneinander stehenden Elektroden; die Erfindung besteht in der Kombination einer Differentialregelvorrichtung für die Schweberegelung der Lampe mit einer die Elektroden bei nicht brennender Lampe festhaltenden mechanischen Kohlenhaltevorrichtung, die von Zeit zu Zeit die Kohlen nachfallen läßt, wenn sie von einem Elektromagneten ausgelöst wird, der durch die Regelvorrichtung der Lampe zu diesem Zwecke von Zeit zu Zeit eingeschaltet wird. Die Regelungsvorrichtung ist als Differentialsolenoid ausgebildet, während als Kohlenhaltevorrichtung eine einfache Bremse oder Klemme dient und der Auslöseelektromagnet parallel zu einem Abzweigwiderstand des Hauptstromkreises geschaltet ist. (D. R. P. Nr. 267 583.)

Harry Wolf in Chaville beschreibt eine Bogenlampe, bei der die Kohlenstifte durch leitende Stäbchen gestützt sind. Erfindungsgemäß werden die Stützstäbchen für die Kohlenstifte entweder aus reinem Wolfram oder aus einer Legierung von Wolfram und Kupfer, die übrigens die verschiedensten Mischungsverhältnisse aufweisen kann, hergestellt. Die Erfahrung hat bewiesen, daß solche Stützstäbchen der Temperatur des Lichtbogens vorzüglich Widerstand leisten.

(D. R. P. Nr. 269 066.)

Ferdinand Steinert in Cöln-Bickendorf gibt eine Einrichtung zum Elektrodenvorschub an Bogenlampen mit Anordnung eines besonderen Füllstreifens in einer Nut an einer Seite der Elektrode an, welcher aus einem anderen bei niedrigerer Temperatur abbrennenden, -schmelzenden, -sinternden, verdampfenden oder sich verflüchtigenden Material besteht als die Elektrode selbst, in Verbindung mit einem geeigneten, gegen das untere Ende des Füllstreifens ruhenden armförmigen Körper oder Greifer. Die Erfindung besteht darin, daß dieser Körper die Elektroden nicht selbst stützt, diese vielmehr in geeigneter Weise an einer anderen besonderen Nachschubvorrichtung gestützt oder aufgehängt sind, zum Beispiel an einem Papierstreifen mit sich einsengender Drahtschlaufe, während der Greifer derart beweglich ist, daß er beim abwechselnden Abbrennen und Wiedernachsinken des Füllstreifens in der Elektrodennut hin und her bewegt wird und dabei einen Mechanismus betätigt oder einen Kontakt abwechselnd öffnet und schließt, wodurch dann die eigentliche Nachschubvorrichtung betätigt wird. (D. R. P. Nr. 271 269.)

Um die Bogenlampenglocke von Beschlag freizuhalten, wird nach einer Erfindung der Firma Körting & Mathiesen Akt.-Ges. in Leutzsch-Leipzig dieselbe aus einem die Wärmestrahlen stark absorbierenden, zum Beispiel Eisenoxydul oder Eisenoxydulverbindungen enthaltenden Glase hergestellt.

(D. R. P. Nr. 264 647.)

Die Firma Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Berlin gibt eine Verbesserung der durch das D. R. P. Nr. 256 076*) geschützten Bogenlampe mit leuchtendem langen Lichtbogen zwischen übereinander stehenden Elektroden an. Die Verbesserung besteht darin, daß die untere Elektrode nur wenig in das den Lichtbogen umschließende Rohr hineinragt. (D. R. P. Nr. 268 259).

Einrichtungen zum Einstellen der Lichtstärke hintereinander geschalteter Differentialbogenlampen mit Hilfe eines regelbaren Vorschaltwiderstandes, wobei die Hauptstromspulen der Lampen durch Regulierspulen ersetzt sind, deren Erregerspannung von dem Vorschaltwiderstande abgenommen wird, sind bekannt. Eine weitere Ausbildung dieser Einrichtung beschreibt die obig angegebene Firma. Sie besteht in einem solchen Anschluß dieser Regulierspulen an den Vorschaltwiderstand, daß ihre Spannung sich zum Erzielen ruhigen Brennens der Lampen mit der Stromstärke im Hauptstromkreise angemessen ändert. Im Stromkreis der Regulierspulen kann ein besonders regelbarer Widerstand vorgesehen sein. (D. R. P. Nr 266 299.)

Von obiger Firma rührt weiters eine Bogenlampe für schrägstehende El ktroden her, deren Kohlenhalter längs fester Führungen verschieblich sind. Die Erfindung besteht darin, daß zum Zweck der Erzielung eines möglichst reibungsfreien Durchgangs durch die Sparerröffnungen durch Anbringen von Übergewichten an den Kohlenhaltern oder durch Anordnung ihrer Drehpunkte seitlich von der Achse der Einsteckhülsen für die Elektroden letzteren ohne weitere Nachhilfe die zum ordnungsgemäßen Brennen erforderliche Schräglage gegeben ist. (D R. P. Nr. 266 298.)

Harry Wolf in Chaville konstruiert eine Lampe, bei der der Stromkreis des Zündelektromagneten nach Bildung des Lichtbogens elektromagnetisch unterbrochen wird. Als Kern des Unterbrechungsmagneten wird eine bereits vorhandene, aus Weicheisen bestehende Verbindungsstange des Lampengestells verwendet, deren einem Ende der Unterbrecheranker gegenübersteht

(D. R. P. Nr. 269 034.)

Koch & Sterzel in Dresden geben eine Schaltung zur Speisung von Gleichstrombogenlampen aus einer Wechselstromquelle an. Die Umsetzung des Wechselstromes in Gleichstrom geschieht durch einen kommutatorartigen Gleichrichter, wobei an die Gleichstromseite des Gleichrichters die Bogenlampe unmittelbar — unter möglichster Ausschließung von Widerständen — angeschlossen ist, während das zur Erzeugung der notwendigen Elastizität erforderliche Spannungsgefälle in Gestalt eines Vorschaltwiderstandes, einer Drosselspule, eines Streutransformators auf der Wechselstromseite liegt. (Fig. 3.)) D. R. P. Nr. 265 592.)

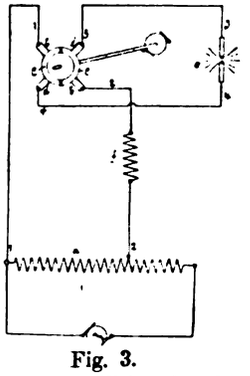


Fig. 3.

Im folgenden sind einige Projektionsbogenlampen beschrieben.

Eine solche Lampe mit gegeneinander geneigten Elektroden des Georg Koblitz in Wetzlar ist dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung des Vorschubs beider Elektroden durch ein von den Strom-

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 481.

Digitized by Google

und Spannungsverhältnissen des Lichtbogens unabhängiges Laufwerk (Uhrwerk) erfolgt, zum Zwecke, während einer bestimmten Zeit konstante Helligkeit und konstante Kraterstellung zu erzielen.

(D. R. P. Nr. 266 032.)

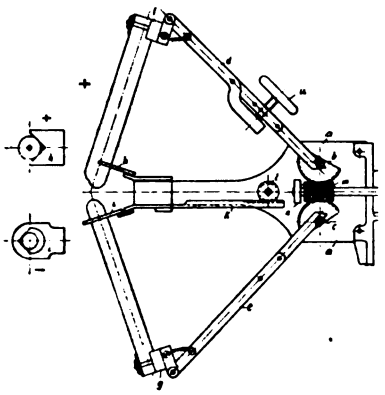


Fig. 4.

Karl Weinert in Berlin baut eine Projektionsbogenlampe, insbesondere für kinematographische Projektion, mit Hand- und automatischer Regulierung. Die Elektroden werden durch in Scharnieren oder dgl. bewegliche Halter *f*, *g* und durch Anschläge *h i* in der Nähe der Brennenden geführt, wobei die Halter zwecks Verschiebung der Kohlen in ihrer Längsachse durch Drehen der Spindel *m* und die Anschläge zwecks Verschiebung der Kohlen in seitlicher Richtung während des Brennens der Lampe von Hand eingestellt werden können. (Fig. 4.)

(D. R. P. Nr. 266 033.)

Projektionslampen für Hand- oder automatischen Betrieb mit im Winkel zueinander stehenden Kohlen, bei welchen von einer Achse aus die eine Kohle beispielsweise durch Zahnstange und die andere Kohle durch einen zweiarmigen Hebel beispielsweise mit Zahnsegment, bewegt wird, sind bekannt. Gemäß einer Erfindung der Firma Körting & Mathiesen Akt.-Ges. in Leutzsch-Leipzig wird die Aufgabe der Verstellbarkeit der Kohlen in besonders zweckmäßiger Weise dadurch gelöst, daß die beiden Arme des Hebels, der die eine Kohle bewegt, durch eine Reibungskupplung miteinander verbunden sind. Normal sind durch diese Reibungskupplung die Bewegungen beider Kohlen miteinander gekuppelt, man kann aber bei Überwindung der Reibung der Kupplung jede Kohle für sich allein bewegen.

(D. R. P. Nr. 264 040.)

Eine Aufzugvorrichtung an Masten für elektrische Lampen, bei welcher die Lampe mittels Kippbügels herausgeschwenkt wird, der Firma C. A. Schaffer in Hannover, besteht in der Verwendung einer der bekannten Leitungskupplungen mit konzentrischen Kontakten in der Weise, daß der Oberteil der Kupplung an einer festen Lyra drehbar gelagert und der Unterteil mit einem konisch gestalteten Fuß versehen ist, der sich beim Herablassen der Lampe in einen entsprechend geformten, nach vorn offenen Trichter einsetzt, der an einem Kippbügel drehbar gelagert ist, und daß bei weiterem Herablassen der Lampe das Ausschwenken des Kippbügels und hiedurch mittels einer am Kippbügel gelagerten Rolle ein Herausheben des Unterteilfußes aus dem Trichter bewirkt wird, so daß dann die Lampe frei herabgelassen werden kann. (D. R. P. Nr. 266 714.)

Heinrich Appenzeller in Kirchberg baut eine Seilentlastungsvorrichtung an Aufzugvorrichtungen, welche darin besteht, daß am Lastseil fest ein Anschlagstück so angebracht ist, daß es in der gewünschten obersten Lage der Last auf ein in der Höhenrichtung unverrückbares Widerlager aufzusitzen kommt und dadurch das Seil entlastet wird, und beim Bewegen der Last in Aufwärtsrichtung das Widerlager vom Anschlagstück beim Passieren nach der Seite verdrängt wird, nach dem Passieren aber das Widerlager unter Federwirkung in seine normale Lage zurückkehrt, und daß ferner unter dem Anschlagstück ein auf dem Seil beschränkt verschiebbares Auslöseorgan so angebracht ist, daß es das Widerlager zur Seite drängt, wenn die Last etwas über die oberste Lage gehoben wird, so daß dann das Anschlagstück und somit auch die Last sich nach unten bewegen können und bei der dann erfolgenden Abwärtsbewegung das Auslöseorgan von dem Anschlagstück mitgenommen wird und das Widerlager nach Passieren des Anschlagstückes in seine normale Lage zurückkehrt.

(Schw. P. Nr. 59 009.)

Eine von der Firma Fabrik für Beleuchtungsanlagen vormals G. Himmel G. m. b. H. in Tübingen gebaute Doppelwinde zur wagrechten Überführung und zum Ablassen der an Überspannungen aufgehängten Laternen mit zwangläufig reihenweise erfolgender Einschaltung der dazu nötigen Bewegungen ist dadurch gekennzeichnet, daß beliebig viele Umdrehungen der Windentrommeln in nur eine vollständige oder unvollständige Umdrehung eines Zahnrades oder ähnlichen Organs übersetzt werden, wodurch erreicht wird, daß der Gang der Windentrommeln in dem Windengehäuse selbst mittels mehrerer verstellbarer Anschläge sowohl beim Vor- als beim Zurückdrehen nach beliebig vielen Umdrehungen gehemmt werden kann

(D. R. P. Nr. 262 149.)

Das Wesen einer, eine Seilschmiervorrichtung für Bogenlampenaufhängungen betreffenden Erfindung besteht darin, daß zwei nach unten sich verjüngende Behälter, von denen der eine, das Schmieröl enthaltende, in seinem unteren Teile den anderen, das Schmiermittel (Filz oder dgl.) fassenden Behälter umgreift, durch Scharniere in ihrem geschlossenen und dadurch das Seil umspannenden Zustande festgehalten werden.

(D. R. P. Nr. 264 937.)

Die Firma General Composing Company G. m. b. H. in Berlin beschreibt eine selbstzündende elektrische Kerze, bei welcher nach Ausgehen des Lichtbogens die erneute Zündung durch eine unter dem Einfluß der Lichtbogenwärme in der vorausgegangenen Brennperiode leitend gewordene Masse eingeleitet wird. Die Masse findet in unterteilter Form, zum Beispiel in Form von Stegen oder Fäden, die von einer Elektrode zur anderen reichen und entweder parallel oder zickzackförmig oder spiralförmig angeordnet sein können, Verwendung. Eine Ausführungsform besteht darin, daß diese brückenbildenden Stege an ihren Enden zwischen die geschlitzten oder aus zwei Teilen bestehenden Einzelelektroden eingeklemmt sind. Eine weitere Ausführungsform besteht darin, daß die brückenbildenden Fäden um eine isolierende Platte gewickelt sind, welche entweder zwischen den Elektroden oder an den Seiten derselben angeordnet ist, wobei diese Fäden entweder auf beiden Seiten der Platte angeordnet sein können oder nur auf einer derselben.

(D. R. P. Nr. 271 423.)

Eine selbstzündende elektrische Kerze obig angegebener Firma ist dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht Halogenverbindungen der Erdmetalle, seltenen Erdmetalle oder Erdalkalimetalle oder ein Gemisch derselben allein oder mit anderen Substanzen enthält.

(D. R. P. Nr. 271 469.)

b) Elektroden.

Die Firma C. Conradty in Nürnberg beschreibt eine Bogenlampenelektrode mit einem Chemikaliengemisch an der Außenseite. Erfindungsgemäß ist die Kohlenfläche zum Zwecke des Hochziehens der flüssigen Chemikalien zum Lichtbogen und besseren Haftens des Überzuges aufgerauht. (D. R. P. Nr. 269 504.)

Bei Bogenlampen mit parallelen Elektroden nach Art der Jablochkoffkerzen mit den Lichtbogen zündender Zwischenschicht, bietet die Zündung der Lampe Schwierigkeiten. Gemäß einer Erfindung der Firma General Composing Company Ges. m. b. H. in Berlin enthält die Zwischenschicht Substanzen, wie Titansäure neben Kohlenstoff, welche bei Erhitzung infolge eines chemischen Umsatzes zum Teil oder ganz in leitende Karbide oder niedere Oxyde übergehen, die bei ihrer Abkühlung von höheren Temperaturen nicht wieder in den nichtleitenden Zustand übergehen. (Ö. P. Nr. 62 165.)

In dem D. R. P. Nr. 233 125 der Firma Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin ist eine Bogenlampenelektrode beschrieben, die aus Titankarbid, Kalziumfluorid, Kryolith und Kohle besteht. Es hat sich nun gezeigt, daß eine solche Elektrode wesentlich verbessert wird, wenn man anstatt des sonst üblichen Kokses ein an sich bekanntes Kohlengemisch darin verwendet, das Rußkohle enthält. Das Kohlengemisch besteht in vorliegendem Falle aus 20 Teilen Rußkohle, 80 Teilen fein gemahlenem Koks und 25 Teilen eines verkohlbaren Bindemittels, zum Beispiel Pech. Die Stoffe werden gut gemischt und dann erhitzt, bis das Bindemittel verkohlt ist. Das so erhaltene Material wird dann gemahlen und stellt das Kohlengemisch dar, das erfindungsgemäß verwendet werden soll. Bei Verwendung dieses Gemisches haben sich gute Resultate mit Elektroden folgender Zusammensetzung ergeben: 25% Titankarbid, 24% Kalziumflorid, 10% Kryolith und 38% Kohlengemisch. Aus diesem Material werden die Elektroden in bekannter Weise unter Zusatz eines passenden Bindemittels durch Formen und Brennen hergestellt. (D. R. P. Nr. 272 518.)

Glühlampen.

a) Konstruktionen.

Im nachstehenden sind einige neue Glühlampenfassungen beschrieben.

Die Firma Siemens-Schuckert-Werke Ges. m. b. H. in Berlin baut eine Glühlampenfassung mit einem walzenförmigen oder prismatischen Fassungsstein. Über dem Fassungsstein ist ein verschiebbarer Mantel angeordnet, der beim Herausschrauben der Lampe die zur Kontrolle der Leitungen im Fassungsstein befindlichen Öffnungen freigibt, wobei ein auf die Fassung aufgeschraubter Stellring das Abfallen des Mantels verhindert. Ferner wird das Abstreifen des Fassungsmantels nach oben durch Anschläge am Fassungsstein verhindert. Diese Fassung hat den erheblichen Vorteil, daß die Leitungen sehr bequem und schnell angeschlossen und die Anschlüsse jederzeit leicht kontrolliert werden können. (D. R. P. Nr. 247 732.)

L. O. Schmidt in Berlin baut eine Vorrichtung, welche verhindert, daß die Lampe sich lockert, stromlos wird oder gar herabfällt. Erfindungsgemäß ist außer dem bekannten äußeren Sokel-, bezw. Korbgewinde noch ein im wesentlichen in der Ganghöhe mit demselben übereinstimmendes Mittelgewinde vorgesehen, welches aus einer auf dem Mittelkontakt der Lampe aufgebrachten Schraube und einem auf dem Mittelkontakt der Fassung aufgebrachten Muttergewinde besteht.

(D. R. P. Nr. 245 901.)

Einen besonders guten Anschluß der Leitungsdrähte ermöglicht eine von Oskar Treiber in Foche b. Solingen konstruierte Fassung, welche dadurch gekennzeichnet ist, daß in eine in dem nichtleitenden Körper unten angebrachte Aussparung ein aus teils leitendem und teils nichtleitendem Material bestehender Körper nahezu schließend eingesetzt ist, und daß die Leitungsdrähte an den Enden mit Knoten versehen sind, welche in den Bohrungen Platz finden und nach Einschieben des Körpers in die Aussparungen am Herabgleiten gehindert werden.

(D. R. P. Nr. 246 835.)

Es sind bereits Fassungen mit Kugelfuß bekannt, welch letztere behufs leichter Einstellbarkeit und raschen Ein- und Aushebens der Lampe von Kontaktzungen umgriffen wird, an die der eine Leitungsdraht angeschlossen ist, während der zweite Leitungsdraht mit einer zentral und federnd gelagerten Kugel verbunden ist. Eine Erfindung des Frank Michael Euler in Elizabeth (Ver. St. v. A.) besteht nun darin, daß bei der oben angeführten Einrichtung der die beiden Kontaktarme, nämlich die Zungen 14 und Kugeln 28 tragende Halter 11 an dem Boden einer Gewindehülse 6 befestigt und diese in einem mit Metallgewinde versehenen Fassungskörper 4 eingeschraubt ist. (Fig. 5.)

Ö. P. Nr. 64 287.

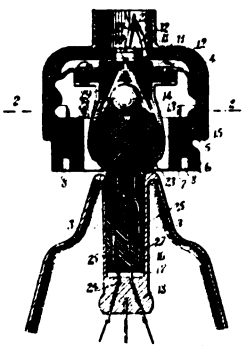


Fig. 5.

Digitized by Google

Eine Erfindung der Firma Georg Thiel, Metallwarenfabrik in Ruhla betrifft eine Glühlampenfassung mit Bajonettkontakten, welche mit einem Zugkettenschalter ausgerüstet ist. Bei einer solchen Fassung ist es schwierig, den eigentlichen, an sich bekannten Schaltmechanismus von den Kontaktstiften zu isolieren, deren Lage durch Normalisierung bestimmt ist. Erfindungsgemäß wird diese Schwierigkeit dadurch überwunden, daß die metallischen Flächen der den Boden des Fassungssteines durchgreifenden Pistons, zwischen denen die Schalterachse senkrecht stehend befestigt ist, durch ein eigenartig geformtes Isolierstück abgedeckt werden, welches in der Mitte von der Schalterachse durchgriffen wird und durch segmentartige Ansätze, die in entsprechenden Ausnehmungen des Fassungssteines liegen, gegen Drehung gesichert ist. Zweckmäßig trägt dieses Isolierstück an der oberen Seite die Rasten für die an sich bekannte Schalteinrichtung, wobei das Isolierstück durch zwei in gegenüberliegenden Rasten liegende Kontaktplättchen festgehalten wird. Das Isolierstück verhindert ferner beim Bruch irgendwelcher Metallteile der Fassung, daß herunterfallende Metallteile zwischen den spannungsführenden Pistons Kurzschluß verursachen. (D. R. P. Nr. 266 595.)

Emil Loeser in Berlin-Friedenau baut eine Glühlampenfassung mit Metallmantel. Die Erfindung besteht darin, daß der mit dem Isolierring zu einem Stück vereinigte Fassungsstein und der mit dem Nippelteil ebenfalls zu einem Stück vereinigte Metallmantel durch einfaches Einschieben des einen Teiles in den anderen miteinander verbunden werden. Die Verbindung wird dadurch erreicht, daß an dem einen Teil Halterrasten vorgesehen sind, in welche entsprechend geformte, an dem anderen Teil befestigte Federn einschnappen. (D. R. P. Nr. 271 994.)

Die Firma Exofficio-Beleuchtungskörper-Company G. m. b. H. in Berlin beschreibt eine Glühlampenfassung mit Außengewinde am Anschlußstutzen, durch den ein von der kappenförmigen Mutter gehaltener Isoliernippel hindurchgeht. Der zweckmäßig über die Mutter 7 hinausragende, mit mittlerer Bohrung 11 zur Durchführung der Leitungsdrähte und der Anhängeschnur versehene, lose angeordnete Isoliernippel 9, 10 ist an seiner Außenseite im Innern des Anschlußstutzens 2 mit einer Ringnut 14 und einer in diese mündenden, von der mittleren Bohrung 11 ausgehenden Öffnung versehen, die nach Umschlingung der Tragschnüre um die Ringnut zur Aufnahme des Knotens dieser Tragschnüre dient. Von der die mittlere Bohrung 11 mit der Ringnut 14 verbindenden Öffnung geht ein Schlitz nach unten, durch den die Enden der Tragschnüre nach außen geführt werden, und der durch diese Enden nach dem Verknoten wieder verschlossen wird. (Fig. 6.) (D. R. P. Nr. 265 644.)

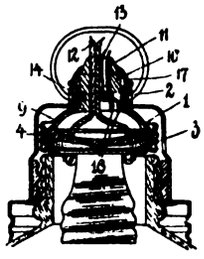


Fig. 6.

(Schluß folgt.)

Vereins-Nachrichten.

Chronik des Vereines.

6. März 1914. — Sitzung des Regulativkomitees. Tagesordnung: 1. Revision der §§ 74 bis 76 der Sicherheitsvorschriften. 2. Normalien für Freileitungen. 3. Beteiligungen an der Revision der Errichtungsvorschriften d. V. D. E. 4. Verschiedenes.

9. März 1914. — Ausschußsitzung. Tagesordnung: 1. Verifizierung des Protokolls der letzten Ausschußsitzung; 2. Einlauf; 3. Jahresbericht des Sekretärs; 4. Jahresbericht über die Vereinstätigkeit; 5. Verschiedenes; 6. Aufnahme neuer Mitglieder.

11. März 1914. — Sitzung des Finanz- und Wirtschaftskomitees. Tagesordnung: Revision der Vereinsbücher.

18. März 1914. — XXXII. ordentliche Generalversammlung. Vorsitzender Präsident Direktor Gebhard. Das Protokoll der Generalversammlung wurde im Heft 16 veröffentlicht. Nach der Generalversammlung Vortrag des Herrn Prof. Dipl. Ing. S. Ruppel über: Vereinfachung des Gebäudeblitzschutzes. Dieser Vortrag wird in einem späteren Hefte vollinhaltlich veröffentlicht werden.

27. März 1914. — Ausschußsitzung. Tagesordnung: 1. Verifizierung des Protokolls der letzten Ausschußsitzung; 2. Einlauf; 3. Wahl des Kassaverwalters; 4. Nominierung der Mitglieder für die einzelnen Komitees; 5. Verschiedenes; 6. Aufnahme neuer Mitglieder.

1. April 1914. — Vereinsversammlung. Vorsitzender Präsident Direktor Gebhard. Vortrag des Herrn Direktor Hubert Sauer über: Die städtischen Elektrizitätswerke der Gemeinde Wien und deren Betriebsmittel. I. Teil: Kraftwerke Simmering.

6. April 1914. — Sitzung des Theatervorschriftenkomitees. Tagesordnung: Beratung des Neuentwurfes der Theatervorschriften.

7. April 1914. — Sitzung des Komitees für Prüfungs- und Konstruktionsvorschriften. Tagesordnung: Beratung folgender Vorschriften: 1. Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial; 2. Konstruktion und Prüfung von Schaltapparaten bis 750 *V*; 3. Konstruktion und Prüfung von Heizapparaten.

8. April 1914. — Vereinsversammlung. Vorsitzender Präsident Direktor Gebhard. Vortrag des Herrn Direktor Hubert Sauer über: Die städtischen Elektrizitätswerke der Gemeinde Wien und deren Betriebsmittel. II. Teil: Kraftwerk Engerthstraße und Unterstationen.

21. April 1914. — Vereinsversammlung. Vorsitzender Präsident Direktor Gebhard. Vortrag des Herrn Direktor Hubert Sauer über: Die städtischen Elektrizitätswerke der Gemeinde Wien und deren Betriebsmittel. III. Teil: Kabelnetze, Transformatoren, Stromzählapparate, geschäftliche Organisation und finanzielle Ergebnisse. Der Inhalt der drei Vorträge des Herrn Direktor Sauer wird in den späteren Heften der E. u. M. veröffentlicht werden.

Nach den Ausführungen des Herrn Direktor Sauer richtete der Präsident folgende Ansprache an die Versammlung:

„Wir sind am Ende eines wirklich hoch interessanten Vortrages, der an den Herrn Vortragenden eine ebenso große physische als geistige Anforderung gestellt hat. Sie werden es nach diesem Vortrage begreiflich finden, wenn ich angesichts dieser Tatsache unseren Dank nicht, wie wir es gewöhnlich zu tun pflegen, in ein paar Worte fasse, sondern wenn ich unter dem Eindrucke der außergewöhnlichen Bemühungen des Herrn Direktors Sauer ihm auch entsprechend danke.

Ich glaube, nicht zu viel zu sagen, wenn ich behaupte, daß wir alle ohne Ausnahme unter dem Eindrucke stehen, daß uns hier eine Arbeitsleistung vorgeführt wurde, die vollständig berechtigen würde, sie als eine bedeutende Lebensaufgabe zu bezeichnen. Es sind aber kaum 13 Jahre ins Land gegangen, daß wir unseren Herrn Vortragenden als den Projektanten der zu einem gewaltigen Werke sich inzwischen entwickelten Anlage gesehen haben. Und welche Fülle von gediegener und gewaltiger Arbeit wurde von ihm und seinen getreuen Mitarbeitern geleistet!

Als ich dem Vortrage des weltberühmten Nordpolforschers Amundsen gefolgt bin, war mir klar, daß die zielbewußten Vorbereitungen, mit denen Amundsen sein enorm kühnes Werk geleitet hat, mindestens gleichen Schritt hielten mit der Forderung, welche die Expedition selbst an Amundsen bezüglich Mut, Energie und Ausdauer stellte. Dieser Vergleich ist mir während des Vortrages gekommen, und zwar besonders bei der Überwältigung der großen Schwierigkeiten, welche sich dem Umbau der Zentrale in der Engerthstraße entgegenstellten. Wir haben gesehen, mit welcher Klarheit alle erstrebten Ziele Herrn Direktor Sauer vorgeschwebt haben, wie er dementsprechend alle Vorbereitungen weit vorausschauend überblicken mußte, um ein so gewaltiges Werk in so unglaublich kurzer Zeit zu einem ebenso vollendeten technischen Kunstwerk, als zu einem für die Stadt Wien so erträgnisreichen Unternehmen zu gestalten.

So wie das ganze Werk nach einem klaren Plane entstanden ist, so ist auch der soeben beendete Vortrag, wohl vorbereitet und wohl durchdacht, ein gewaltiges Stück Arbeit gewesen. Welche Summe von Arbeit und Überlegung wurde uns hier vorgeführt!

Wir sind Herrn Direktor Sauer für den technischen Genuß, den wir ihm verdanken, von Herzen dankbar und stolz darauf, daß ein so bedeutender Vortrag unserem Vereine geboten wurde.

Welche Erwartungen an den Vortrag geknüpft wurden, geht aus der ganz ungewöhnlichen bis jetzt noch nicht dagewesenen Beteiligung der Zuhörer hervor. Die Erwartungen wurden aber nicht allein vollständig erfüllt, sondern weit übertroffen und so haben wir alle Veranlassung, in ganz besonderer Weise dem Herrn Vortragenden für seine ebenso großen geistigen wie physischen Leistungen den herzlichsten Dank auszusprechen. Vielleicht bietet ihm dieser Dank und die Versicherung, daß Herr Direktor Sauer durch seinen Vortrag einen bedeutenden Glanz auf unseren Verein geworfen hat, eine Genugtuung für all seine große Mühe und Plage."

Nach dem Vortrage fand in den Klubräumen des Niederösterreichischen Gewerbevereines ein gemeinsames Abendessen statt, welches in überaus geselliger Weise verlief. Der Präsident eröffnete die Reihe der Trinksprüche und machte bei dieser Gelegenheit Mitteilung von dem im Schoße der Vereinsleitung in Beratung stehenden Projekte des Baues eines eigenen Vereinshauses.

Diese Mitteilung wurde allgemein mit großem Beifall aufgenommen und von mehreren Rednern die Förderung und Unterstützung des Projektes in Aussicht gestellt.

Mit dieser Versammlung schloß die Vortragssession des Vereinsjahres 1913—14.

Die Vereinsleitung.

Personalnachricht.

Dr. Ing. J. Liska hat sich an der Technischen Hochschule in Budapest für Elektrotechnik habilitiert.

Schluß der Redaktion am 19. Mai 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von B. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.428.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 12. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 136, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Doppelrotor-Motor System Oerlikon, mit Kurzschlußanker und 18 Geschwindigkeitsstufen zwischen 1000 und 3500 Touren, zum Antrieb eines Kompressors. Von A. Hoeffleur, Oerlikon 457
Die magnetische Prüfung von Blechen mit Einrichtungen für den praktischen Gebrauch. Von H. Schübbe 461
Richtlinien für den Bau großer Wasserkraftgeneratoren. Von Karl Weltzl, Budapest 464
Rundschau:
- Elektrizitätswerke, Anlagen 469
- Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 469
- Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 469
- Dynamomaschinen, Transformatoren 470
- Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 470
- Leitungen 470
- Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 471
- Elektrische Apparate 471
- Telegraphie und Telephonie 471
- Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 472
- Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie 472
- Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 473
- Wirtschaftliches 473

Chronik 474
Literatur-Bericht 475
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
- Elektrische Beleuchtung (Schluß). Elektrische Aufzüge, Hebezeuge. Elektrische Heizung 475

Briefe an die Redaktion 480
Vereinsnachrichten 480
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *289—304*

Doppelrotor-Motor System Oerlikon, mit Kurzschlußanker und 18 Geschwindigkeitsstufen zwischen 1000 und 3500 Touren, zum Antrieb eines Kompressors.

Von A. Hoeffleur, Oerlikon.

Einer der hauptsächlichsten Nachteile des Mehrphasen-Induktionsmotors besteht in der Schwierigkeit, eine verlustlose Regulierung der Umlaufszahl zu erzeugen. Um diesem Übelstand abzuhelfen, sind schon verschiedenartige Methoden vorgeschlagen und mit Erfolg angewendet worden, wie zum Beispiel die Kaskadenschaltung zweier Induktionsmotoren, die Kaskadenschaltung eines Induktionsmotors mit einem Kollektormotor, die Polumschaltung von Induktionsmotoren und Drehstromkollektormotoren. Alle diese Methoden sind in Fachkreisen gut bekannt. Weniger bekannt und in der Praxis bis heute noch sehr wenig angewandt ist eine weitere Methode, um eine verlustlose Tourenveränderung zu erzielen, die darin besteht, daß ein zweiter Motor zu Hilfe gezogen wird, der den primären Teil des Hauptmotors mit veränderlicher Geschwindigkeit in einer zur Umlaufrichtung des Rotors gleichen oder entgegengesetzten Richtung umdreht. Mit dieser Methode ist es möglich, einen Induktionsmotor auch übersynchron zu regulieren, während alle übrigen Methoden mit Ausnahme derjenigen des Kollektormotors nur eine untersynchrone Tourenveränderung gestatten. Die vielen Schwierigkeiten die aber ein Kollektor verursacht, machen die Ausführung eines schnellaufenden Kollektormotors unmöglich.

Der Vorzug oben erwähnten Systems, mit einem Asynchronmotor auch übersynchron arbeiten zu können, kommt hauptsächlich solchen Maschinen zustatten, welche aus wirtschaftlichen Gründen eine hohe Tourenzahl erfordern, wie zum Beispiel Gebläse, Kompressoren und Zentrifugalpumpen.

Die bisher vereinzelten Darstellungen dieser Methode mußten sich mit drei Stufen begrenzen.

Erst durch das von der Maschinenfabrik Oerlikon ausgeführte neue System wird es möglich, mit der gleichen Kombination von zwei Motoren bis 26 Stufen zu erhalten. Der Grundgedanke des neuen Systems besteht darin, daß sowohl der Hilfsmotor als auch der Hauptmotor als polumschaltbare Stufenmotoren ausgebildet werden. Es ergibt sich bei einem N-stufigen Hauptmotor und einem M-stufigen Hilfsmotor die Kombination von $2 . N . M + N$-Stufen.

Die höchstmögliche Drehzahl eines normalen zweipoligen Induktionsmotors beträgt bei 50 Perioden 3000 Touren. Mit dem neuen Doppelrotor-Motor der Maschinenfabrik Oerlikon ist es heute möglich, bei 50 Perioden Tourenzahlen bis 3750 und mehr zu erreichen. Die Wirkungsweise dieser Methode ist kurz folgende:

Wird ein normaler vierpoliger Motor an ein Netz von 50 Perioden angeschlossen, so wird sich der Rotor im Leerlauf mit 1500 Touren in der Minute umdrehen. Wenn man nun den Stator dieses Motors der nachstehend als Hauptmotor bezeichnet werden soll, durch eine geeignete Konstruktion drehbar anordnet, so daß derselbe zum Beispiel von einem 1000 tourigen Hilfsmotor durch Riemen oder Zahnradübersetzung im Verhältnis 1:4 angetrieben werden kann, und zwar so, daß sich der Stator in gleicher Richtung wie sein Rotor dreht, so wird die Umlaufzahl des Drehfeldes des Hauptmotors um 250 Touren erhöht. Das Drehfeld rotiert nun nicht mehr mit 1500 Touren, sondern mit 1750 Touren. Der Rotor des Hauptmotors stellt sich im Leerlauf synchron zum Drehfeld und wird somit eine Tourenzahl von 1750 annehmen.

Haupt- und Hilfsmotor arbeiten in diesem Falle als Motoren. Die Leistung PS, die an der Welle des Haupt-

Digitized by Google

motors abgegeben wird, ist gleich der Summe der Wattaufnahme beider Motoren, vermindert um die Summe ihrer Verluste. Der Leistungsanteil des Hilfsmotors beträgt $\frac{250\,PS}{1500}$; derjenige des Hauptmotors $PS - \frac{250\,PS}{1500}$. Wird der Hilfsmotor abgeschaltet und der Stator des Hauptmotors mittels einer Bremse festgehalten, so stellt sich der Rotor wieder auf 1500 Touren ein. Kehrt man die Drehrichtung des Hilfsmotors um, so daß sich der Stator des Hauptmotors nach Lüftung der Bremse entgegengesetzt der Umlaufrichtung des Rotors bewegt, und zwar wieder mit 250 Touren, so wird die Umlaufzahl des Drehfeldes des Hauptmotors von 1500 auf 1250 Touren erniedrigt und der Rotor des Hauptmotors dreht sich nur noch mit 1250 Touren. In diesem Falle arbeitet der Hauptmotor als Motor und der Hilfsmotor als Generator.

Fig. 1.

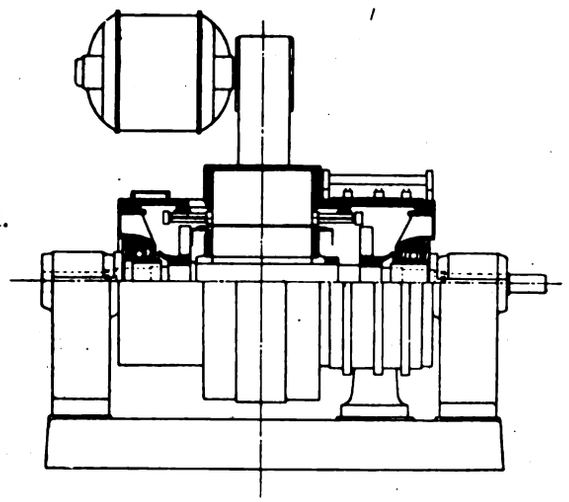


Fig. 1 zeigt eine solche Gruppe. Der Antrieb des Stators vom Hauptmotor erfolgt hier mittels Riemen. Indem man Haupt- und Hilfsmotor als polumschaltbare Motoren baut, ersterer zwei- und letzterer sechsstufig, ist es möglich, die Tourenzahl im Verhältnis 1:4 zu verändern, mit $2 \cdot 2 \cdot 6 + 2 = 26$ verschiedenen Abstufungen. Am einfachsten gestaltet sich die Anordnung, wenn Haupt- und Hilfsmotor direkt zusammengebaut werden, wie zum Beispiel der von der Maschinenfabrik Oerlikon ausgeführte Doppelrotormotor nach Fig. 2. Von diesem Motor sollen einige Konstruktionsdetails, Versuchsdaten und Abbildungen folgen.

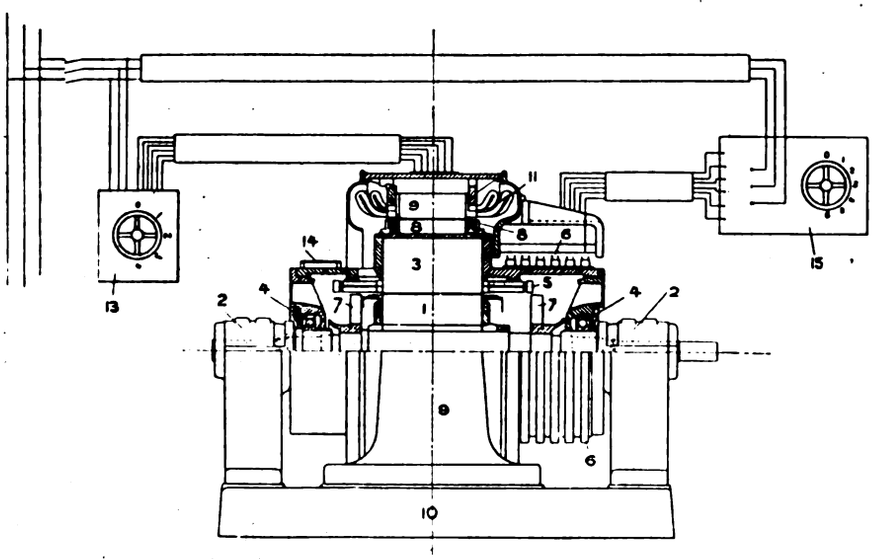


Fig. 2.

Die Daten dieses Motors sind bei 500 *V* und 50 Perioden folgende:

Stufe	Tourenzahl (synchron)	Leistung in *PS*
1	3500	300
2	3375	285
3	3250	280
4	3187	270
5	3000	255
6	2813	240
7	2750	230
8	2625	220
9	2500	210
10	2000	170
11	1875	160
12	1750	150
13	1687	145
14	1500	125
15	1313	110
16	1250	100
17	1125	90
18	1000	80

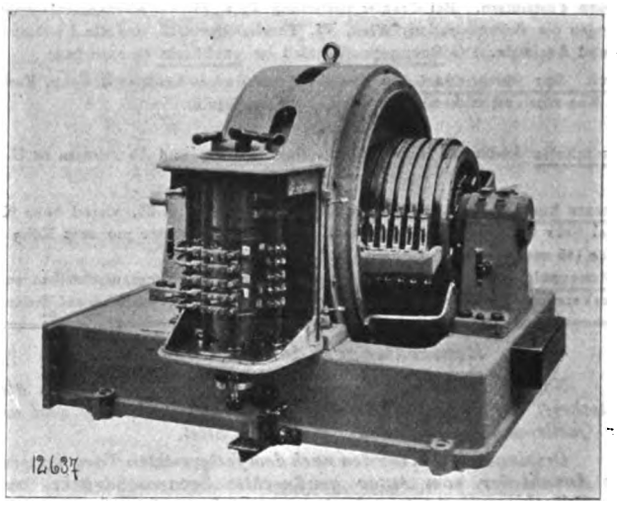


Fig. 3. Doppelrotormotor mit abgedeckten Schleifringen und Polumschalter.

Der Motor soll verwendet werden zum direkten Antrieb eines Luftkompressors, System Oerlikon, von 5000 *mm* Wassersäule und einer Luftmenge von 3 m^3/Sek. bei 3500 Touren. Um 18 Geschwindigkeitsstufen zu erreichen, wurde der Hauptmotor zweistufig mit einer von zwei auf vier Pole umschaltbaren Wicklung ausgeführt. Er besitzt also zwei synchrone Tourenzahlen von 1500 und 3000 Touren. Der Rotor des Hauptmotors ist als Kurzschlußanker ausgebildet.

Der Hilfsmotor ist vierstufig. Sein Stator besitzt zwei polumschaltbare Wicklungen für 32 auf 16 und 24 auf 12 Pole. Die vier synchronen Geschwindigkeiten des Hilfsmotors sind demnach 187, 250, 375 und 500 Touren. Der Rotor des Hilfsmotors ist ebenfalls ein Kurzschlußanker, und zwar ist die Käfigwicklung direkt auf dem Umfang des drehbaren Stators des Hauptmotors untergebracht. Durch Kombination der Stufen von Haupt- und Hilfsmotor ergibt sich bei vierpoliger Schaltung des Hauptmotors

Digitized by Google

1500 ± 187 Touren
1500 ± 250 „
1500 ± 375 „
1500 ± 500 „

somit acht Stufen. Bei zweipoliger Schaltung des Hauptmotors

3000 ± 187 Touren
3000 ± 250 „
3000 ± 375 „
3000 ± 500 „

somit gleichfalls acht Stufen. Wird der Hilfsmotor abgeschaltet und der Stator des Hauptmotors festgehalten, so erhält man noch die beiden Stufen 1500 und 3000 Touren. Die totale Stufenzahl beträgt somit 18.

In Fig. 2 ist der Käfiganker 1 des Hauptmotors in automatischen Ringschmierlagern 2 gelagert. Die Lager 2 müssen für 3500 Touren bemessen sein. Der Primärteil 3 des Hauptmotors ist auf seitlichen Ansätzen der Lager 2 in Kugellagern 4 drehbar gelagert. Die Kugellager 4 sind für eine maximale Tourenzahl von 500 pro Minute bemessen. Für die Polumschaltung des Hauptmotors von zwei auf vier Pole und für die Stromzuführung der Wicklung 5 dienen die sechs Schleifringe 6. Die Kühlung des Hauptmotors wird durch die beiden Ventilatoren 7 bewirkt. Der Kurzschlußanker 8 des Hilfsmotors sitzt

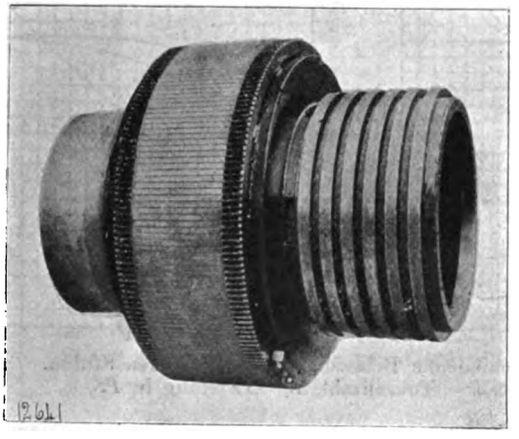


Fig. 4. Außenrotor.

direkt auf dem Primärteil 3 des Hauptmotors. Der Stator 9 des Hilfsmotors ist auf der Grundplatte 10 festgeschraubt. Die Klemmen der polumschaltbaren Wicklung 11 sind mit den Polumschalter 13 des Hilfsmotors, welcher am Stator 9 direkt angebaut ist, verbunden. Der Polumschalter 13 des Hilfsmotors besitzt einen Drehrichtungswechsler, welcher mit der Polumschaltwalze so verriegelt ist, daß nur in der Nullage die Drehrichtung gewechselt werden kann. Zum Anlassen dient ein Anlaßtransformator 15. Dieser ist zugleich mit dem Polumschalter für die Wicklung 5 des Hauptmotors kombiniert. Die Bremse 14 wird zwangläufig durch den Polumschalter 13 betätigt und dient dazu, den primären Teil 3 des Hauptmotors bei 1500 oder 3000 Touren festzuhalten. Bei allen übrigen Geschwindigkeiten wird die Bremse zwangläufig gelüftet.

Fig. 3 zeigt den kompletten Motor mit angebautem Polumschalter. Die obere Verschalung der Schleifringe und die Verschalung des Polumschalters sind abgenommen.

Fig. 4 stellt den Rotor dar, welcher die Primärwicklung mit den sechs Schleifringen des Hauptmotors und den Kurzschlußanker des Hilfsmotors trägt.

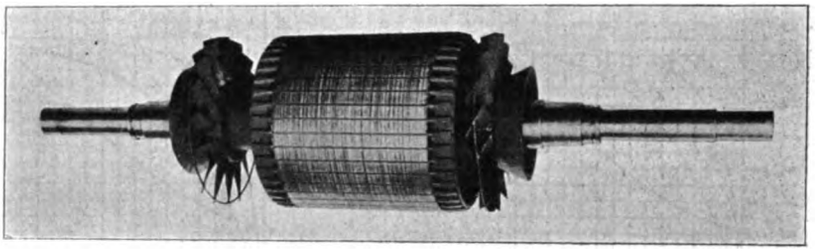


Fig. 5. Innenrotor.

Den Kurzschlußanker des Hauptmotors mit den zwei Achsialventilatoren zur Kühlung des Hauptmotors zeigt Fig. 5.

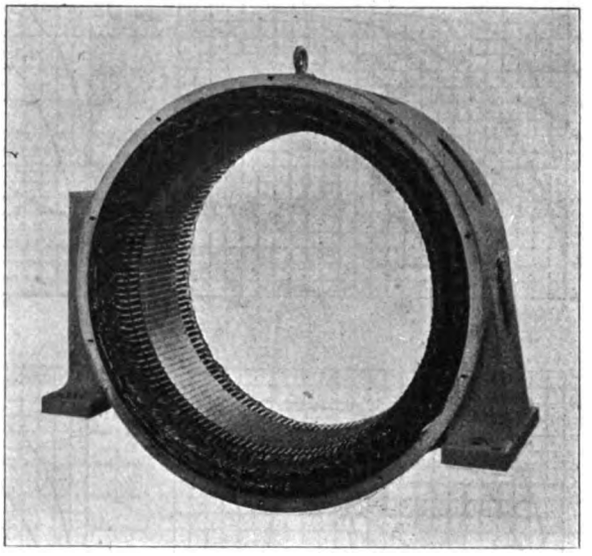


Fig. 6. Stator des Hilfsmotors.

Fig. 6 veranschaulicht den Stator des Hilfsmotors mit den zwei polumschaltbaren Wicklungen.

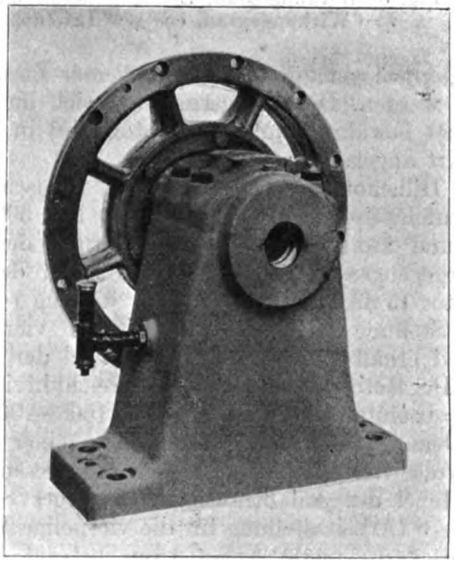


Fig. 7. Doppellager.

In Fig. 7 ist das Ringschmierlager des Hauptmotors mit dem direkt aufgebauten Kugellager, welches den Hauptstator mit Kurzschlußanker des Hilfsmotors trägt, dargestellt.

Digitized by Google

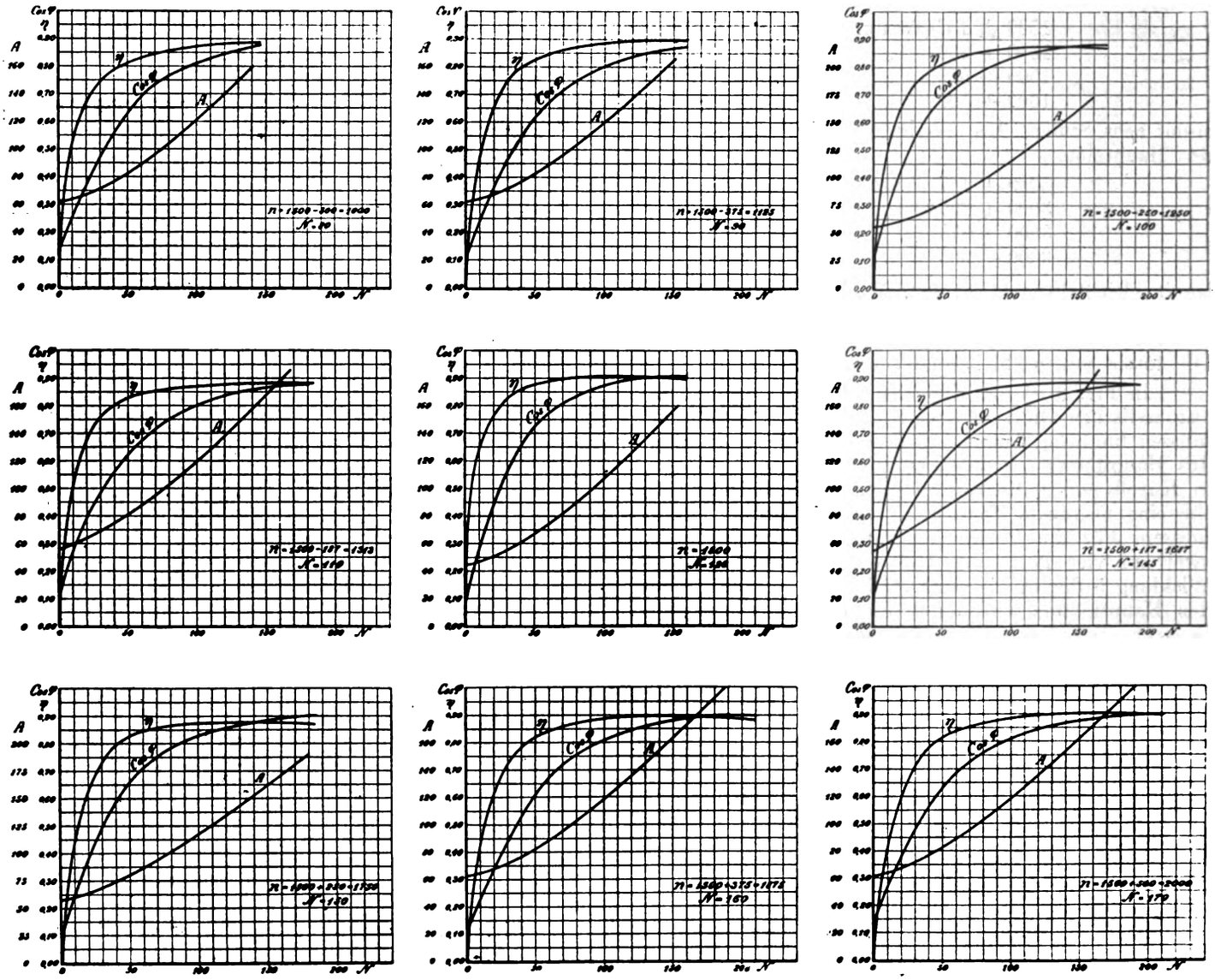


Fig. 8. Wirkungsgrad, Leistungsfaktor und Stromstärke bei verschiedenen Belastungen der einzelnen Stufen.
η = Wirkungsgrad, cos φ = Leistungsfaktor, A = Stromstärke, n = Tourenzahl, N = Leistung in *PS*.

Die Doppellager können leicht in einer Viertelstunde demontiert werden. Diese Lagerung hat sich im Betriebe ausgezeichnet bewährt. Der Doppelrotor wird in folgender einfacher Art angelassen:

Der Hilfsmotor wird mittels Polumschalter 13 (Fig. 2) stufenweise über 187, 250, 375 auf 500 Touren gebracht, und zwar in zur Umlaufrichtung des Hauptmotors entgegengesetztem Sinne. Dann wird der Anlaßtransformator 15 des Hauptmotors auf Stellung 1 gebracht. In dieser Stellung wird der Hauptmotor vierpolig geschaltet und erhält zugleich nur ein Drittel der normalen Spannung. Der Rotor des Hauptmotors erreicht in zirka 30 Sekunden die absolute Geschwindigkeit von 1500 — 500 = 1000 Touren. Dem Motor wird dann nach einer weiteren Stufe die volle Netzspannung gegeben. Zu diesem Zwecke wird der Hebel des Anlaßtransformators über Stellung 2 auf Stellung 3 (Arbeitsstellung für die vierpolige Wicklung) gebracht. Der maximale Anlaufstrom beträgt zirka ein Drittel des Normalstroms bei 3500 Touren. Nun kann man mit dem Polumschalter 13 durch Umschalten des Hilfsmotors nach Belieben jede einzelne Stufe auf 1125, 1250, 1313, 1500, 1687, 1750, 1875 oder 2000 Touren einstellen. Um von 2000 Touren auf 3500 Touren zu gelangen, wird der Anlaßtransformator 15 auf die vierte Stellung gebracht. Dadurch wird der Hauptmotor von vier auf zwei Pole umgeschaltet und erhält zugleich ein Drittel der Netzspannung. In zirka 50 Sekunden erreicht der Motor die volle Tourenzahl. Die Spannung wird wieder auf die Normale erhöht, indem man den Hebel des Anlaßtransformators über Stellung 5 auf die Arbeitsstellung 6 bringt.

Der maximale Stromstoß ist ungefähr gleich dem Normalstrom bei voller Tourenzahl. Mit dem Polumschalter 13 können wieder nach Belieben die Tourenzahlen 3375, 3250, 3187, 3000, 2813, 2750, 2625 und 2500 Touren eingestellt werden.

Obige Anlaufversuche wurden mit direkt gekuppeltem Kompressor bei halb offenem Schieber vorgenommen.

Die Fig. 8 und 9 zeigen den Verlauf von Wirkungsgrad, Leistungsfaktor und der Stromstärke in Funktion der Leistung. Fig. 8 stellt die Kurven der neun unteren Stufen, 1000, 1125, 1250, 1313, 1500, 1687, 2000 Touren, dar, welche sich aus der Kombination des vierpoligen Hauptmotors mit dem Hilfsmotor ergeben. Fig. 9 enthält die neun Kurven aus der Kombination des zweipoligen Hauptmotors mit Hilfsmotor. Fig. 10 gibt Wirkungsgrad und Leistungsfaktor in Funktion der Tourenzahl für den gesamten Regulierbereich, unter der Annahme, daß der Motor mit konstantem Drehmoment arbeitet.

Digitized by Google

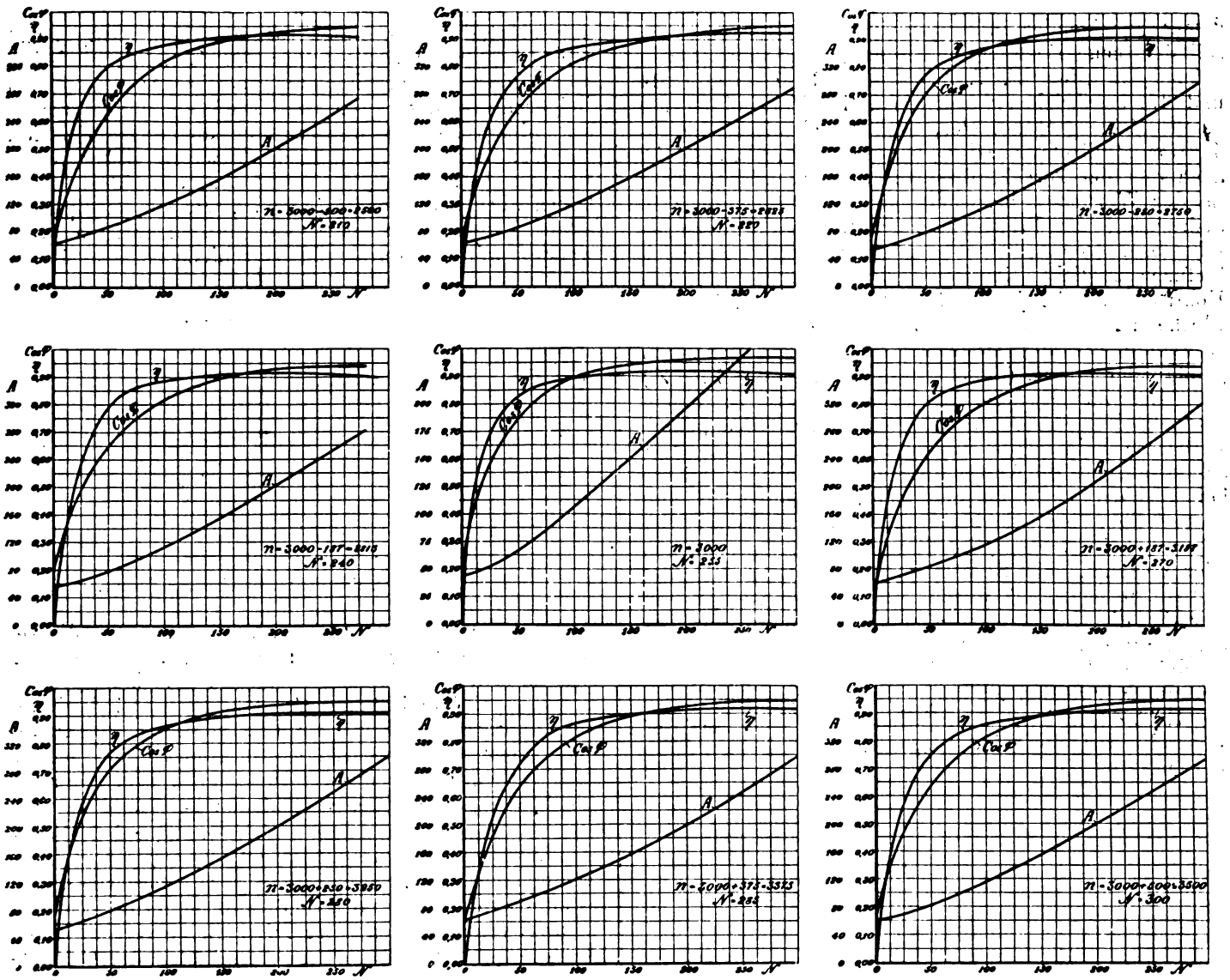


Fig. 9. Wirkungsgrad, Leistungsfaktor und Stromstärke bei verschiedenen Belastungen der einzelnen Stufen.
η = Wirkungsgrad, cos φ = Leistungsfaktor, A = Stromstärke, n = Tourenzahl, N = Leistung in *PS*.

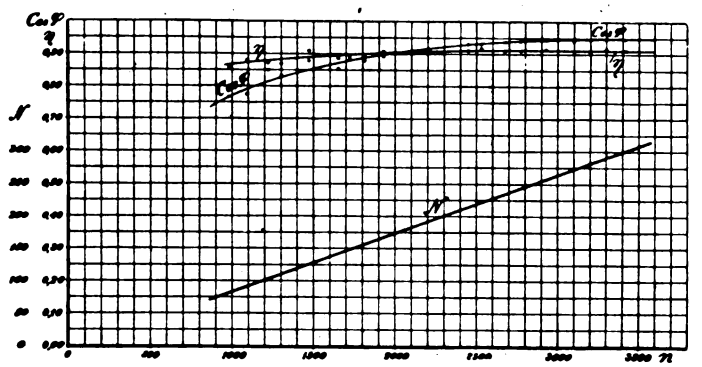


Fig. 10. Wirkungsgrad, Leistungsfaktor und Motorleistung in Funktion der Tourenzahl.
η = Wirkungsgrad, cos φ = Leistungsfaktor, N = Leistung in *PS*, n = Tourenrahl.

Wird der Hilfsmotor mit Schleifringanker ausgeführt, so kann die Tourenzahl durch Schlupfwiderstand kontinuierlich reguliert werden. Eine kontinuierliche Regelung läßt sich auch durch Verwendung eines Kollektormotors als Hilfsmotor erzielen.

Der oben beschriebene Motor ist in der schweiz. Landesausstellung in Bern ausgestellt und kann im Betrieb besichtigt werden.

Die magnetische Prüfung von Blechen mit Einrichtungen für den praktischen Gebrauch.

Von **H. Schübbe.**

Bei der großen Bedeutung, welcher der magnetischen Prüfung von Blechen — entsprechend seinem Verwendungszweck in elektrischen Maschinen usw. — in der Werkstatt zukommt, bedarf es wohl keiner weiteren Erläuterung mehr, daß der dauernden Kontrolle der magnetischen Eigenschaften, sowohl von der verwertenden Fabrik wie von der liefernden Hütte die größte Aufmerksamkeit zugewandt werden muß. Sinngemäß gelten auch hier in dieser Beziehung etwa die gleichen Gesichtspunkte, wie ich sie in meiner Arbeit in dieser Zeitschrift Heft 8, 1914 über: „Die magnetische Prüfung von Stahlguß und Gußeisen mit Einrichtungen für den praktischen Gebrauch“ ausführte. Die Untersuchung soll ebenfalls ohne erhebliche Unkosten und ohne größeren Zeitaufwand geschehen.

In folgendem soll daher für die dauernde Werkstättenmessung an Blechen im Anschluß an meinen oben angeführten Aufsatz, worauf ich verweise, eine analoge Einrichtung von gleicher Einfachheit entwickelt werden, wie ich sie für Stahlguß und Gußeisen bei Benutzung von Joch und Zeigergalvanometer mit

Digitized by Google

direkt anzeigender Induktion beschrieben habe. Hier soll der neue Epsteinsche Eisenapparat, welcher eingehend in der E. T. Z., Berlin 1911, Hefte 14 und 15, beschrieben worden ist, in Verbindung mit einem Zeigergalvanometer, welches ebenfalls die Induktion B direkt anzeigt, verwendet werden. Es ist auch hier der Zweck, diese für die laufende Messung in der Werkstatt besonders einfache Einrichtung in gedrängter, der Praxis zugeschnittenen Form zu beschreiben. Der Epsteinsche Eisenapparat eignet sich hiefür vorzüglich; seine Genauigkeit ist für die dauernde Kontrolle, welche ja den Zweck hat, die Qualität der Bleche zu erkennen und keine absolut genaue Bestimmung der Magnetisierung sein soll, weitaus von genügender Größe. (Siehe den Aufsatz in der E. T. Z.)

Die im Epsteinschen Eisenapparat zu einem magnetischen Kreis vereinigten vier Blechpakete stellen im Prinzip die Ringmethode dar. Es ist aber erklärlich, daß die Anwendung der reinen Ringmethode bei Blechen noch umständlicher, zeitraubender und kostspieliger ist, wie bei Stahlguß und Gußeisen. Es müssen bei Blechen die Ringe einzeln geschnitten oder gestanzt, mit Seidenpapier isoliert, geschichtet und dann bewickelt werden. Es ist also von großem Vorteil, die im Epsteinschen Eisenapparat zur Bestimmung der Verlustziffern verwendeten Blechpakete in gleichem Apparat auch gleichzeitig zur magnetischen Messung verwenden zu können. (Siehe den Aufsatz in der E. T. Z.) In kritischen Fällen müßte auch hier zur Kontrolle auf die reine Ringmethode zurückgegriffen werden.

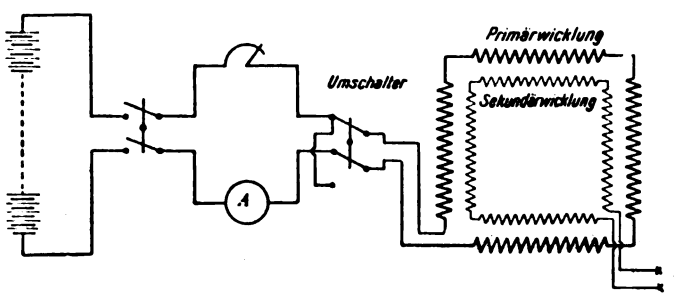


Fig. 1. Schema der Primärseite.

Die den Blechpaketen umfassenden festen Spulen haben ebenfalls eine außenliegende Primärwicklung und eine innenliegende Sekundärwicklung. An die Primärwicklung wird wieder über einen Umschalter, Regulierwiderstand und Amperemeter die konstante Spannung einer Batterie angelegt und diejenige Stromstärke eingestellt, welche den Punkten 25, 50, 100 und 300 AW/cm nach Verbandsvorschriften entspricht. Fig. 1 zeigt das Schaltungsschema der Primärseite.

Für die sekundäre Seite soll nun, wie oben erwähnt, ein die Induktion B direkt anzeigendes Zeigergalvanometer mit einseitigem Ausschlag verwendet werden, und zwar in entsprechender Weise, wie in meinem früheren Aufsatz, ein gleiches Instrument mit 120 Skalenteile und 1000 Ω Widerstand. Es steht natürlich nichts im Wege, die folgende Einrichtung auch für ein anderes Instrument mit anderen ähnlichen Verhältnissen zu entwickeln.

In Fig. 2 ist die Schaltung des sekundären Kreises für einen Gesamtdämpfungswiderstand von 10000 Ω dargestellt. Es ist also auch hier, wie bei Stahlguß, infolge der hohen Linienzahl bei 300 AW/cm, erforderlich, mit den beiden Konstanten $C = 100$, 1 Skalenteil = 100 Linien (bei niedrigen Sättigungen) und $C = 200$, 1 Skalenteil = 200 Linien (bei hohen Sättigungen) zu arbeiten, um günstige Ausschläge am Zeigergalvanometer zu erhalten. Die Widerstandssätze des sekundären Kreises werden hier aber komplizierter, da man mit normalen und legierten Blechen zu rechnen hat. Diese beiden Arten von Blechpakete haben aber bei einer 10 kg-Probe, wie sie im Epsteinschen Eisenapparat nach Verbandsvorschriften verwendet werden, durch ihr verschiedenes spezifisches

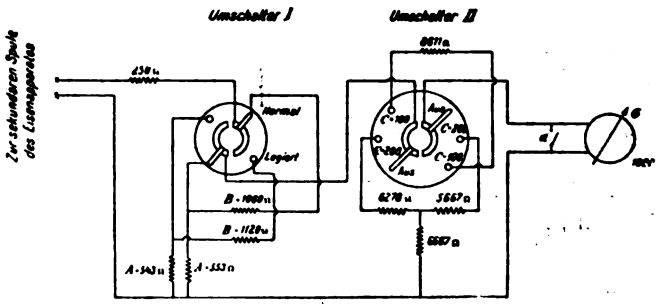


Fig. 2. Schema der Sekundärseite für Bleche.

Gewicht verschiedene Querschnitte und muß diesem Umstand Rechnung getragen werden. Zunächst muß sich natürlich sowohl bei normalen, wie bei legierten Blechen bei $C = 100$ und $C = 200$ die Empfindlichkeit des Zeigergalvanometers wie 1 : 2 verhalten und außerdem aber muß das Zeigergalvanometer bei beiden Blechsorten, durch die verschieden zu verwendenden Blechpaketquerschnitte, verschieden beeinflußt werden.

Es macht sich daher noch gegenüber den Widerstandssätzen bei Stahlguß und Gußeisen ein zweiter Widerstandssatz (A und B in Fig. 2) erforderlich, und zwar entsprechend normalen und legierten Blechen in zwei verschiedenen Sätzen. Bei diesen verschiedenen Verhältnissen muß aber in allen Fällen der Gesamtwiderstand des sekundären Kreises, also die Kombination aller Widerstände selbstverständlich immer der gleiche bleiben, also 100 00 Ω betragen. Die Schemata der Fig. 3 und 4 zeigen diese Anordnung.

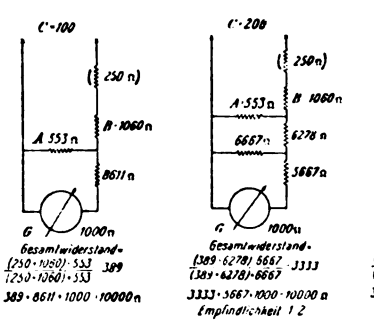


Fig. 3.
Widerstandssätze der Sekundärseite für normale Bleche.

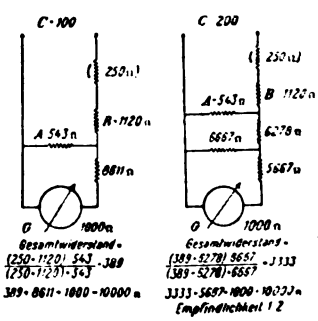


Fig. 4.
Widerstandssätze der Sekundärseite für legierte Bleche.

Da nun durch die Konstruktion des Epsteinschen Eisenapparates von vornherein die Windungen der sekundären Wicklung gegeben sind, so ist auch das durch die Eichung mit der „langen Spule“ sich ergebende Verhältnis des Galvanometerausschlages e zum primären Strom J gegeben und man muß nun hier die Abgleichung so vornehmen, daß man sowohl bei normalen wie legierten Blechen die Widerstände A und B solange verändert bis bei der Eichung das ge-

Digitized by Google

gebene Verhältnis $\frac{e}{J}$ erreicht ist. Wohlgemerkt muß aber hiebei die Kombination der betreffenden Widerstandssätze immer 10000 Ω betragen. Ist dies exakt erreicht, so ist die ganze Einrichtung auch hier so abgeglichen, daß das Instrument die Induktion B, multipliziert mit den Konstanten $C = 100$ bezw. $C = 200$, direkt angibt.

Durch den Schalter a in Fig. 2 kann das Zeigergalvanometer kurzgeschlossen werden. Der Schalter hat bekanntlich den Zweck, den Zeiger des Instrumentes nach seinem Ausschlage schnell wieder in seine Nullage zurückzubringen bezw. nicht über die Nullage hinaus ausschlagen zu lassen, um Beschädigungen zu vermeiden, ferner noch, um bei Rückwärtskommutierung durch den Umschalter den Zeiger in seiner Nullage zu halten, damit das Instrument vor falschen, entgegengesetzten Ausschlag geschützt ist.

Die sekundäre Windungszahl des Eisenapparates sei $z_2' = 640$.

Der Windungsquerschnitt der Prüfspule sei $q = 11{\cdot}48\ cm^2$.

Die Windungszahl der Prüfspule sei $z_2 = 9000$.

Die Feldstärke der „langen Spule" sei $H = 24{\cdot}41 \,.\, J$.

Der Querschnitt des Blechpaketes bei normalem Blech sei $Q_n = 6{\cdot}49\ cm^2$.

Der Querschnitt des Blechpaketes bei legiertem Blech sei $Q_l = 6{\cdot}67\ cm^2$.

Das Verhältnis des Galvanometerausschlages e zum primären Strom J ist dann bei $J = 1$ und $C = 200$:

Für normale Bleche:

$$\frac{e}{J} = \frac{H \,.\, q \,.\, z_2}{Q_n \,.\, z_2' \,.\, C} \quad \ldots\ldots \quad 1)$$

$$= \frac{24{\cdot}41 \,.\, 11{\cdot}48 \,.\, 9000}{6{\cdot}49 \,.\, 640 \,.\, 200}$$

$$= 3{\cdot}036 \quad \ldots\ldots \quad 2).$$

Für legierte Bleche:

$$\frac{e}{J} = \frac{H \,.\, q \,.\, z_2}{Q_l \,.\, z_1' \,.\, C} \quad \ldots\ldots \quad 3)$$

$$= \frac{24{\cdot}41 \,.\, 11{\cdot}48 \,.\, 9000}{6{\cdot}67 \,.\, 640 \,.\, 200}$$

$$= 2{\cdot}954 \quad \ldots\ldots \quad 4).$$

Bei $C = 100$ erhält man natürlich die doppelten Werte.

Die Eichung mit der „langen Spule" ergab für obige Verhältnisse als Widerstände A und B:

Für normale Bleche:

$$A = 553\ \Omega$$
$$B = 1060\ \Omega.$$

Für legierte Bleche:

$$A = 543\ \Omega$$
$$B = 1120\ \Omega.$$

In den Fig. 3 und 4 ist die jeweilige Kombination aller Widerstände = 10000 Ω angegeben. Der Widerstand der Eichspule betrug hier 250 Ω. Derselbe muß bei der Eisenmessung durch einen zusätzlichen Widerstand ersetzt werden, damit die Kombination der Widerstände des Kreises 10000 Ω bleibt. Der kleine Widerstand der 640 Windungen des Eisenapparates und der geringe Widerstand der Zuleitungen sind gegenüber den übrigen hohen Widerständen zu vernachlässigen, eventuell von 250 Ω abzuziehen.

Als Korrektur an den mit dem Eisenapparat gemessenen Daten kommt hier nur die Magnetisierung der eingeschlossenen Luft zwischen Blechpakete und der sekundären Wicklung in Betracht. (Siehe den Aufsatz in der E. T. Z.)

Diese Korrektur bestimmt sich wie folgt:

Die eingeschlossene Luftinduktion sei B_l.

Der Windungsquerschnitt der sekundären Spule sei $Q_{sek} = 16{\cdot}81\ cm^2$.

Die primäre Windungszahl sei $z_1' = 900$.

Die mittlere Weglänge der Blechpakete sei $l' = 200\ cm$ (Fig. 5).

Die primäre Stromstärke sei wieder $= J$.

Die Querschnitte Q_n und Q_l wie oben.

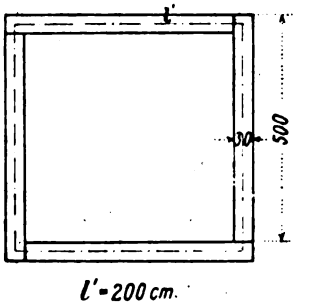


Fig. 5. Blechpakete im Eisenapparat.

Es ist nun:

$$\text{Die Feldstärke } H = \frac{4 \,.\, \pi \,.\, z_1' \,.\, J}{10 \,.\, l'} \quad \ldots\ldots \quad 5)$$

$$= \frac{4 \,.\, \pi \,.\, 900}{10 \,.\, 200} \,.\, J$$

$$= 5{\cdot}655 \,.\, J \quad \ldots\ldots \quad 6).$$

Für normale Bleche ist:

$$B_l = \frac{Q_{sek} - Q_n}{Q_n} \,.\, H \quad \ldots\ldots \quad 7)$$

$$= \frac{(16{\cdot}81 - 6{\cdot}49) \,.\, 5{\cdot}655}{6{\cdot}49} \,.\, J$$

$$= 9 \,.\, J \quad \ldots\ldots \quad 8).$$

Für legierte Bleche ist:

$$B_l = \frac{Q_{sek} - Q_l}{Q_l} \,.\, H \quad \ldots\ldots \quad 9)$$

$$= \frac{(16{\cdot}81 - 6{\cdot}67) \,.\, 5{\cdot}655}{6{\cdot}67} \,.\, J$$

$$= 8{\cdot}6 \,.\, J \quad \ldots\ldots \quad 10).$$

Die AW/cm sind:

$$AW/cm = \frac{J \,.\, z_1'}{l'} \quad \ldots\ldots \quad 11)$$

$$= \frac{900}{200} \,.\, J$$

$$= 4{\cdot}5 \,.\, J \quad \ldots\ldots \quad 12).$$

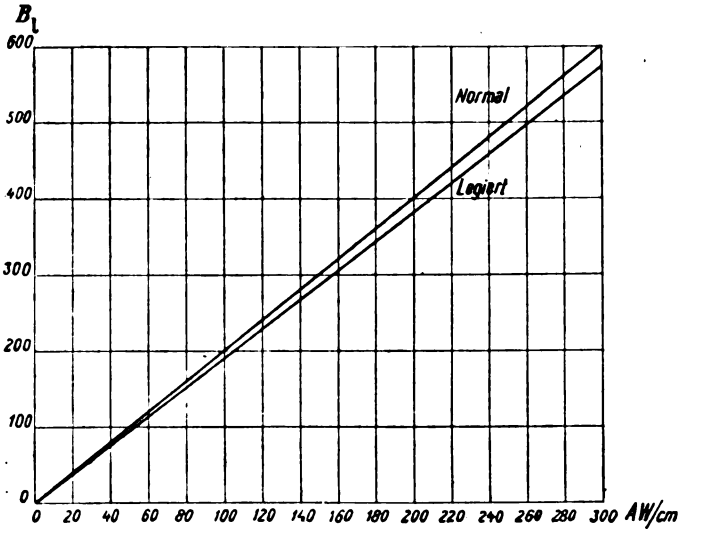


Fig. 6. Korrektur zwischen Blechpakete und sekundärer Spannung.

In Fig. 6 sind die Korrekturgeraden für normale und legierte Bleche dargestellt. Von der gemessenen

Digitized by Google

Induktion der Bleche im Eisenapparat sind dann obige Korrekturwerte entsprechend zu subtrahieren, um die wirkliche Blechsättigung zu bekommen.

Man ersieht, daß also auch hier der Zweck nach möglichster Einfachheit, ohne komplizierter Apparate und Rechnungen auf vollkommener Weise erreicht ist. Eine ungeübte Hand kann leicht in kurzer Zeit ein großes Quantum Bleche auf seine Garantiewerte hin prüfen. Es ist nur nötig, die den Verbandsvorschriften entsprechenden Punkte 25, 50, 100 und 300 AW/*cm* nach Formel 12) einzustellen, schnell zu kommutieren, dabei *B* am Zeigergalvanometer direkt abzulesen und mit $C = 100$ bezw. $C = 200$ zu multiplizieren. Nach Fig. 6 ist dann noch die Korrektur an der gefundenen Induktion anzubringen. Vor jeder Ablesung ist das Eisen mehreremale durchzumagnetisieren und hiebei das Zeigergalvanometer kurzzuschließen.

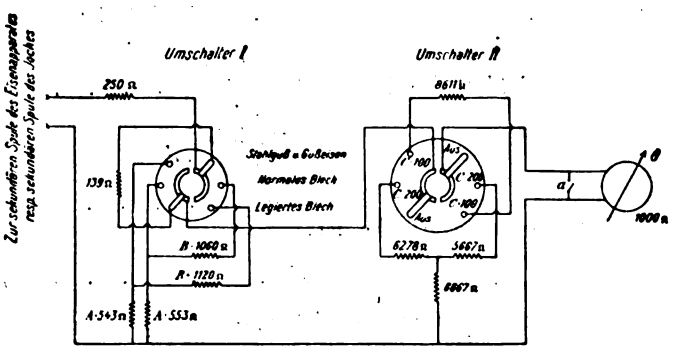


Fig. 7. Schema der Sekundärseite für Bleche und für Stahlguß und Gußeisen.

Zum Schluß soll nicht unerwähnt bleiben, daß man obige Einrichtung der Sekundärseite auch noch mit einigen Abänderungen mit der Einrichtung für Stahlguß und Gußeisen vereinigen kann, wie Fig. 7 zeigt. Der Umschalter *I* in der Fig. 2 wird hier durch einen neuen, mit zwei weiteren Kontakten für Stahlguß und Gußeisen ersetzt. Die Stellung des Umschalters auf diese beiden Kontakte schaltet die Widerstände *A* und *B* ab und fügt dafür einen neuen Widerstand ein, der den Gesamtwiderstand wieder auf 10 000 Ω zu ergänzen hat. Die Widerstände *A* und *B* (Fig. 3 bezw. 4) bildeten mit dem Widerstand 250 Ω zusammen die Kombination von 389 Ω. Diese müssen erhalten bleiben. Der neu hinzukommende Widerstand für Stahlguß und Gußeisen muß also

$$389 - 250 = 139\ \Omega$$

betragen. Fig. 8 zeigt die Schemata für diesen Fall. In dieser Stellung entspricht die Schaltung, natürlich nur bei gleichem Instrument, genau den Verhältnissen, wie sie in meinem früheren Aufsatz dargestellt sind.

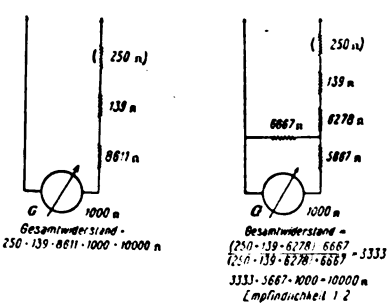


Fig. 8. Widerstandssätze der Sekundärseite für Stahlguß und Gußeisen.

Der Vorteil dieser Vereinigung beider Schaltungen sowohl für Stahlguß und Gußeisen wie für Bleche ist ohne weiteres einleuchtend.

Richtlinien für den Bau großer Wasserkraftgeneratoren*).

Von **Karl Weltzl**, Budapest.

(Schluß von Heft 21, Seite 442.)

Die Erregermaschine und deren Antrieb. Zur Erregung des Magnetrades der Generatoren wird eine mit jeder Maschineneinheit direkt gekuppelte Dynamo oder Zentralerregung verwendet. Beide Anordnungen sind gleichverbreitet; bei Wasserkraftanlagen findet man häufiger Zentralerregung.

Die Ganzsche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft wies zuerst auf die Vorteile der Anordnung des mit dem Generator direkt gekuppelten Erregers hin und verwendet bei den von ihr erbauten Anlagen fast ausschließlich die direkt gekuppelte Erregung. Die Richtigkeit dieses Vorgehens hat erst in neuerer Zeit allgemein Bestätigung gefunden, indem man durch den Bau schnellaufender Turbogeneratoren die Betriebssicherheit der gekuppelten Erreger besonders zu würdigen beginnt. Bei Wasserkraftgeneratoren erfordert die nötige Betriebssicherheit der stets wachsenden Leistungen der Maschineneinheiten, daß direkt gekuppelte Erreger angewendet werden. Diese viel bestrittene Frage will ich hier hinsichtlich der Vor- und Nachteile des gekuppelten Erregerantriebes etwas ausführlicher besprechen.

Der Raumbedarf des direkt gekuppelten Erregers ist minimal, da der Rotor desselben am häufigsten fliegend auf das Wellenende gekeilt ist; der Erreger besitzt somit keine besonderen Lager. In jedem anderen Falle erhält der Erreger direkt von der Generatorwelle seinen Antrieb; sein Raumbedarf ist jedoch auch dann nicht größer als jener der Zentralerregung.

Die mit gekuppelter Erregung ausgeführte Anlage stellt sich stets etwas billiger als jene mit Zentralerregung. Es ist wohl möglich, daß der Preis der Zentralerregereinheiten bei Generatoren, die mit langsam laufenden Wärmemotoren gekuppelt sind, geringer ist als jener der gekuppelten Erregung; rechnet man jedoch zum Preise der Maschinengruppen noch die Kosten des Fundamentes, des größeren Raumbedarfes und der besonderen Schalteinrichtung und Wartung hinzu, so wird man die gekuppelte Erregung hinsichtlich des Preises immer vorteilhafter finden. Die gekuppelte Erregung ist ökonomischer, einfacher und betriebssicherer. Die Erregung der Magneträder der Generatoren kann durch Regulierung des Nebenschlusses der einzelnen Erreger mit sehr geringem Energiekonsum unabhängig voneinander bewerkstelligt werden.

Im Gegensatze hiezu muß bei der Zentralerregung der Hauptstrom der Erregermaschinen im Stromkreise eines jeden einzelnen Magnetrades besonders reguliert werden. Die Spannung der Dynamomaschinen wird natürlich dementsprechend auch besonders reguliert. Die Hauptstromregulierung ist aus diesem Grunde gegenüber der Nebenschlußregulierung der gekuppelten Dynamomaschinen weniger ökonomisch.

Der Antriebsmotor der Zentralerregung arbeitet naturgemäß ebenfalls unökonomischer als die den gekuppelten Erreger antreibende Großmaschine, besonders dann, wenn die Belastung der Zentralanlage sich ebenfalls verändert. Die gekuppelten Erreger sind elektrisch direkt mit dem Magnetrade verbunden, arbeiten demnach auf ständig gleichen äußeren Widerstand und ihr Betrieb ist ein möglichst einfacher, dessen Aufsicht fast gar keine besondere Arbeit erfordert. Demgegenüber hat man bei der Zentralerregung außer der Wechselstromanlage eine obzwar nur von kleiner Leistung, dennoch selbständige

*) Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein in Wien am 18. Februar 1914.

Digitized by Google

Gleichstromanlage, welche eine besondere Behandlung und Aufsicht erfordert.

Bei den direkt gekuppelten Erregern verhindert ein Betriebsfehler der Erregermaschine höchstens nur den Betrieb eines Generators, während eine Störung der Zentralerregung eventuell den ganzen Betrieb hemmen kann.

Die Projektierung von Schalteinrichtungen im Falle von gekuppelter Erregung ist einfacher, nachdem die Klemmen der Erregermaschine direkt mit den Klemmen des Magnetrades verbunden sind. Wenn man in Betracht zieht, daß bei modernen Generatoren die zur Erregung erforderlichen Stromstärken aus konstruktiven und Betriebssicherheitsgründen gewöhnlich groß sind (100 bis 450 *A*), so kann dieser Umstand ebenfalls als wichtig bezeichnet werden. Das einzige ernste Argument, welches zugunsten der Zentralerregung spricht, ist der Umstand, daß die Spannung des Wechselstromes besser reguliert werden kann, während bei der gekuppelten Erregung die durch die Tourenzahl verursachte Spannungsvariation auch die Spannung des mit der Hauptwelle gekuppelten Erregers beeinflußt. Bei näherer Betrachtung des Umfanges dieser Beeinflussung wird man diese gering finden, daß man dieserthalben die übrigen Vorteile dieser Anordnung nicht außer acht lassen wird.

Berücksichtigt man jene Ursachen, die eine Spannungsvariation des Wechselstromes hervorbringen können, so ergibt sich zwischen Leerlauf und voller Belastung bei modernen Anlagen, daß die Schwankung der Tourenzahl die Größe der Spannung höchstens mit 5%, die Rückwirkung der Wechselstrommaschinenarmatur aber bei induktiver Belastung und zirka $\cos\varphi = 0{\cdot}8$ dieselbe mit durchschnittlich 20% beeinflussen kann. Bei Zentralerregung also, wenn die Spannung der Erregermaschine als konstant vorausgesetzt wird, variiert die Spannung des Wechselstromes im ganzen um 25%. Bei gekuppelten Erregern ist auch die Veränderung des Erregerstromes, die durch die Variation der Tourenzahl der Erregermaschine verursacht wird, zu berücksichtigen. Wenn man die Neigung der charakteristischen Kurven von gut funktionierenden Wechselstrommaschinen betrachtet, so kann das Maß dieser Beeinflussung auf die Maschinenspannung mit zirka 5% angenommen werden, so daß bei gekuppelten Erregern die Gesamtvariation 30% der Spannung erreichen kann. Diese Differenz, die sich mit 25% auf 30% ergibt, ist jedoch viel zu gering, als daß es sich lohnen würde, deshalb alle anderen Vorteile zu opfern. Wenn man den ganzen Betrieb vor Augen hält, so findet man bei gekuppelten Erregern eine vollständige Unabhängigkeit der einzelnen Generatoren voneinander, die sich beim Anlassen und Abstellen als besonders vorteilhaft erweist. Bei der Zentralerregung dagegen verändert jedes Anlassen oder Abstellen die Belastung der Zentralerregermaschine und beeinflußt hiedurch auch die Spannung der in Betrieb bleibenden Maschinen. Die angestellten Versuche mit registrierenden Voltmetern zum Vergleich beider Erregungsarten haben bewiesen, daß die Spannungsschwankung der gekuppelten Erreger um nichts ungünstiger ist als jene der Zentralerregung.

Bei Wasserkraftgeneratoren muß endlich noch ein Punkt in Betracht gezogen werden, nämlich das Durchgehen der Turbine im Falle der Betriebsstörung des Reguliermechanismus. Bei Zentralerregung erreicht die Wechselstromspannung in diesem Falle ungefähr das 1·8-fache ihres normalen Wertes. Bei gekuppeltem Erregerantrieb und richtiger Wahl der Charakteristik des Generators bezw. der Erregermaschine steigt die Spannung auf das 2·2- bis 2·3-fache des normalen Wertes. Die Differenz ist jedoch im Vergleiche mit den übrigen angeführten Vorteilen ebenfalls nur von geringerer Bedeutung und kann die Vorteile des gekuppelten Erregerantriebes nicht in Frage stellen.

Bremsvorrichtung. Infolge der großen Umfangsgeschwindigkeit und Schwungmassen ist auch gleichzeitig die Trägheit des Rotors der Wasserkraftgeneratoren von größerer Leistung eine sehr große, so daß die Maschine nach Wasserabschluß ncoh lange Zeit rotiert. Bei Verwendung von Francis-Turbinen kann außerdem die Wassereinströmung durch Abstellen der Leitschaufeln, da diese nicht dicht schließen, nicht einmal gänzlich abgesperrt werden. Das zwischen den Lücken der aufeinanderliegenden Leitschaufeln durchfließende Wasser genügt gewöhnlich, um die unbelastete Maschine in Bewegung zu erhalten. Um nun das Wasserzufuhr-Hauptventil bei jeder Abstellung nicht absperren und das Auslaufen nicht abwarten zu müssen, empfiehlt es sich, eine Bremsvorrichtung zu verwenden. Die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft hat für die Generatoren Arci und Almissa eine elektrische und für die Maschinen der im Bau begriffenen Generatorenanlage Castelmadama bei Rom eine mechanische Bremsvorrichtung angewendet. Die elektrische Bremsvorrichtung besteht aus der auf die Rotorwelle gekeilten Bremsscheibe und den Bremsmagneten. Die erregten Bremsmagnete induzieren in der Scheibe hemmende Massenströme und bremsen damit den Rotor. Der Strom zur Erregung der Bremsmagnete wird von der Erregermaschine geliefert. Der Schnitt der Almissaer Maschine (Fig. 1) zeigt die einmontierte Bremsanordnung.

Die Bremsscheibe ist, wie ersichtlich, neben dem Rotor auf die Welle gekeilt, während die Bremsmagnete auf einen kreisförmigen, gußeisernen Segment montiert und an den Rand der Maschinengrube befestigt sind. Die Größe der Trägheit, zum Beispiel eines Rotors von einer Umfangsgeschwindigkeit von 63 *m*/Sek. und einer Schwungmasse von $G\,D^2 = 200\,000\ kg/m^2$ wird durch die Auslaufskurve des Schnalstaler Generators gezeigt. Aus Fig. 9 können wir

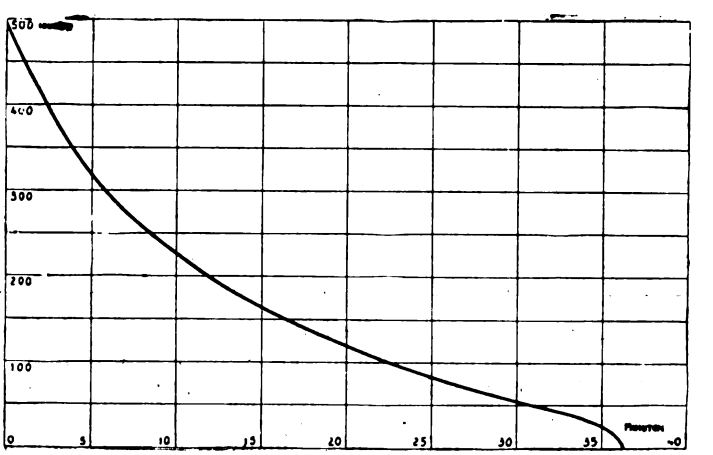


Fig. 9. Auslaufskurve des Generators (Schnalstalwerke).

ersehen, daß das Rad mit einer vollkommen abgeschlossenen Turbine von 500 Touren nach länger als eine halbe Stunde, das heißt erst nach 36 Minuten zur Ruhe gekommen ist.

Die Bremsung leistet auch bei Parallelschaltung gute Dienste, da durch Bremsung der schneller laufenden Maschine die Parallelschaltung sehr rasch bewerkstelligt werden kann.

Die Bremsung kann auch auf hydraulischem Wege mittels einer fliegend gekeilten kleinen Gegenturbine ausgeführt werden. Diese konstruktiv interessante Anordnung

Digitized by Google

wurde meines Wissens von der Mailänder Firma Riva e Moneret zuerst angewendet.

Nach Erörterung der allgemeinen Hauptgesichtspunkte möchte ich noch die Schnalstaler Anlage kurz besprechen.

Schnalstalwerke. Wenn wir in der Vintschgau im Etschtale aufwärts fahren, so finden wir oberhalb Meran dicht an der Landstraße zwei bedeutende Wasserkraftanlagen: die Töller und Schnalstaler Anlage, beide Eigentum der Etschwerke, welche die Städte Bozen und Meran mit Strom versorgen.

In der Töller Anlage, welche die Wasserkraft der Töll ausnutzt, sind sechs Generatoren mit einer Gesamtleistung von 11 000 *kVA* im Betrieb. Die Schnalstalwerke wurden einer Zentralenleistung von 24 000 *kVA* entsprechend ausgebaut, aber nur zwei Maschineneinheiten aufgestellt. Die Schnalstaler Anlage nutzt den gegen das Etschtal hergestellten Wasserfall des Schnalsbaches aus.

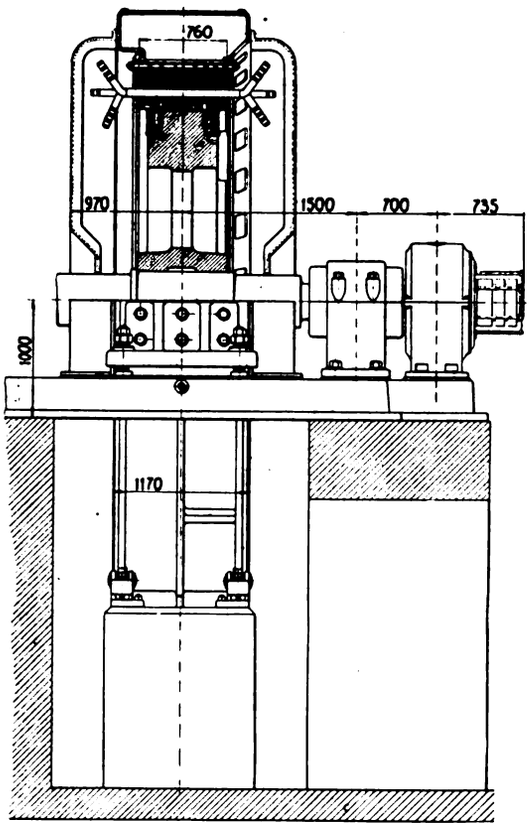


Fig. 10. Schnitt durch den 8000 *kVA*-Generator (Schnalstalwerke).

Der wasserbauliche Teil der Schnalsbacher Anlage wurde mit besonderer Rücksichtnahme auf die Naturschönheiten der Umgebung ausgeführt. Oberhalb des Gebäudes der Zentrale, am steilen Bergabhang, in einer Höhe von etwa 300 *m* ganz in den Felsen gehauen, liegt das Wasserschloß. Dasselbe erhält das Wasser des Schnalsbaches durch einen 4·2 *km* langen Tunnel. Das Druckrohr läuft in dem, in der Berglehne fast steil verlaufenden Schacht herab und gelangt, im Winkel gebogen, unter dem Niveau der Landstraße hinüber in den Verteilungsraum der Zentrale. Die Wasserablaßvorrichtung ist am Ende der Druckleitung angebracht und bewerkstelligt eine Wirbelbewegung, welche das abzulassende Wasser, wenn es die Turbinen nicht passieren kann, durch einen konisch sich erweiternden Diffuser in der Richtung des Etschlaufes in den Fluß schleudert.

Die von der Hauptdruckleitung sich abzweigenden Seitenleitungen speisen je eine Turbine. Die Doppelkranz-Wasserstrahlturbinen erhalten Wasser von 320 *m* Nutzgefälle. Jedes Rad besitzt zwei Düsen. Die Turbinen treiben den auf ihre Welle gekeilten Generator mit 345 Touren pro Minute an. Die Turbinen sind Erzeugnisse der Firma I. M. Voith. Die Projekte für die Anlage wurden durch Herrn Ing. Hassold, Direktor der Etschwerke in Meran, ausgearbeitet.

Jeder der stromerzeugenden Generatoren liefert bis zu einer Phasenverschiebung von $\cos \varphi = 0{\cdot}7$, 8000 *kVA*, bei 25% ständiger Überlastung.

Mechanische Details. Der Rotor des Generators besitzt 16 Pole und seine Konstruktion ist aus der unter Fig. 10 gegebenen Querschnittzeichnung ersichtlich. Derselbe besteht samt den Speichen und den Polansätzen aus einem Stahlgußstück (Witkowitz); die Bewicklung ist in der bekannten Weise mittels Hülsen auf den Polkernen befestigt.

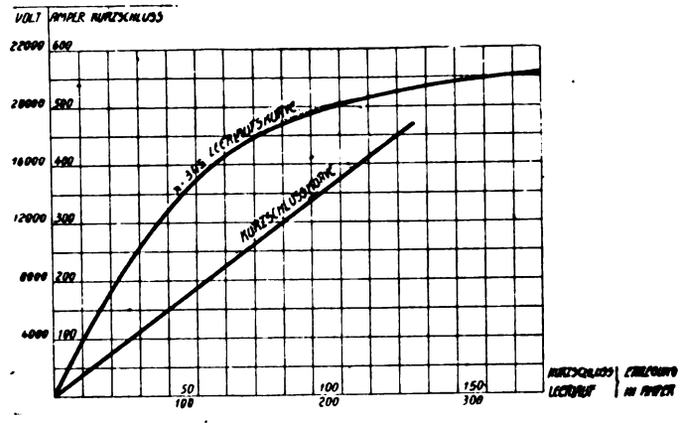


Fig. 11. Leerlaufs- und Kurzschlußcharakteristik des 8000 *kVA*-Generators (Schnalstalwerke).

Die Polköpfe sind aus Blechsegmenten zusammengesetzt und mit Dämpferwindungen versehen, da die Armatur offene Nuten besitzt. Der Polkopf ist derart ausgebildet, daß die Maschine einen nahezu sinusförmigen Wechselstrom liefert, was wegen des ausgedehnten Kabelnetzes von Bedeutung ist. Der Querschnitt der Pole ist kreisförmig (die Bewicklung ist nach der Welle zu keilförmig abgeschnitten). Zur Sicherung eines ruhigen Parallelganges besitzt der Rotor ein Schwungmoment von 200 000 kg/m^2.

Der stehende Teil ist ein außen geschlossener zweiteiliger Kastenguß. Die Ventilation des Generators erfolgt in der schon beschriebenen Weise. Die Wellen laufen in 750 × 300 *mm*-Lagern, welche zwei Ölringe besitzen. Der untere Teil der Lagerschale wird durch Wasser gekühlt.

Der aktive Eisenkörper der Armatur ist aus Blechsegmenten, die auf Zapfen aufgezogen sind, aufgebaut und ist pro Pol mit 12, insgesamt also mit 192 Nuten versehen. Die Bohrung beträgt 3500 *mm*, die Breite der Blechpakete 760 *mm*.

In den offenen Nuten sind Formspulen mit sechs Windungen eingelegt. Die Wicklung ist in drei Ebenen verlegt, und zwar in der Weise, daß sie in zwei Ebenen vier übereinander angebrachte Spulengruppen bildet, während in der dritten die Spulengruppen nach zwei Richtungen geteilt sind, damit der Rotor in der Wellenhöhe geteilt werden könne. Der Rotor des vollständig geschlossenen Generators liefert reichlich die zur Kühlung nötige Luft, zirka 10 m^3 pro Sekunde.

Die Verschalungen des Generators wurden mit einer entsprechenden Anzahl von Schauöffnungen versehen. Im

Digitized by Google

Winter kann durch Öffnen derselben ein genügender Teil der durch die Maschine erwärmten Luft, ungefähr 3·5 m^3 pro Sekunde und Generator, in das Maschinenhaus geleitet werden.

Bei der Konstruktion des Generators mußte mit Rücksicht auf die schwierigen Transportverhältnisse das Gewichtminimum erreicht werden. Mit Rücksicht auf den Transport auf der über 25 *km* langen Landstraße und auf die Belastungsfähigkeit der Wagen und Straßenunterbauten mußte jeder Maschinenteil weniger als 20 *t* wiegen. Das Gewicht des Rotors ohne Polhülsen und deren Bewicklung beträgt 18 *t*, gänzlich bewickelt 36 *t*.

Elektrische Eigenschaften. Die Generatoren arbeiten, den seitens des Bestellers gestellten strengen Anforderungen gemäß, unter folgenden Bedingungen:

Die Maschinenspannung kann zwischen 15 000 bis 18 000 *V* variieren. Die Spannungserhöhung bei plötzlicher Ausschaltung der normalen Belastung und unveränderter Erregung beträgt bei einer Phasenverschiebung von cos $\varphi = 1$ nicht mehr als 7% und bei cos $\varphi = 0{\cdot}7$ nicht mehr als 15%.

Die Überwärmung des Generators bei konstanter Vollbelastung beträgt weniger als 45° C. Das Verhalten des Generators bei Leerlauf sowie in kurzgeschlossenem Zustande ist aus den charakteristischen Kurven aus Fig. 11 ersichtlich. Der Generator verträgt während zwei Minuten einen Kurzschluß bei maximaler Erregung ohne jede Beschädigung. Im Falle des Durchgehens der Maschine verträgt der Rotor eine Tourenzahlerhöhung von 100%.

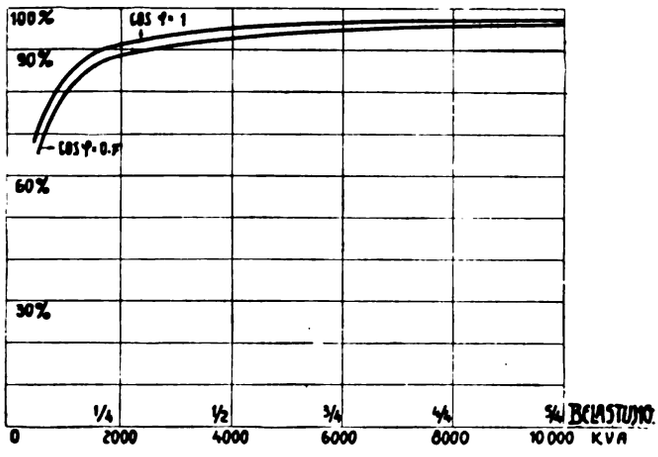


Fig. 12.
Wirkungsgradkurve des 8000 *kWA*-Generators (Schnalstalwerke).

Die Wirkungsgradkurve der Generatoren bei einer Spannung von 18 000 *V* wird in Fig. 12 gezeigt, von welcher folgende Werte abgelesen werden können:

Belastung:	1/4	1/2	3/4	1/1	5/4
cos $\varphi = 1$	91	95	96·3	96·8	97%
cos $\varphi = 0{\cdot}7$	88	93	95	96	96·25%

Die für den Generator zur Verfügung stehende Maximalerregung beträgt 60 *kW*, die Spannung der Erregermaschine ist 200 *V*, die maximale Stromstärke 300 *A*. Der Erreger ist auf das Wellenende gekeilt. Fig. 13 veranschaulicht die gefällige Form des Generators.

Die Schnalstaler Generatoren unterscheiden sich in Dimensionen und Umlaufzahl nur sehr wenig von den Almissaer Maschinen und die Leistung der letzteren beträgt das Doppelte der Schnalstaler. Die Ursachen hievon sind einerseits in den besonderen Betriebsverhältnissen der Schnalstalgeneratoren, deren Spannung zwischen weiten Grenzen verändert werden kann, und in der Verwendung der Hochspannungsbewicklung

Anwachsen der Leistungen und Spannungen der Wechselstromgeneratoren.

Von der Ganzschen E. A. G. gebaute Anlagen.

In Betrieb gekommen	Eigentümer	Benennung	Maschinenleistung *KVA*	Stromart	Maschinenspannung *V*	Touren
1889	Städtische Zentrale . . .	Mühlau-Innsbruck	2 × 100	Einphasenstrom	2 000	250
1892	Soc. Anglo Romana . .	Erste Anlage Tivoli	6 × 330	„	5 000	170
1898	Etschwerke, Meran . . .	Meran-Töll	4 × 1 500 2 × 2 500	Dreiphasenstrom	3 600 und 12 000	345
1899	Soc. Anglo Romana . .	Zweite Anlage Tivoli	7 × 3 500	„	11 000	210
1902	S. U. F. I. D., Triest. .	Jaruga	2 × 3 000	Zweiphasenstr.	15 500	315
1902	Ignaz Spiro und Söhne, Krumman	Hohenfurt	3 × 2 500 1 × 4 000	Dreiphasenstrom	15 500	420
1906	Soc. Anglo Romana. .	Subiaco	2 × 5 200	„	30 000	450
1907	S. U. F. I. D., Triest. .	Manojlovač	4 × 6 600	„	30 000	420
1911	Etschwerke, Meran . . .	Schnalsthal-Werke	2 × 8 000	„	18 000	345
1912	Soc. Anglo Romana . .	Arci	2 × 5 200	„	30 000	225
1914	S. U. F. I. D. Triest . .	Almissa	2 × 17 000	„	4 000	375
Im Bau	Stadt Roma	Castelmadama	2 × 7 500	„	30 500 und 33 000	345

Von anderen Firmen gebaute Anlagen.

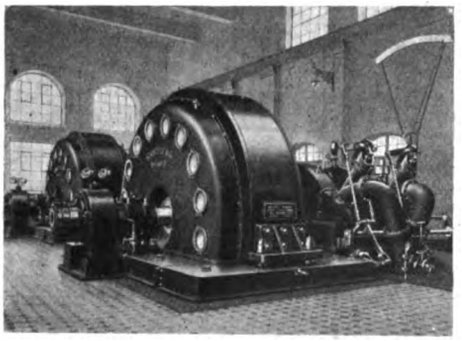
In Betrieb gekommen	Eigentümer	Benennung	Maschinenleistung *KVA*	Stromart	Maschinenspannung *V*	Touren
1891		Lauffen-Heilbronn	1 × 330	Dreiphasenstrom	50	—
1896	Niagara Falls Power Co.	Niagara	3 × 3 750	Zweiphasenstr.	2 200	250
1901	Valtellina Bahn	Morbegno	2 × 1 500	Dreiphasenstr.	20 000	150
1905	Ontario Power Co. . . .	Ontario	6 × 7 500	„	12 000	187·5
1907	Norsk Hydroelektrisk Kvaelstofaktielskab .	Svälgfos	4 × 10 500	„	10 000	250
1911	Great Western Power Co.	Feather River	2 × 13 500	„	11 000	400
1911	Kander Werke	Kandergrund	3 × 4 000	„	17 000	300
1912	Schavinigan Water and Power Co.	St. Maurice River	2 × 14 000	„	6 600	225
1912	Norsk hydroelektrisk Kvaelstofaktielskab . .	Rjukanfos	9 × 2 × 8 500 Doppelgenerator	„	11 000	250
	Washington Water and Power Co.	Spokane Fluß	4 × 20 000	„	4 000	—
1913	Pacific Light & Power Co.	Big Creek	2 × 17 500	„	6 000	375
Im Bau	Tramway Light-Power Co. Rio de Janeiro . . .	Pirahi	2 × 17 500	„	—	300

Bemerkung: Die Generatoren der älteren Anlagen geben ihre Leistung bis zu einem Leistungsfaktor cos $\varphi = 0{\cdot}7$. Die neueren, den Verbandsnormalien entspr. bis cos $\varphi = 0{\cdot}8$. — Die Leistungen der amerikanischen Generatoren sind bei cos $\varphi = 1$ zu verstehen.

Digitized by Google

zu suchen, andererseits in der patentierten Polventilation, welcher am meisten die größere Leistungsfähigkeit der Almissamaschinen zuzuschreiben ist.

Fig. 13.



Im Rahmen dieser Abhandlung war ich bestrebt, jene Momente kurz zusammenzufassen, die als Richtschnur beim Baue großer Wasserkraftgeneratoren dienen können.

Diskussion.

Ober-Ing. O. Primavesi: Der Herr Vortragende hat zur Darlegung der Gewichtsersparnis, welche durch die Anwendung der Blathyschen Magnetwicklung erreicht werden kann, die Gewichte eines Generators der Allmänna Svenska denjenigen eines Generators gleicher Leistung und Tourenzahl von Ganz & Co. gegenübergestellt, wobei ersterer nahezu doppelt so schwer war. Ich gebe zu, daß die Bláthysche Wicklungsart zweifellos eine stärkere Beanspruchung des Kupfers zuläßt. Die hiedurch bedingte Vergrößerung der Verluste kann man bei Schnelläufern ja in den Kauf nehmen. Selbst wenn es gelingen würde, ganz ohne Rotorkupfer auszukommen, könnte die erzielte Gewichtsersparnis auf das Gesamtgewicht der Maschine keinen so großen Einfluß haben, da ja im allgemeinen bei sonst gleichen Eigenschaften die Leistung einer Maschine doch durch die Kraftlinienzahl pro Pol gegeben ist und diese wieder wenigstens die aktiven Gewichte bestimmt. Der angeführte Gewichtsunterschied muß also ganz andere Ursachen haben.

Ing. L. Rosenbaum: Ich erlaube mir, an den Herrn Vortragenden zwei Fragen zu richten: 1. Wie hoch stellen sich die Kosten eines solchen Hochspannungsgenerators im Vergleiche mit Maschinen für niedrigere Spannungen mit beliebiger Transformation? 2. Wie stellt sich der Vergleich der Regulierfähigkeit, des Wirkungsgrades und der Betriebssicherheit dieser beiden Maschinentypen?

In den Proceedings (Transactions) of the American Institute 1907 (Band 26, Seite 350) (vergl. E. u. M. 1907, Seite 825) ist ein Diskussionsvortrag über die Verwendbarkeit von Generatoren mit Spannungen von mehr als 20.000 *V* veröffentlicht, demzufolge der angegebene Vergleich zu ungunsten der Hochspannungsgeneratoren ausfiel. Es wäre daher mit Rücksicht auf die seither erzielten Fortschritte von Interesse, wie sich der Vergleich gegenwärtig gestaltet.

Prof. Dr. Ing. Karl Czeija: Der Herr Vortragende hat die Richtlinien für den Bau großer Synchronmaschinen an einer Reihe interessanter Ausführungsbeispiele vorgeführt. Sieht man von Einzelheiten ab, die, wie Luftführungsschilder, Rotorspulenformen und Sonderanordnungen der Statorwicklung, der Individualität des Konstrukteurs entspringen, so können wir allgemein anführen, daß das Ansteigen der Antriebsgeschwindigkeit die Verdichtung immer größerer Energiebeträge auf einen magnetischen Stromkreis bedeutet. Abgesehen von den Aufgaben, die durch die mechanische Massenverteilung in den rotierenden Teilen bedingt sind, wurden durch diese Konzentration zwei Probleme eingeführt: 1. Die Wärmeabfuhr und 2. die Versteifung der Statorwicklung.

Die der Wärmeabfuhr dienenden Belüftungsanordnungen sind seit einigen Jahren bereits Allgemeingut geworden. Sind die wärmeerzeugenden Verluste bekannt, so ist es recht einfach, die entsprechenden Luftmengen möglichst kühlkräftig zu führen. Aber gerade hinsichtlich der Vorausbestimmung der Verlustbeträge, die beim Streben nach widerstandsfähigen, den Kurzschlußbeanspruchungen gewachsenen Statorwicklungen eingeführt werden, tappen wir noch ziemlich im Dunkeln. Wir haben es hier mit Leiterquerschnitten zu tun, die von zeitlich und räumlich veränderlichen Kraftflüssen durchsetzt werden. Die offene Nut ist hier eine zwingende Notwendigkeit. Die durch die Nutenfeldschwankungen und Stromverdrängung auftretenden Kupferverluste sind in letzter Zeit mit dem hier leider noch etwas spröden mathematischen Werkzeuge recht intensiv bearbeitet worden. Die Praxis wurde aber vorangetrieben und da es der Werkstatt bisher noch nicht gelang, eine theoretischen Erwägungen entspringende Abschirmung oder Ausgleichung des Nutenfeldes durch magnetisch leitende Nutenschlüsse zu schaffen, so hielt sie am Seilleiter fest.

Die Seilwicklungen geben aber nicht genügend steife Wicklungen. Allein schon Formänderungen durch das Eigengewicht können Isolationsdefekte einleiten. Zwischen den beiden Extremen: massiver Leiter und Seilleiter wurden nun Zwischenstufen geschaffen, derart, daß die den Feldpulsationen am meisten ausgesetzten Leiter — es sind dies die der Nutöffnung zunächst liegenden — als Preßseilleiter ausgeführt wurden. Die tiefer liegenden verbleiben massiv. Der Seilleiter erfordert für jede Maschine individuelle Abmessungen. Um möglichst mit Normalquerschnitten von Rechteckkupfer auszukommen, unterteilt man die am meisten gefährdeten Querschnitte in Parallelleiter, deren Querschnittsflächen bei der Nutöffnung entsprechend klein, in der Nutmitte dagegen größer und massiver sind. Hier genügt es nicht, die Teilleiter blank zu verlegen, auch die zwischen die Teilleiter eindringende Imprägniermasse vermag gegen die Wirbelspannungen nicht genügend zu isolieren. Zweckmäßig unterteilte Querschnitte mit einer Sonderumspinnung der Rechteckteillinien liefert nach meinen Erfahrungen Wicklungen mit geringeren Effektwiderständen und höherer Steifigkeit, als kombinierte Seilmassivleiter. Im nicht genügend verdrillten und dickdrähtigen Preßseil ist nämlich die Isolation der nur geölten Drähte noch eine recht mangelhafte.

Der Herr Vortragende führte in den Lichtbildern Statorwicklungen mit gekröpften Spulen und Anordnung der Spulenköpfe in zwei oder drei Ebenen vor. Hinsichtlich der Spulenversteifung wurde erwähnt, daß bei den hier vorkommenden Polteilungen eine Distanzierung zwischen den Einzelspulen ausreicht und besondere Haltekonstruktionen nicht nötig sind. Nun für Hochspannungsmaschinen ist die aus schmiegsamen Leiterbündeln bestehende Wicklung ein Glück und ein Unglück zugleich. Ein Glück, weil eben die dünndrähtige Wicklung nicht gleich beim ersten schweren Kurzschluß defekt wird, so wie man dies hin und wider bei ganz unelastischen und spröden Massivkupferwicklungen findet. Ein Unglück, weil die nach mehreren Kurzschlüssen auftretenden Defekte gleich ganz umfangreiche Reparaturen erfordern.

Ich möchte hier der Kropfspulenwicklung, die allerdings bisher für Hochspannungsmaschinen noch weniger gebräuchliche Gleichstrommantelwicklung gegenüberstellen. Die dynamischen Beanspruchungen bei plötzlichen Kurzschlüssen sind, soweit als für die Versteifung in Betracht kommend, zweierlei: 1. Durch die plötzliche Änderung des von der Spule umschlungenen Feldes sucht sie sich in die Form zu ändern, die der maximalen magnetischen Leitfähigkeit entspricht, und 2. erleiden die parallel liegenden Teilbündel, je nach der Änderung der in ihnen fließenden Ströme, anziehende oder abstoßende Kräfte. Auch bei Anbringung der günstigsten Versteifung sind wir noch sehr auf Erfahrung angewiesen. Wir wissen, daß die abgekröpften Spulenteile zum oder vom Eisen getrieben werden und daß insbesondere die geraden Spulenüberhänge recht schwer zu versteifen sind. Dies besonders dann, wenn sie wie bei hohen Phasenspannungen verschieden lang sind. Versteifungsstücke an diesen Stellen beeinträchtigen die Kühlluftströme und bilden Sammelstellen für Staub- und Feuchtigkeitsablagerungen. Die Gleichstrommantelwicklung ist in der Hinsicht besser daran, sie bildet ringsum vollkommen gleiche Felder aus und durch die nur schwach gegen die Achsenrichtung geneigten Endverbindungen bietet sie den angreifenden Biegekräften nur kurze Hebelarme. Bei dieser, ebenfalls über Schablonen zu formenden Wicklung lassen sich meiner Ansicht nach geringe zusätzliche Verluste bei hoher Steifigkeit mit recht einfachen Mitteln erreichen.

Was nun die Höhe der Maschinenspannung anbetrifft, so wird diese bei den modernen Isolations- und Kompoundierverfahren heute allein nur durch die Beschaffungskosten und die Wirtschaftlichkeit begrenzt. Müssen also den Hochspannungsmaschinen gar zu weite Zugeständnisse an Material- und Raumaufwand sowie Sorgfalt der Wartung gemacht werden — und diese wachsen mit einer recht hohen Potenz der Spannung — dann halte ich den Transformator immer noch für das kleinere und billigere Übel. Ich will keineswegs bezweifeln, daß die hier vorgeführten Maschinen auch über Jahre einwandfreien Betrieb machen können, immerhin hängt die dauernde Betriebssicherheit zu sehr von Einzelheiten ab, die mit der Art des Netzes, der Schalt-, Schutz- und Verbrauchsapparate eng verbunden sind. Für sehr verschiedenartige Stromverbraucher, wie zum Beispiel in Überlandanlagen, halte ich es für wirtschaftlicher, den Generator mit der ihn am besten befriedigenden Spannung zu bauen und mittels Transformator die wieder die Fernübertragung am besten befriedigende Spannung zu beschaffen. Das umgekehrte Verfahren,

Digitized by Google

die Leistungsanlage an eine höchst erreichbare Generatorspannung zu fesseln, legt der ganzen Anlage einen gewissen Zwang auf.

Ing. Drexler bemerkt, daß der Druck in den beiden Turbinen seiner Meinung nach nicht viel variieren und daß demnach auch nur ein sehr geringes Hin- und Herströmen des Kühlwassers in der durchbohrten Welle stattfinden könne. Es wäre von Interesse, zu erfahren, wie in Wirklichkeit die erzielte Kühlwirkung beschaffen sei.

Ober-Ing. Karl Weltzl: Bezüglich der Einwendungen des Herrn Ober-Ing. O. Primavesi habe ich folgendes zu erwidern: Das Feld und die Rotoramperewindungen pro Pol bestimmen die Leistung eines Generators. Bei Schnelläufern ist in den meisten Konstruktionen der Rotor wärmer als der Stator. Die Maschine ist nicht ausgenutzt. Wenn man also den umlaufenden Teil durch günstige Wärmeableitung so beanspruchen kann, daß die Wärmegrenze auf den Stator übergeschoben wird, steigt die Leistung bedeutend in die Höhe. Die Vergrößerung der Kupferverluste spielt dabei eine untergeordnete Rolle. Die Wärmeabfuhr vom stehenden Teil ist leicht so zu bewerkstelligen, daß seine Erwärmung die zulässige Grenze nicht übersteigt. Allerdings sind die Rjukanfoss-Generatoren, da sie Doppeleinheiten von $2 \times 8500\ kVA$ sind, nicht vorbildlich. Eine andere Maschine, deren Gewichtsdaten erst nachdem ich meine Vorlesung geschrieben habe, mir bekannt wurden, ist der Big-Creek-Generator (siehe El. World Nr. 1 und 2, 1914). Bei dieser stimmen die Polzahl, Perioden, also auch die Touren mit jener der Almissa-Generatoren überein. Diese Generatoren leisten bei $\cos \Phi = 1$ und 375 Touren 17 500 kVA und geben eine Spannung von 6000 V. Die Maschinen sind also fast um 20% kleiner als die Almissa-Generatoren, die ihre Leistungen bei $\cos \varphi = 0{\cdot}8$ geben. Das Gewicht des Big-Creek-Generators ist 143 t, um 45% größer als das Gewicht des Almissa-Generators.

Auf die interessanten Ausführungen des Herrn Prof. Dr.-Ing. Karl Czeija möchte ich folgendes antworten: Formspulen werden in der Regel nicht aus Kupferseil oder Preßkabel hergestellt. (Man verwendet zweckmäßigerweise massives Flachkupfer und kein Vierkantkupfer mit Parallelschaltung.) Die Steifheit der auf die beschriebene Weise aufgebauten Spulen gegen Kurzschlüsse ist eine durchaus befriedigende, wie dies Versuche und der Betrieb einiger Anlagen von Ganzschen Ausführungen am besten bewiesen haben, zum Beispiel sind die Generatoren der Anlage Manojlovac (vier Einheiten zu 6600 kVA), welche jährlich sechs bis acht Monate Tag und Nacht ununterbrochen im Betriebe sind, indem sie ihre Energie den Karbidöfen in Sebenico abgeben.

Wie Sie, meine Herren, selbst wissen, gehören bei Karbidöfen Kurzschlüsse zu den betriebsmäßigen Erscheinungen. Trotzdem kamen Spulendefekte nicht vor.

Bei Hochspannungsmaschinen wird man von der Kropfspulenwicklung, welche ihre guten Vorteile haben, nicht abgehen. Für mittlere Spannungen verwendet man besonders in Amerika für Turbogeneratoren die Mantelwicklung.

Ich möchte hier noch einmal darauf aufmerksam machen, daß die Spannungsgrenze der Maschinen stetig im Wachsen begriffen ist. Es waren Viele, die bis zur letzten Zeit den Standpunkt einnahmen, daß die Spannungsgrenze durch die Möglichkeit der Anwendung einer Stabwicklung gegeben sei (also in den meisten Fällen bei größeren Einheiten zirka 5000 V). Dies war noch vor einigen Jahren die offizielle Meinung einiger Großfirmen. (Siehe Vortrag des Professors Klingenberg auf dem Verbandstag 1912. E. T. Z. Heft 29 und meine Bemerkungen hiezu E. T. Z. Heft 34.)*.

In Amerika war 12 000 V als Standardgrenze lange zu betrachten. Lamme gibt (Proc. of am. Inst. of E. E. 1913, Jänner) 18 000 V als eine mögliche Grenze an**).

In der AEG.-Zeitung (1913) finden wir 18 000 V als Grenze, über welche zu gehen nicht ratsam ist. Man sieht also, daß nach und nach mit der Entwicklung der Hochspannungsspulenmanufaktur alle Firmen die Spannungsgrenze in die Höhe treiben. Seit acht Jahren ist diese Grenze für Ausführungen der Firma Ganz mit 33 000 V anzugeben und Entwürfe wurden schon für 60 000 V ausgearbeitet. Die Grenze ist immer dort gelegen, wo bei der geforderten Betriebssicherheit die einfachere Anlage mit Hochspannungsmaschinen nicht teuerer zu stehen kommt, als eine Zentralanlage mit Transformatoren.

Die Anfragen des Herrn Ing. Rosenbaum habe ich bereits zum Teile in der Diskussion beantwortet, behalte mir jedoch in einem weiteren Artikel vor, auf dieses Thema näher einzugehen.

Auf die Anfrage des Herrn Ing. Drexler möchte ich kurz folgendes erwidern: Die Kühlung der Lager durch die mit Wasser gefüllte hohle Welle ist eine durchaus befriedigende, da das Wasser, wie die Erfahrungen in der Anlage bei Rom (Arci) beweisen, in steter Bewegung sich befindet, da ja in den beiden Turbinenhälften immer ein ganz kleiner Druckunterschied, also auch ein Ausgleich in Form von Wasserströmung stattfindet.

Ich möchte endlich noch erwähnen, daß man die allgemein übliche Schalenkühlung in einigen Anlagen nach Einlaufen der Lager hat abstellen können, bei einigen alten Anlagen dies sogar von selbst geschah, da sich die dünnbemessene Röhre mit Kesselstein vollstopfte.

*) Vergl. Ref. in E. u. M. 1913, Seite 815.

**) Ref. in E. u. M. 1913, Seite 168.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Zersplitterung der Krafterzeugung in Deutschland. Dr. Thierbach. Die deutsche Verbandsstatistik lehrt, daß in 103 großen Werken mit mehr als 5000 kW, welche 75% der Gesamtleistung von 2·1 Millionen kW liefern, nahezu 0·8 Millionen kW unbenutzt bleiben und daß somit die in diesen Werken eingebauten Maschinen und Akkumulatoren ausgereicht hätten, um die Gesamtleistung von 0·54 Millionen kW aller kleineren deutschen öffentlichen Elektrizitätswerke zu decken. Nimmt man die Zahl der in den letzten zehn Jahren entstandenen Werke mit Leistungen unter 500 kW mit 2294 an, so sind bei Mk. 450 Anlagekosten pro kW über 100 Millionen Mark in diesem Zeitraume vergeudet worden. Die jährliche Ersparnis an Betriebskosten (mit 4 Pfg. pro kWh) berechnet sich dann bei 400 Benutzungsstunden und 92 Millionen kWh mit rund 3·7 Millionen Mark, wenn der Bau der Werke unter 500 kW vermieden worden wäre.

Der Verfasser tritt für die Schaffung einer Zentralstelle ein, welche den Bau unwirtschaftlicher Kraftwerke verhindern solle, andererseits die Gemeinden vor einer Übervorteilung seitens der Großunternehmungen schützen solle. Bis zur Schaffung einer solchen Zentralstelle wird die Herstellung einer Karte gefordert, welche die Abgrenzung der gegenwärtigen Elektrizitätsversorgungsgebiete darstellt und Erläuterungen auf Grund amtlicher Erhebungen vorgeschlagen, welche die Besitzverhältnisse der einzelnen Unternehmungen und Formen derselben kennzeichnen. (E. T. Z. Heft 16, 1914.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Automatische Kontrolle des Dampfverbrauches von Dampfturbinen. Fr. Goldstein. Die Arbeitsweise der Dampfturbine mit Oberflächenkondensation bietet leicht die Möglichkeit einer dauernden und genauen Kontrolle des Verbrauches jeder einzelnen Maschine durch Messung oder Wägung des im Kondensator niedergeschlagenen Dampfes. Der Verfasser berichtet über eine für diese Wägung des Kondensators vorzüglich geeignete, vollkommen selbsttätige Vorrichtung, welche aus zwei Kippgefäßen besteht, die zweckmäßig direkt über dem Speisewassertank aufgestellt werden. Die Hauptmenge des Kondensators strömt aus der Druckleitung in ein schwenkbares Verteilungsstück, das über den beiden Meßgefäßen leicht drehbar angeordnet ist und von je einem Schwimmer in jedem Behälter gesteuert wird. Der übrige Teil des Kondensators fließt in ein kleines Schwenkrohr, das die Kippgefäße selbst bewegen. Die Meßgefäße ruhen auf exzentrisch angeordneten Schneiden. Sobald eines derselben bis dicht an das von ihm zu messende Kondensatgewicht gefüllt ist, wird das Verteilungsstück vom Schwimmer umgesteuert und das Wasser füllt das zweite Gefäß. Ein genaues Tarieren des gefüllten Gefäßes geschieht durch das kleine Schwenkrohr, bis das Meßgefäß ein festgetztes Gewicht erreicht hat, umkippt und seinen Inhalt mittels Heberohrs in den Speisetank gießt. Die beim Kippen und Wiederaufrichten der Meßgefäße auftretenden Stöße werden durch Bremszylinder aufgefangen, die mit Glyzerin gefüllt sind. Ein mit dem großen Schwenkrohr direkt gekuppelter Hubzähler notiert die Anzahl der gefüllten und entleerten Gefäße. In der Kraftstation der A. E. G.-Turbinenfabrik ist ein Kondensatmesser nach dem beschriebenen System dauernd in Betrieb. Für denselben hat die liefernde Firma einen Genauigkeitsgrad von 0·1% gewährleistet. Die vorgenommenen Kontrollmessungen ergaben ein noch günstigeres Resultat, daher eine fast mathematische Genauigkeit. (A. E. G. Zeitung, April 1914.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Neuartiges Walzwehr. Bei dem großen Stauwehr, welches die Bewässerungskanäle im Gebiete von Boise, Id. (V. St. v. A.), speist, wurde zum Abschluß der Dammöffnung ein von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G. ausgeführtes Walzwehr eingebaut, welches gegenüber den bisher angelegten Walzenwehren ganz wesentliche Unterschiede aufweist. Der eigentliche Wehrkörper ist hier nicht wie bisher üblich als Vollzylinder ausgeführt, sondern lediglich durch ein aus Eisenblech hergestelltes Bogensegment gebildet, welches durch Streben an einem Zylinder von 0·76 m Durchmesser befestigt ist. Die

Digitized by Google

Krümmung des Wehrkörpers selbst beträgt 1·83 *m* und ist nicht konzentrisch zu dem Tragzylinder, sondern der Krümmungsmittelpunkt liegt 1·22 *m* flußabwärts und zirka 228 *mm* unterhalb der Wehrachse. Die Gesamtlänge des Wehres beträgt entsprechend der Weite der Floßöffnung etwa 9·1 *m*. Die Krone des Überfalls der Floßöffnung liegt um 1·22 *m* tiefer als die übrige Dammkrone. An den Enden des Tragzylinders sind Stirnräder von 2·28 *m* Durchmesser angeordnet, die mit Zahnstangen in Eingriff stehen, welche eine Neigung von 21½° besitzen. Die Abdichtung an der Schwelle erfolgt durch einen an der Dammkrone befestigten Eichenbalken; an den Enden wird die Abdichtung durch angenietete dünne Bleche bewirkt, die mit Holz gefüttert sind und soweit nachgeben, daß sie sich den Seitenwänden der Wehrpfeiler anschmiegen. Der beim Beginn des Öffnens etwas zurückweichende Wehrkörper verdrängt hiebei alle etwa angesammelten Schwimmkörper, so daß diese das Öffnen nicht behindern. Zum Öffnen des Wehres dient bei normalem Betriebe ein dreipferdiger Elektromotor. Die vollständige Öffnungsdauer beträgt 15—20 Minuten. Für den Notfall ist ein Handantrieb mit Kurbel vorgesehen. Die größte Hubhöhe des Wehres beträgt 5·5 *m*; da jedoch das Wasser im höchsten Falle nur 3 *m* über die Dammkrone steigt, so bleibt auch dann noch genügend Raum zum Durchlassen von Flößen oder Schwimmkörpern.

Die Baukosten der gesamten Wehranlage einschließlich des Elektromotors beliefen sich auf K 38 000, wovon auf das Wehr allein einschließlich der Zubehör K 11 600 entfallen.

(Z. f. d. ges. Turbinenwesen, 20. 3. 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Erwärmung der Verschalungen von Generatoren. Bei kleinerer Polzahl weisen die raschlaufenden Generatoren mit ausgeprägten Polen, wegen der großen Armaturrückwirkung eine starke axiale Streuung auf, welche in den gußeisernen Ventilationsschildern trotz reichlichem Abstand von den Polenden lokale Erwärmungen durch Masseströme verursacht. Diese Erwärmungen überschreiten bei stark ausgenützten Maschinen häufig die Grenze des Zulässigen.

Wie Versuche bei der Firma Ganz'sche Elektricitäts-A.-G., Budapest, ergeben haben, wird durch Innenverkleidung der Ventilationsverschalungen mit Kupferblech von 4 bis 6 *mm* Stärke durch die Schirmwirkung derselben die Erwärmung auf die zulässige Grenze reduziert.

Resonanz der dritten Harmonischen bei Dreiphasentransformatoren. R. Swyngedauw. Es wird der Einfluß der dritten Harmonischen auf die Entstehung von Überspannungen in Dreiphasennetzen untersucht. Bezeichnet f den mittleren Wert der dritten Harmonischen des Hysteresis-Kraftfeldes eines gesättigten Transformators, der von einem sinusförmigen Strom gespeist wird, so entsteht in den n'-Windungen der Sekundärwicklung eine EMK $-n'\frac{df}{dt}$; setzt man ferner für die Induktanz der Leitung L_e, jene der Sekundären des Transformators L_t' und des Generators L_a' die äquivalente Kapazität C einer Phase des Generators und des Transformators, R' den Leitungswiderstand, v_e' und v_t' die Leitungsspannung und die Sternspannung des Transformators, so gilt die Gleichung:

$$-n'k\frac{df}{dt} = (L_e' + kL_t')\frac{di}{dt} + R'i' + v_e' - v_t' = 0$$

und der Sekundärstrom $i' = C'\frac{d}{dt}(v_e' - v_t')$.

Hierin bedeutet $k = \dfrac{L_a - \frac{1}{C\omega^2}}{L_t' + L_a - \frac{1}{C\omega^2}}$.

Aus der Hauptgleichung folgt, daß die Stromstärke und Spannung infolge der dritten Harmonischen ebenso groß ist, als wenn die Leitung direkt von einem Generator gespeist werden würde, dessen dritte Harmonische den k-fachen Wert derjenigen der Sekundären des Transformatoren hat und deren Reaktanz gleich dem k-fachen Wert in einer Phase der Sekundärwicklung ist. Man kann mit einer gewissen Annäherung $k = \frac{L_a}{L_t} \sim \frac{1}{6}$ setzen, bei geerdeter Neutralleitung. Ist der Sternpunkt direkt mit der Verteilungsleitung verbunden, so sind die Überspannungen durch Resonanz etwas geringer.

Der Verfasser folgert aus seinen Untersuchungen, daß die Gefahr der Überspannungen verschwindet, wenn die dritte Harmonische in der Leitung unterdrückt wird, wobei die Sekundäre der Verteilungstransformatoren in der Zentrale mit der Primären in der Unterstation in Dreieckschaltung verbunden sein muß.

(La revue electr., 6. 3. 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Über neuere Tarifapparate. K. Laudien. Ein Zähler, der den Verbrauch innerhalb einer Grenze getrennt von dem über derselben Entnommenen zählt, ist ein Spitzenzähler. Registriert ein Zähler den Gesamtverbrauch verschieden, je nachdem die Grenze überschritten ist oder nicht, so nennt man ihn Relaiszähler. Der Verfasser vergleicht die Ergebnisse der Messung mit diesen beiden Typen von Zählern und findet, daß bei Spitzenzählung kleinere Einnahmen erzielt werden. Die Differenzen zwischen Spitzenzählung und Relaiszählung werden größer, je länger die Spitze dauert. Da in diesem Falle der Abnehmer mit niedriger, aber langer Spitzenentnahme stärker belastet erscheint, so hat der Relaiszähler wenig Eingang gefunden. Eine Verringerung der Spitze und eine Erhöhung der mittleren Zentralenbelastung kann, wie der Verfasser nachweist, dann erzielt werden, wenn das automatisch arbeitende Relais durch einen Handumschalter ersetzt wird, weil man dann eine geringe Überschreitung der Spitze nicht wird

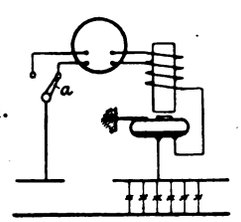


Fig. 1.

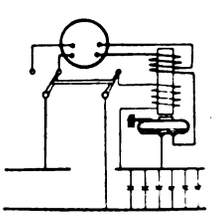


Fig. 2.

eintreten lassen, sondern sich unter der Spitze wird halten wollen. Eine solche Relaisschaltung zeigt Fig. 1. Bei Stellung des Schalters links kann man einen bestimmten Maximalbedarf decken; will man darüber hinausgehen, so legt man a nach rechts um, wobei einige Windungen abgeschaltet oder das Zählwerk eingeschaltet oder eine Spannungsspule gegengeschaltet wird. Das Rücklegen des Schalters a von Hand ist mißlich, weil man daran vergißt und dann überflüssig mehr zahlt. Besser ist es, einen Minimalautomaten anzuordnen, der bei Unterschreitung den Hebel zurückfallen läßt. Verfasser gibt noch eine Einrichtung an, bei welcher für das Rückschalten ein zweiter Anreiz gegeben wird, indem auch für das Unterschreiten eine Grenze gesetzt ist. Ist das Maximum erreicht, so wird beim Umlegen eines Schalters nach rechts die Spannungsspule gegenwirkend zur Stromspule angelegt; ihre AW ist die doppelte der letzteren und eine weitere obere Begrenzung findet bei der dreifachen normalen Stromstärke statt. Die Abhängigkeit der zweiten oberen Grenze, ihre Festlegung auf den dreifachen Normalwert entfällt, wenn gleichzeitig auch die Windungszahl der Stromspule geändert wird (Fig. 2). Eine neue Art der Spitzenzählung ist die der Zählung nach der Zahl der Spitzen, das sind die Überschreitungszähler, bei denen jede Überschreitung einzeln bezahlt wird, wobei nur ein *kWh*-Preis verrechnet wird. Der für die Überschreitung erhobene Betrag ist vom Preis der Spitzen-*kWh* abhängig.

(E. T. Z. Heft 12, 1914.)

Leitungen.

Die Wahl des Materials für Fahrdrähte. G. M. Kelway. Die Wahl des Fahrdrahtmaterials hängt von der Strombelastung, Abnutzung, den Kosten und Energieverlusten ab. Bei Belastungen über 1000 *A* ist das Kupfer dem Bronze- und Stahldraht trotz einer höheren Leitfähigkeit nicht überlegen, besonders wenn die Anordnung von parallellaufenden Speiseleitungen notwendig ist. Der Altwert abgenutzter Kupfer- und Bronzedrähte ist allerdings weit größer als beim Eisen, hingegen ist die Lebensdauer des Bronze- und Stahldrahtes doppelt so groß (10 gegen 5 Jahre). Stellt man daher einen Vergleich bei gleichen Kosten der Installation an, so ergeben sich bei einer 5% Verzinsung die jährlichen festen Kosten beim Kupfer bei Abnutzung bis auf 75% des ursprünglichen Querschnitts um 15 bis 25% höher als beim Bronzedraht und fast gleich hoch wie beim kupferumkleideten oder reinen Stahldraht. Bei Abnutzung bis auf 50% Querschnitt ist auch der Stahldraht wesentlich billiger. Die Kosten der jährlichen Energieverluste sind allerdings beim Kupfer kaum halb so groß als beim Bronze- oder Stahldraht; allerdings gilt dies nur dann, wenn keine parallellaufende Speiseleitung vorgesehen ist. Zusammenfassend ergibt sich daher, daß die Wahl des Materials für Fahrdrähte von den Betriebsverhältnissen abhängt; der gegebene Vergleich gilt für Stromdichten von 20 bis 50 *A* und bei den gegenwärtigen amerikanischen Marktpreisen.

(El. Ry. Journ., 21. 3. 1914.)

Digitized by Google

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Die Elektrifizierung der Butte-Anaconda & Pacific Railway mit 2400 V Gleichstrom*). Von der 180 *km* langen Strecke sind bereits 120 *km* auf elektrischen Betrieb übergegangen. Gegenwärtig stehen 17 Lokomotiven zu 80 *t* im Dienste, hievon 15 für Frachtenverkehr mit einer maximalen Stundengeschwindigkeit von 60 *km*; dieselben entwickeln bei 25 *km*/Std. eine Zugkraft von 11 500 *kg*, maximal (während 5 Minuten) von 22 000 *kg*. Es werden Züge von 2000 *t* Gewicht auf der größten Steigung von 2·5% durch 2 Lokomotiven, mit je 4 Motoren in Reihenparallelschaltung (je 2 Motoren zu 1200 *V* stets in Reihe) mit 20 *km* Stundengeschwindigkeit befördert; auf Steigungen unter 1% wird das Zugsgewicht und die Geschwindigkeit verdoppelt. Das Gewicht der Erzwagen beträgt 18 *t*, die Ladung 50 *t*, so daß ein Zug 30 bis 60 Wagen führt. Die Oberleitung besitzt die übliche Kettenaufhängung. Zur Kühlung der Motoren dienen Gebläse für 240 m^3 Luft pro Min. Zur Heizung der Personenwagen wird ein 25 *kW*-Radiator verwendet, dessen Wärme mittels motorbetriebener Ventilatoren verteilt wird. Die Kühlluft wird von einem am Wagendach angeordneten Rohr zugeführt. Zur Wagenbeleuchtung dienen 25 Wolframlampen, welche zu je fünf in Reihe an dem zur Lieferung des Hilfsstromes (Bremsung, Steuerung usw.) vorgesehenen 600 *V*-Motorgenerator angeschlossen sind. Die Energielieferung erfolgt auf 210 *km* Entfernung mit 100 000 *V*-Leitung von der 120 000 *kW* Wasserkraftanlage der Great Falls Power Co. zu zwei Unterstationen mit je drei synchronen Umformern von 1000 *kW* Leistung. Die beiden 1200 *V*-Generatoren jeder Gruppe sind mit einer Niederspannungsauslösung und Rückstromrelais versehen, welches mit einem Geschwindigkeitsbegrenzer verbunden ist, der bei Überschreitung der maximalen Spannung den Generator automatisch abschaltet.

(El. Railw. Journ. 14. 3. 1914.)

Elektrische Apparate.

Elektrische Lichtbogenschweißung. O. A. Kenyon. Bei der elektrischen Lichtbogenschweißung wird das zu schweißende Stück an den positiven Pol der Stromquelle angelegt, weil dort — wie im Krater der Bogenlampe — die höchste Temperatur herrscht, während der negative Pol an einen Kohlenstab oder einen Metallstab angeschlossen wird. Bei der Schweißung mit dem Kohlenlichtbogen hält der Arbeiter den Kohlenstab in einer und ein zu schmelzendes Metallstück (Schmelzstab) in der anderen Hand, so daß das geschmolzene Metall in den Zwischenraum zwischen den zu vereinigenden Metallstücken einfließt.

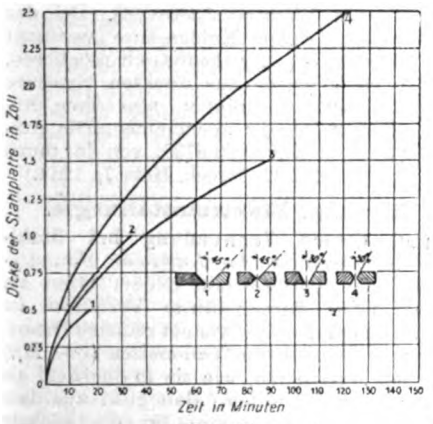


Fig. 3.

Der Kohlenlichtbogen zeigt im Vergleich mit dem metallischen eine größere Oberflächenwirkung und höhere Temperatur, eignet sich daher besonders zum Schweißen und Trennen schwer schmelzbarer Stücke; die Lichtbogenspannung beträgt 50 bis 100 *V*, bei Stromstärken von 150 bis 700 *A*. Als Nachteile des Kohlenlichtbogens gelten die starke Ultravioletts trahlung, welche das Tragen besonderer Masken erforderlich macht, die Notwendigkeit, beide Hände zur Manipulation zu verwenden und die größeren Wärmeverluste und leichte Überhitzung des Schweißstückes. Für die Bearbeitung von Stahlstücken eignet sich daher die Sauerstoff-Azetylenflamme besser, ist hingegen bei Gußeisen weniger wirksam als der elektrische Lichtbogen.

Beim metallischen Lichtbogen bildet der Schmelzstab selbst die eine Elektrode, so daß eine Hand zum Halten des Schutzschirmes frei wird und das lästige Tragen von Masken entfällt. Es wird die Gefahr der Karbonisierung vermieden und es genügt eine Lichtbogenspannung von 15 bis 30 *V*, infolge der bedeutend geringeren Länge im Vergleich mit dem Kohlenlichtbogen. Die Wärmeverluste und Übertemperaturen sind hier weit geringer als beim Kohlenlichtbogen. Zur Konstanthaltung der Stromstärke ist beim metallischen Lichtbogen meist ein Beruhigungswiderstand erforderlich, beim Kohlenlichtbogen sind die Generatoren gegen Kurzschluß zu schützen.

Das Schweißen des an den Kanten abgeschrägten Arbeitsstückes kann in mit abwärts, aufwärts, vertikal oder horizontal gerichteten Kanten erfolgen. Die Abwärtsstellung gestattet die rascheste Schweißung, da die Schwerkraft mitwirkt, die umgekehrte Stellung braucht 67% mehr an Zeit und ist beim Kohlenbogen nicht anwendbar. Die bei verschiedenen Schweißverfahren und Plattenstärken zum Schweißen einer ein Fuß langen Stahlplatte erforderliche Zeit bei den angegebenen vier verschiedenen Arbeitsmethoden ist in Fig. 3 graphisch dargestellt.

(El. World, 28. 3. 1914.)

Telegraphie und Telephonie.

Die neue Fernleitungsstelle in München. W. Schreiber. Diese Fernleitungsstelle ist die erste europäische Fernamtseinrichtung, welche mit vollautomatischen Ortsämtern verbunden ist und neben anderen bemerkenswerten Neuerungen die Bedingung zu erfüllen hat, daß die Rückstellung der Wähler erst durch Ziehen des Fernleitungssteckers und nicht durch das Einhängen des Teilnehmerhörers veranlaßt wird. Das manuelle Zwischenglied zwischen Fernamt und Ortsamt bilden besondere „B-Plätze", an welchen mittels Tastatur die Einstellung der gewünschten Nummer durch eine eigene Beamtin erfolgt. Der Anruf geschieht mittels Gleichstrom, der das Relais *R* (siehe Fig. 4) zum Ansprechen bringt. Dieses schaltet *HR* ein und durch das Anziehen des Ankers dieses Relais werden der Drehelektromagnet des Wählers mit dem Unterbrecher *U* und das Trenn- und Prüfrelais *T* an Spannung angeschaltet. Der Wähler sucht nun eine freie Beamtin, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die *C*-Ader des betreffenden Arbeitsplatzes spannungslos und über den Widerstand des Relais *AR* mit Erde verbunden ist. Sobald eine solche freie Beamtin durch den Wähler gefunden wurde, spricht *T* an, trennt den Haltestromkreis für *HR* auf und schaltet die ankommende Meldeleitung auf den betreffenden

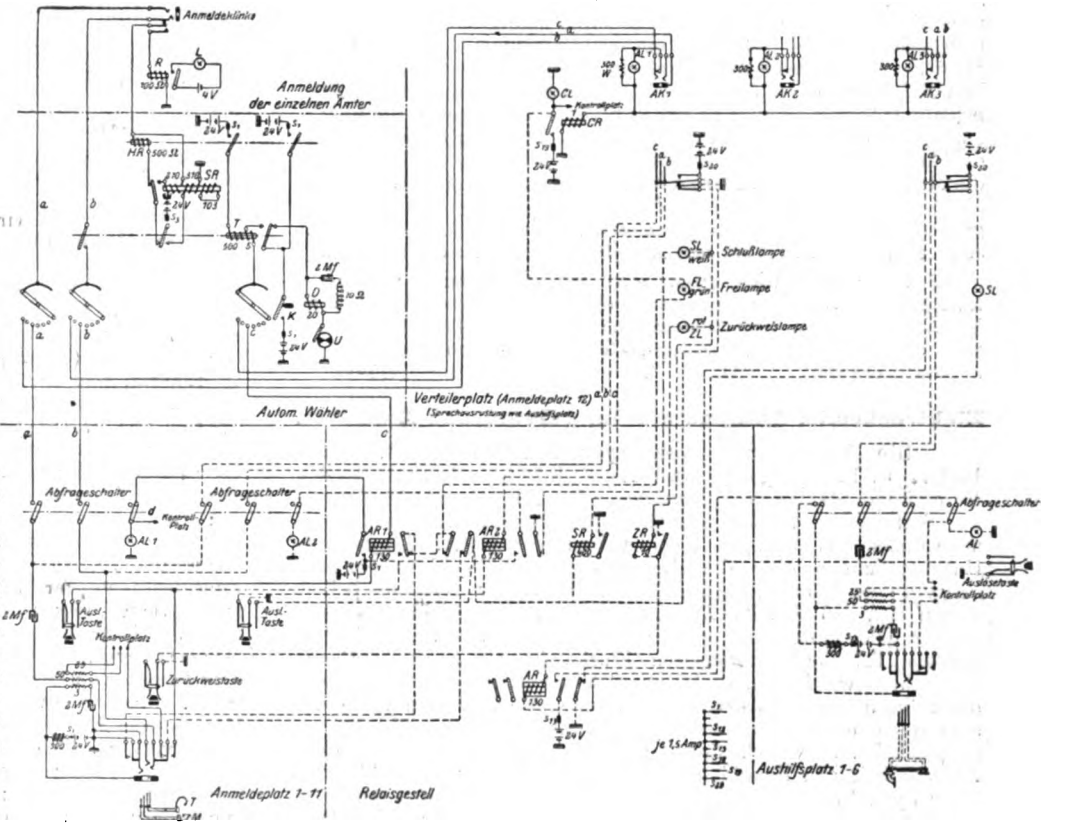


Fig. 4.

*) Vgl. E. u. M. 1912, S. 796.

Digitized by Google

Platz durch. Außerdem findet ein Besetzen durch Kurzschließung des 500 Ohmwiderstandes von *T* statt und dadurch eine Verstärkung des Stromes in der *C*-Ader über das Relais *AR* nach Erde, so daß nunmehr auch *AR* anspricht und die Anruflampe *AL* zum Leuchten bringt.

Die Beamtin legt ihren Abfrageschalter um und fragt den Anruf ab. Die gewünschte Verbindung wird auf dem Anmeldezettel notiert und dieser mit der Rohrposteinrichtung der Rohrpostverteilerstelle zugeführt. Bei Beendigung der Anmeldung schaltet sich die Beamtin aus, die Anruflampe leuchtet auf und fordert dadurch die Beamtin zur Trennung der Verbindung auf. Dies geschieht durch vorübergehendes Drücken der Auslösetaste. Dadurch wird der Stromkreis für *T* und *AR* unterbrochen, die Anker fallen in die Ruhelage zurück. *AL* erlischt und da am Wähler die Relais *HR* und *T* sich nun in der Ruhelage befinden sowie der Kopfkontakt *K* am Wähler geschlossen ist, erhält der Drehelektromagnet über den Unterbrecher *U* Stromimpulse so lange, bis er seine Ruhelage eingenommen hat und dadurch der Kopfkontakt *K* geöffnet ist. Befindet sich keine Meldebeamtin zur Entgegennahme von Meldeanrufen an dem Meldeplatz, so ist die *C*-Ader in der Sprechgarnitur-Anschlußdose in einem Kontakt aufgetrennt, so daß kein Wähler sich auf diesen Platz einstellen kann. Die Kontrollaufsicht erhält über die Leitung *d*, welche zu einer Lampe und einer Taste am Klinkenumschalter führt, eine Kontrolle darüber, ob der betreffende Platz von einer Beamtin besetzt ist oder nicht. Außerdem kann sich die Kontrollaufsicht zum Mithören über die Leitungen *a* und *b* in einer am Klinkenumschalter befindlichen Klinke einschalten und an einer parallel zur Anruflampe liegenden, ebenfalls am Klinkenumschalter untergebrachten Anrufkontrolllampe die gleichfalls über eine Taste geführt ist, das Arbeiten der Beamtin kontrollieren. Bei den Leitungen, die von Ämtern mit ZB-Betrieb der Teilnehmer im Fernamt ankommen, wird zwischen die *a*- und *b*-Leitung hinter den Kontakten des Relais *T* eine Drosselspule eingeschaltet, um ein Unterstromsetzen der betreffenden Relais im Ortsamt herbeizuführen, sobald der Wähler eine Beamtin gefunden hat. Beim Abtrennen der Verbindung durch Drücken der Auslösetaste und dadurch bedingtem Stromloswerden von *T* wird diese Drosselspule von der Leitung abgetrennt und dadurch das Schlußzeichen zu dem ZB-Amt gegeben.

Für schwache Betriebsstunden sowie zur Erledigung von Anrufen, die keine freie Beamtin gefunden haben, ist ein besonderer Sammel- oder Verteilerplatz eingeführt. Findet der Wähler die ersten neun Kontakte besetzt, so bleibt er stets auf dem zehnten Kontakt stehen und übermittelt dadurch den Anruf zum Verteilerplatz. Hier wird derselbe mittels Stöpsels *AS* und Abfrageschalters abgefragt. Beim Stecken von *AS* in die betreffende Klinke *AK* wird die Anruflampe abgetrennt, dadurch zum Erlöschen gebracht, gleichzeitig aber im Schnursystem der Stromkreis der *C*-Ader nach Erde über eine Auslösetaste und ein Relais *SR* wieder hergestellt. Das Relais *SR* dient dazu, bei Schluß der Meldung beim Zurücklegen des Abfragestöpsels in die Ruhelage, die Beamtin durch Aufleuchten der Lampe *SL* an die erforderliche Trennung durch Drücken der Auslösetaste zu erinnern. Der Platz ist in ähnlicher Weise wie die Meldeplätze an den Platz des Klinkenumschalters angeschlossen. Es sind aber die Stromkreise für die Lampen nicht über Tasten geführt, sondern dauernd angeschlossen, so daß die Kontrollaufsicht stets eine Übersicht über das Arbeiten des Verteilerplatzes hat.

Unter den wichtigsten sonstigen Neuerungen der Fernleitungsstelle seien hier nur noch die Gruppenumschalteschränke im Anschlusse an halbautomatische kleinere Umschaltezentralen und die besonderen Zeitsignal-, Zeitstempel- und Gehörschutzapparate erwähnt. (E. T. Z. Hefte 9, 10, 12 und 14, 1914.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Die Verwendung von Zyankalium für galvanische Bäder. C. F. Burgess und L. F. Richardson. In den Vereinigten Staaten von Amerika wird für galvanische Zwecke an Stelle des früher ausschließlich benutzten Zyankaliums neuerdings das billigere Zyannatrium verwendet. Eingehende Untersuchungen über die Ursachen für das Fleckigwerden von galvanischen Silberüberzügen deuten durch ihre Resultate jedoch darauf hin, daß sich das Zyankalium wahrscheinlich seinen Platz in der Galvanotechnik wieder zurückerobern wird. Bei dem größten Teil der untersuchten Flecke ist ein mittlerer Punkt beobachtet worden, der das Aussehen von einer Durchlochung des Silberüberzuges hatte. Gewöhnlich sind die Flecke von einer schwarzen oder grünlichen Masse durchwachsen, die hygroskopisch ist. In verschiedenen Fällen ließ sich in der Masse die Anwesenheit von Zyanid nachweisen. Bringt man einen Tropfen einer Zyanidlösung auf eine Silberplatte, so tritt eine ähnliche Verfärbung ein wie bei den untersuchten Flecken. Dies bestätigt die Ansicht, daß die Fleckenbildung großenteils durch Zyanidverbindungen verursacht wird.

Die Fleckenbildung stellt einen elektrochemischen Vorgang dar, ähnlich dem Rosten von Eisen. Messing und Silber bilden ein elektrochemisches Paar und der eingeschlossene Elektrolyt liefert den weiteren Bestandteil einer elektrolytischen Zelle. In Hinsicht auf die große Wahrscheinlichkeit, daß die Fleckenbildung größtenteils der Einschließung von Zyanidlösung zuzuschreiben ist, sind die Eigenschaften verschiedener Zyanide untersucht worden. Die Ergebnisse lassen deutlich erkennen, daß chemisch reines Zyankalium Wasser nur halb so rasch aufnimmt als Zyannatrium. In der hygroskopischen Natur des Salzes ist aber eine der Ursachen des Fleckigwerdens zu suchen. (Z. f. angew. Ch., 14. 4. 1914.)

Synthese von 100prozentigem Wasserstoffperoxyd mit Hilfe der stillen elektrischen Entladungen. P. M. Wolf. Der Zweck der Arbeit war, eine weitere Stütze zu bringen für die Annahme, daß bei der Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff nicht unmittelbar Wasser gebildet wird, sondern daß die Reaktion primär zu Wasserstoffperoxyd führt. Wenn man im allgemeinen bei der Vereinigung von Knallgas Wasser erhält, so liegt der Grund in der bei der Reaktion erzeugten Wärme. Will man die primäre Verbindung erhalten, so muß man dafür sorgen, daß keine hohe Temperatur entsteht, indem man ein Knallgas verwendet, welches unexplosiv ist. Entweder man arbeitet unter vermindertem Druck oder man verwendet Gemische, die außerhalb der Explosionsgrenze liegen oder man verdünnt das Knallgas mit anderen Gasen. Wenn man aber unexplosibles Gas verwendet, dann bedarf man eines Katalysators; als solcher eignet sich vorzüglich die stille elektrische Entladung. Die Grenze für die Explosibilität von Knallgas unter vermindertem Druck liegt bei etwa 146 *mm* Quecksilber. Die Versuche zur Synthese von Wasserstoffperoxyd aus reinem Knallgas bei vermindertem Druck ergaben im günstigsten Falle eine Ausbeute von 17% der Theorie. Die Grenzen der Explosibilität von Wasserstoff-Sauerstoffgemischen wurden gefunden zu: 5·45 Volumprozent Wasserstoff und 94·55 Volumprozent Sauerstoff oder 5·3 Volumprozent Sauerstoff und 94·7 Volumprozent Wasserstoff. Als günstigste Bedingungen sind bei Versuchen mit unexplosiven Gasgemischen folgende festgestellt worden: Die günstigste Stromstärke, mit der das Induktorium primär zu betreiben ist, beträgt 4·6 *A*. Die günstigste Gasgeschwindigkeit ist $^1/_8$ *l*/Std. Die günstigste Sauerstoffkonzentration im Gasgemisch beträgt 3·5%. Bei Verwendung von feuchtem Gas stiegen die Ausbeuten um etwa 8%. Als besonders günstig haben sich auch tiefe Temperaturen erwiesen. Die unter Verwendung der günstigsten Bedingungen, insbesondere bei —80° gemachten Versuche haben in allen Fällen hohe Ausbeuten an Wasserstoffsuperoxyd geliefert. Die beste Ausbeute betrug 99·9% in bezug auf die Ausnutzung des Sauerstoffes. Ebenso hoch war die Konzentration des gebildeten Wasserstoffperoxyds. Bei den Versuchen mit Knallgas, welches durch Kohlensäure verdünnt war, betrug die erhaltene Ausbeute 4% der theoretisch möglichen. Schließlich wurden auch einige Versuche zur direkten Synthese von Wasserstoffperoxyd an glühenden Drähten, also ohne Anwendung stiller elektrischer Entladungen, vorgenommen. Die Ausbeuten waren dabei aber nur klein: 0·0235 bis 0·673% von der durch die Theorie abgeleiteten. (Z. f. Elektroch. Heft 7, 1914.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Induktionsofen und dessen Verwendung bei Stahlerzeugung. A. Hiorth berichtete in der American Foundrymens Association über die Arbeitsweise mit seinem Ofen am Jössingfjord. Das in dem Ofen durchgeführte Verfahren ist eigentlich nur ein Schmelzvorgang; man verwendet reinstes Dannemora-Roheisen (120 *M/t*) und Dannemora-Walloneisen (300 *M/t*) als Einsatz, also die gleichen Materialien, wie sie in Sheffield als Einsatz für Tiegelstahl verwendet werden. Man gießt aus dem 5 *t*-Ofen nur 3 *t* aus und behält 2 *t* als Sumpf für die nächste Charge zurück. Es wurden 190 *kW* in sechs Stunden oder 790 *kWh* für 1 *t* Stahl gebraucht. Über den Ofen gibt der Verfasser folgende Zahlen an: Ringdurchmesser 2100 *mm*, Badweite 200 *mm*, Badtiefe 270 *mm*, Primärwindungen 15, Kupfergewicht 1750 *kg*, Energieaufnahme 256 *kW*, Wechselstrom 1·25 Perioden, 1400 *A*, 250 *V*, cos φ = 0·65. Der Verfasser teilt auch ein interessantes Gießverfahren mit. In Fig. 5 ist *S* eine Sandform, *z* ein zylindrisches Gußstück, in dessen mittleren Hohlraum ein Magneteisen *M* mit der Primärwicklung *p* eingesenkt ist. Ist die Form voll Metall gegossen, so entsteht eine Art improvisierter Induktionsofen; mit dieser Einrichtung kann man das Metall nach Belieben flüssig halten. Zum Schluß macht der Verfasser den Vorschlag, die-

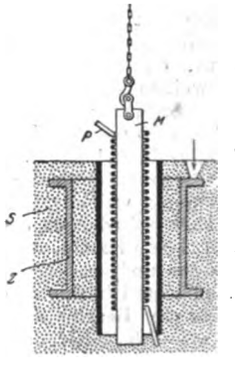


Fig. 5.

Digitized by Google

selbe Schlacke zur Entphosphorung und Entschwefelung zu benutzen. Nach der Entphosphorung soll nämlich das Metall bis auf einen kleinen Rest abgegossen, die Phosphorschlacke reduziert, der Eisenrest dann ausgegossen und das zuerst abgestochene Eisen wieder in den Ofen gebracht werden.

(Stahl und Eisen, Heft 18, 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Einfluß von ultravioletten, Röntgen- und Becquerelstrahlen sowie des elektrischen Wechselfeldes auf die Schallgeschwindigkeit in Gasen. W. Küpper. Die Schallgeschwindigkeit in Gasen ist nach Laplace gegeben durch die Beziehung

$$v = \sqrt{\frac{p \cdot k}{d}},$$

worin p den Druck, d die Dichte und k das Verhältnis der beiden spezifischen Wärmen des Gases bedeuten. Nach Einführung der Wellenlänge λ und Schwingungszahl n folgt

$$\lambda = \frac{v}{n} = \frac{1}{n}\sqrt{\frac{p \cdot k}{d}}$$

bezw.

$$K = n^2 \lambda^2 \frac{d}{p} = \frac{n^2 \lambda^2}{R T}.$$

(R Gaskonstante, T obs. Temperatur). Da ein Zusammenhang der Größe k mit dem Aufbau des Moleküles anzunehmen ist (Boltzmann, Maxwell) und dieser durch Bestrahlung verändert wird, so ist auch ein Einfluß der Bestrahlung auf k und damit auf λ und v, die Schallgeschwindigkeit, zu gewärtigen. Küpper hat entsprechende Versuche unternommen und ist auch zu einem positiven Resultate gelangt. In Luft, Sauerstoff und Stickstoff bewirkt Röntgenbestrahlung eine wesentliche Erhöhung der Schallgeschwindigkeit und damit von k bis 10%, die beträchtlich größer ist als in Wasserstoff. Die ultravioletten Strahlen einer Quecksilberdampflampe führen bei Sauerstoff und sauerstoffhältigen Gasgemischen zur Ozonbildung, wodurch die Werte von v und λ verkleinert werden; bei Stickstoff und Wasserstoff trat hingegen eine Vergrößerung ein, die jedoch geringer war als bei der Anwendung von Röntgenstrahlen. Ein Einfluß der Radiumstrahlen konnte nicht festgestellt werden und die Änderungen unter dem Einflusse des Wechselfeldes lagen innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler.

(Ann. d. Phys. Nr. 6, 1914.)

Der elektrische Leitungswiderstand von reinem Gold. E. F. Northrup untersuchte die elektrischen Eigenschaften von reinem Gold in dem Temperaturgebiet von 20 bis 1500° C unter Benutzung des zu diesen Arbeiten besonders konstruierten elektrischen Ofens*). Der spezifische Widerstand des festen Goldes beträgt bei 20° C 2·316 Mikroohm pro cm^3, bei 500° C erreicht derselbe bereits 6·62 und beim Schmelzpunkt (1063°) 13·50 Mikroohm. Der spezifische Widerstand des flüssigen Goldes bei der Schmelztemperatur wurde zu 30·82 Mikroohm bestimmt. Bei 1500° weist das Gold einen Widerstand von 37·00 auf. Die benutzte Methode und Einrichtung erlaubt Messungen, bei welchen der mögliche Fehler nicht mehr als 0·25% beträgt, wenn sich das Metall in geschmolzenem Zustande befindet.

(Journ. Franklin Inst. Heft 3, 1914.)

Theorie der Koronaentladungen. B. Davis. Die Untersuchungen von Whitehead und Peek**) haben gezeigt, daß das Spannungsgefälle an der Drahtoberfläche X_s, welches notwendig ist, um die Korona (Oberflächenentladung) hervorzurufen, mit abnehmendem Drahtdurchmesser rasch zunimmt, beispielsweise von 46 000 V pro cm bei 10 mm Durchmesser auf 97 000 V bei 4 mm. Diese Erscheinung beruht auf dem Ionenstoße des umgebendes Gases; beträgt die Zahl der freien negativen Ionen n_0, die durch die Flächeneinheit außerhalb des Drahtes in einer Sekunde hindurchgehen, bei einem Spannungsgefälle von $X_0 = 26\,000$ V pro cm, so gelangen stets n Ionen an die Drahtoberfläche und es besteht die Gleichung:

$$\frac{n}{n_0} = e_0 \int_0^d \alpha \, dx$$

wobei α, die Zahl der neuerzeugten Ionen pro cm Länge X in einer Entfernung dx ist. Es ergibt sich dann bei einer Spannung E gegen Erde und Drahtdistanz R und Drahthalbmesser r die Beziehung:

$$X_s = \frac{E}{a \log \frac{R}{a}} \text{ und } X_s = X_0 \frac{b}{a}$$

wobei der Drahthalbmesser b dem Wert X_0 des Spannungsgefälles entspricht.

Unter Berücksichtigung des Luftdruckes p bezw. Dichte δ ergibt sich die Gleichung:

$$\alpha = A p + B C p \left(\frac{b}{x} - 1\right),$$

wobei A und B Konstante und $C = \frac{X_0^2}{p^2}$ bedeuten. Es ergibt sich für das Verhältnis $\frac{n}{n_0}\frac{a}{b} = K$ die Endformel:

$$\frac{K}{a} = 3{\cdot}8\,\delta\left(\frac{X_s}{\delta X_0} - 1\right) + 107\,\delta\left(\frac{X_s^2}{\delta^2 X_0^2} - 1 - 2\frac{X_0}{\delta X_0}\log\frac{X_s}{\delta X_0}\right).$$

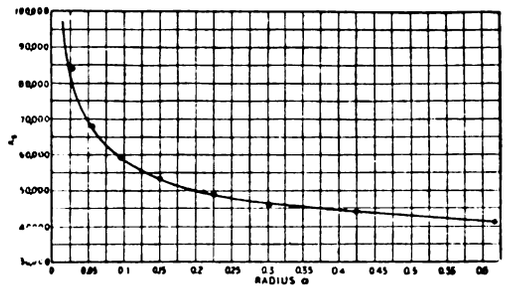


Fig. 6.

Ein Vergleich der nach dieser Formel erhaltenen Werte von X_s bei verschiedenen Radien a mit den von Peek ermittelten ist in Fig. 6 dargestellt; die letzteren durch Punkte ersichtlichen Werte stimmen mit den Formelwerten fast vollständig überein. (Proc. A. I. E. E. April 1914.)

Zur Frage des aktiven Stickstoffs. E. Tiede und E. Domcke weisen nach, daß das von Strutt und anderen Forschern der Bildung einer chemisch aktiven Stickstoffmodifikation zugeschriebene gelbe Nachleuchten des unter gewissen Bedingungen elektrisch durchfunkten Stickstoffs ausbleibt, wenn wirklich reiner Stickstoff angewendet wird. Nachdem schon früher diese Tatsache aus Barium- und Kaliumsalz der Stickstoffwasserstoffsäure erwiesen wurde, wurde nunmehr auch am Bombenstickstoff festgestellt, der für bestimmte Drucke in einem bestimmten Temperaturintervall den Dissoziationsverhältnissen des Kupferoxyds entsprechend durch Absorption der Sauerstoffspuren das gelbe Nachleuchten beseitigt und durch Zumischung von Sauerstoff wieder hervorgerufen werden kann.

A. Koenig und E. Elöd zeigen, daß das Nachleuchten im Stickstoff nach Durchgang elektrischer Entladungen auch bei äußerster Reinigung des Gases von Sauerstoffspuren unvermindert auftritt, sofern das Gas von Metalldampf frei bleibt, daß letzterer dagegen auch in sehr geringer Konzentration infolge Reaktion mit dem Stickstoff das Nachleuchten schwächt bezw. auslöscht. Sauerstoff, der das Metall oxydiert, wirkt deshalb bei metallhaltigem Stickstoff zunächst im Sinne einer Verstärkung des Nachleuchtens, aber nur so lange, als er selbst bei dieser Reaktion verbraucht wird; ein Überschuß schwächt das Leuchten oder beseitigt es ganz. Alle diese Erscheinungen sind mit der Annahme einer Aktivierbarkeit des Stickstoffs durchaus verträglich.

(Ber. d. deutsch. chem. Ges. Hefte 2 und 3, 1914.)

Wirtschaftliches.

Staatliche oder private Kraftwerke für Bahnbetriebe. Die Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen hat einen Bericht über die Frage „Bezug der Energie für den elektrischen Bahnbetrieb aus Bahn- oder privaten Werken" ausgearbeitet, in welchem die Gründe für den Staatsbetrieb geltend gemacht werden. Dieselben lassen sich dahin zusammenfassen, daß der Staatsbetrieb sowohl volkswirtschaftlich, als auch vom Standpunkte der Betriebssicherheit (Ausstände) und Betriebskosten vorzuziehen sei. Immerhin sei bei den großen Werken ein gemeinschaftliches Vorgehen mit den Gemeinden und Privaten erwünscht. Gegen den Staatsbetrieb wird gewöhnlich die bessere Ausnutzung der überschüssigen Energie seitens der Privatanlagen sowie deren zweckmäßigere Organisation geltend gemacht. Der Bericht gelangt jedoch zu dem Schlusse, daß es für die Bundesbahnen geboten erscheine, die Kraftwerke selbst zu bauen und zu betreiben, weil nur auf diese Weise die Sicherheit für die Aufrechterhaltung des Betriebes und die Deckung des Energiebedarfs unter allen Umständen erlangt werden könne und weil weder ein finanzieller Vorteil für die Bundesbahnen und für die Allgemeinheit durch die Übertragung der Krafterzeugung an die Privatindustrie erreichbar sei.

(Bekanntlich hat das bayrische Verkehrsministerium sich vorläufig gegen die Elektrifizierung der Bahnen seitens des Staates

*) Vergl. E. u. M. 1914, Seite 195.

**) E. u. M. 1910, S. 695, 1911, S. 650 und 1912, S. 672

Digitized by Google

ausgesprochen und es soll der Einfluß des Staates bei Begründung privater Überlandzentralen lediglich durch das Ablösungsrecht des Staates gesichert werden*).

(Schweiz. Wasserwirtschaft, Nr. 11, 12, 1914.)

Lichttarife für Kleinwohnungen. W. Fennell. Es wird die gemeinsame Speisung und Zählereinrichtung für Block-Häuseranlagen empfohlen. Es können je drei Lampen zu 40 *W* und eine zu 25 *W* an eine Abzweigung angeschlossen werden, die durch unverwechselbare Edisonfassungen oder Sicherungen geschützt werden. Die Installation des Anschlusses und der Lampen ist kostenlos durchzuführen und eine wöchentliche Pauschalrate von etwa 75 h einzuheben. Die Höchstbelastung, die in einer nach diesem System eingerichteten Beleuchtungsanlage in Wednesbury erreicht wurde, betrug 45 *W* pro Wohnung, der Stromverbrauch rund 100 *kWh* jährlich. Unter Einrechnung der festen Jahreskosten pro *kW* von K 175 und veränderliche Kosten von 3·5 h pro *kWh* sowie der Lampenerneuerungskosten von K 5 pro Jahr, betrugen die gesamten Jahresausgaben K 16·40, die Einnahmen K 35 und es ergibt sich bei dem angegebenen Tarif noch ein Reingewinn von K 18·60 pro Abnehmer und Jahr; wird der halbe Gewinn auf Abschreibung der Anlage verwendet, so verbleibt noch ein Nettogewinn von rund K 9, welcher rund 25% der Einnahmen beträgt.

A. W. Barham schätzt den jährlichen Verbrauch von Kleinwohnungen auf 50 *kWh* und die Einnahmen bei Verwendung gewöhnlicher Zähler auf K 24, bei Automatzählern K 30 bei einem Stromtarif von 45 bezw. 55 h pro *kWh*, die Selbstkosten dagegen auf K 24 bis 28, bei Dampfzentralen von 2500 *kW* Leistung, feste Kosten K 120 pro *kW*, veränderliche 7 h pro *kWh* einschließlich Zählermiete. Bei einem geringeren Verbrauch als 50 *kWh* erleidet das Werk dann einen Verlust. Es empfiehlt sich daher eine bestimmte Grundgebühr für die dem Werke erwachsenden festen Jahreskosten einzuheben, etwa von K 12 bis 15 pro Hausanschluß + 5 h pro verbrauchte *kWh*; das ergibt eine Jahreseinnahme von minimal K 26. Die Gebühren und Zählereinnahmen sind monatlich zu verrechnen. Diesen Anforderungen entspricht das in England eingeführte Norwichsystem mit Grundgebühr, die in Prozenten des installierten Wertes bemessen wird.

(The Electr., 3. 4. 1914.)

Chronik.

Zur Elektromobilbesteuerung. Der von der Regierung eingebrachte Gesetzentwurf zur Besteuerung von Kraftfahrzeugen sieht nach Angaben von Ober-Ing. J. Zoller (N. F. P. vom 31. 12. 1912) folgende Angaben vor:

I.	Für Krafträder	K 5
II.	„ „ mit Beiwagen	„ 15
III.	„ Kraftwagen:	
	1. Für Elektrokraftwagen	„ 150
	2. „ andere Kraftwagen:	
	an Grundtaxe	„ 60
	„ Zuschlag für jede Pferdestärke bei Kraftwagen:	
	a) von nicht mehr als 10 *PS*	„ 4
	b) „ über 10, aber nicht mehr als 25 *PS*	„ 8
	c) „ „ 25, „ „ „ „ 30 *PS*	„ 10
	d) „ „ 30, „ „ „ „ 35 *PS*	„ 12
	e) „ „ 35 *PS*	„ 14

Gegen diese Abstufung ist ganz allgemein einzuwenden, daß die kleinen Kraftwagen viel zu hoch besteuert sind, ganz besonders gilt dieser Einwand aber für kleine Elektromobile. Diese Frage der kleinen elektrischen Lastwagen ist zwar für Österreich augenblicklich noch nicht akut, aber diese Steuer von K 150 ist geeignet die Entwicklung der Kleinelektromobile außerordentlich zu erschweren. Ich habe in E. u. M. 1913, Heft 6, die ganz erstaunliche Verbreitung des Elektromobiles, speziell des Lastenelektromobils in den Vereinigten Staaten geschildert. Diese Elektromobile sind in vielen amerikanischen Fabriken, auf Bahnhöfen, Schiffstationen, bei der Paketpost usw. in Verwendung. Die meisten dieser Wagen haben Motoren unter 10 *PS*, häufig sogar unter 5 *PS*. Der Anschaffungspreis der kleineren Typen liegt bei K 5000 und darunter, so daß eine jährliche Steuer von K 150 ganz exorbitant erscheint. Weiter geht das Streben des Amerikaners dahin, auch ein billiges Personenelektromobil als „Volkswagen" zu entwickeln, der ebenfalls zu etwa K 5000 käuflich sein soll. Die Verbreitung solcher Elektromobile als Stadtwagen sollte von seiten der Behörden aus hygienischen Gründen wegen Wegfalls der Rauch- und Lärmbelästigung in jeder Hinsicht gefördert werden. In den geschilderten Fällen handelt es sich keineswegs um Luxuswagen, als welche man häufig bei uns noch Elektromobile einschätzt. Derartige Elektromobile mit Motoren unter 10 *PS* sollte man höchstens mit den Steuerstufen der Krafträder bedenken, wenn man sie nicht ganz steuerfrei lassen kann. Wenn unsere Elektrizitätswerke nach Art der amerikanischen Werke für das Laden von Elektromobilen in rationeller Weise Vorsorge treffen wollten, so könnten sie ganz gute Geschäfte dabei machen. In Amerika ist man bestrebt, die Ladung der Elektromobile auf die belastungsarmen Zeiten, das heißt auf die Zeit nach Mitternacht und das Aufladen auf die Zeit von 12 bis 1 Uhr mittags zu verlegen. Dieses Aufladen über Mittag hat den großen Vorteil, daß man mit einer billigeren Batterie im Fahrzeug das Auslangen findet. *Niethammer.*

Internationaler Elektrotechnischer Kongreß in San Francisco 1915*). Ziel und Zweck des bevorstehenden Kongresses ist es, in San Francisco eine große und repräsentative Versammlung von Ingenieuren aus der ganzen Welt zu vereinigen, die an dem Kongreß Interesse nehmen und durch denselben Anregung finden, die sich ferner für die Panama-Pacific-Ausstellung sowie für die Feier der Vollendung des Kanals interessieren. Ein anderer Zweck ist es, durch die offiziellen Berichte einen Meilenstein des elektrotechnischen Fortschritts und der Entwicklung der Elektrotechnik zu errichten.

Die Verhandlungen des Kongresses von 1915 werden in zwölf Abteilungen stattfinden und werden die Vorträge in 13 Broschüren veröffentlicht werden. Diese umfassen folgende Einzelnheiten:

1. Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie. Einrichtung und Betrieb der Elektrizitätswerke und Unterstationen, Kraftübertragung auf weite Entfernungen.

2. Konstruktion von Maschinen. Generatoren, Motoren und Transformatoren, Normalien für elektrische Maschinen.

3. Elektrische Traktion und Transportwesen. Elektrische Straßen-, Überland- und Schnellbahnen; elektrische Kraftfahrzeuge, elektrische Regulierung von Schiffsantrieben, Förderbahnen, Elevatoren und Aufzügen.

4. Elektrische Antriebe für industrielle und landwirtschaftliche Zwecke. Fabriken aller Art, Kühlanlagen, Heizeinrichtungen.

5. Elektrische Beleuchtung. Bogen- und Glühlampen; wissenschaftliche Grundlagen der Beleuchtungstechnik.

6. Schalt- und Sicherungseinrichtungen. Schalter, Stromunterbrecher, Kondensatoren, elektrostatische Apparate, Erscheinungen der Hochfrequenz und Überspannung.

7. Elektrochemie und Elektrometallurgie. Elektrolytische und elektrometallurgische Apparate und Verfahren.

8. Telegraphie und Telephonie. *a*) Telegraphie und Fernsprechwesen mit leitender Drahtverbindung; *b*) drahtlose Telegraphie und Telephonie.

9. Elektrische Messungen und Meßinstrumente. Schalttafeln, tragbare Meßinstrumente, Normal-Instrumente, absolute Messungen, Normalisierungsmethoden.

10. Wirtschaftlichkeit von Zentralen. Erörterung aller auf die Wirtschaftlichkeit von Zentralen einflußnehmender Faktoren, Tariffragen und deren gesetzliche Regelung.

11. Physik. Radioaktivität, Röntgenstrahlen, Elektronentheorie, Zusammensetzung der Materie.

12. Verschiedenes. Geschichte und Literatur der elektrotechnischen Wissenschaft; Nomenklatur und Symbole; Fortbildung der Elektrotechniker usw.

13. Berichte über die allgemeinen Verhandlungen.

Die einzusendenden Manuskripte sollen ebenso wie die Zeitungen, die erscheinen werden, in einer der Sprachen Englisch, Französisch, Deutsch, Spanisch und Italienisch abgefaßt werden. Alle in einer anderen als in englischer Sprache gedruckten Vorträge werden durch ein Referat in englischer Sprache ergänzt. Es ergeht an die Ingenieure aller Kulturländer die Aufforderung, Vorträge für den Kongreß vorzubereiten. Ihre Annahme ist nach vorhergehender Prüfung vom vorhandenen Raum in den Berichten abhängig.

Das Komitee hat beschlossen, den Mitgliedsbeitrag und die Kosten des Berichtes für die Mitglieder so niedrig als möglich zu halten; natürlich ist dann Voraussetzung, daß die Elektrotechniker den Kongreß durch eine große Mitgliederzahl unterstützen, damit er sich selbst erhalten kann, und den Mitgliedern die Berichte zu einem niedrigen Kostenpreis zugänglich machen kann.

Demgemäß richtet das Organisationskomitee an alle Ingenieure, die mit technischen und wissenschaftlichen Vereinen in Verbindung stehen, die Aufforderung, sich um die Mitgliedschaft des Internationalen Elektrotechnischen Kongresses zu bewerben.

*) Siehe E. u. M. 1914, Heft 17, Seite 354 und Anhang 1914, Heft 6, Seite 82.

*) Siehe E. u. M. 1913, Seite 670, 1914, Seite 276, 362.

Digitized by Google

Der Mitgliedsbeitrag beträgt 5 Dollar und verleiht den Mitgliedern alle Privilegien des Kongresses und liefert ihnen den Generalindex und eine beliebige Auswahl von vier Broschüren der Verhandlungsberichte. Bei Bezahlung von 1 Dollar (in Leinwand gebunden 1·50 Dollar) werden die Broschüren ohne weitere Ausgaben den Mitgliedern zugeschickt. Zusätzliche Bände sind broschiert für 1 Dollar, in Leinwand gebunden für 1·50 Dollar zu haben und die gesamten 13 Bände werden für 11 Dollar broschiert und für 16 Dollar in Leinwand gebunden geliefert werden (inklusive Mitgliedsbeitrag). Der Bezahlung durch Scheck oder Postanweisung soll ein Anmeldungsblankett beigefügt werden. Nach der Ernennung zum Mitglied wird eine Mitgliedskarte zugeschickt, welche auf ihrer Rückseite eine Empfangsbestätigung für die Bezahlung enthält und die Angabe der Bände, die vom Mitglied gewählt wurden.

Literatur-Bericht.

Die Entstehung des Dieselmotors. Rudolf Diesel. Mit 83 Textfiguren und 3 Tafeln. Julius Springer, Berlin 1913. 158 Seiten. Preis Mk. 5, geb. Mk. 6.

Dieses Buch mutet wie ein technisches Bekenntnis dieses genialen Erfinders und Konstrukteurs an und gewährt einen ungemein interessanten Einblick in die geistigen und physischen Vorgänge, die sich bei der Entstehung des heute über die ganze Erde verbreiteten Dieselmotors abgespielt haben. Gleich die einleitenden Sätze des ersten, von der „Idee" im allgemeinen handelnden Kapitels fesseln durch eine geistreiche Analysierung der Erfindung, das ist die Idee und ihre Ausführung. Der erste Keim aber, der später zur Idee und schließlich zur Erfindung des sogenannten Dieselverfahrens reifen sollte, bestand in der von Diesel gestellten Aufgabe: Ist es möglich, die Isotherme praktisch zu verwirklichen? Erst 14 Jahre später, 1893, erschien eine kleine Schrift, in der die isothermische Verbrennung als die rationellste erklärt wurde (D. R. P. Nr. 67207). Im selben Jahre noch kam Diesel zur Erkenntnis, daß für die praktische Maschine nicht die Maximaltemperatur, sondern der Maximaldruck ausschlaggebend sei, daß somit nicht nur bei der Kompression, sondern auch bei der Verbrennung die Isotherme verlassen werden und andere Formen von Verbrennungskurven an ihre Stelle treten müssen (D. R. P. Nr. 82168). Diesel tritt der Auffassung, daß durch die Verdichtung der Luft bloß die Entzündungstemperatur des Brennstoffes erreicht werden soll, auf das entschiedenste entgegen und betont wiederholt, daß bei der Wahl des Verdichtungsgrades nur die Erreichung einer maximalen Wärmeausnutzung maßgebend war, und daß bei dem so erhaltenen Verdichtungsgrad, der weit höher liegt, als der Entzündungstemperatur des Brennstoffes entsprechen würde, die Selbstzündung von selbst gegeben war. Damit aber letztere nicht vorzeitig eintrete, mußte zur Verdichtung reiner Luft und Einführung des Brennstoffes am Ende der Verdichtung geschritten werden. Noch im Jahre 1893 wurden mit der Maschinenfabrik Augsburg und der Firma Fried. Krupp in Essen Verträge geschlossen, wonach die ersten Versuchsarbeiten im Laboratorium unter Diesels Leitung vorgenommen werden sollten.

Es folgen nun sechs Versuchsreihen, die bis zum Juni 1897 währen und eine wahre Leidensgeschichte der Erfindung darstellen. Bei der ersten Maschine konnte erst am 20. Tage die Kompression bis auf 34 Atm. gebracht werden; letztere entsprach dabei nicht den Dimensionen des Kompressionsraumes, dessen richtige Form, Größe und Lage von einschneidender Bedeutung waren. Diese erste Maschine konnte überhaupt nicht selbständig laufen. Die zweite Maschine stellte aber bereits einen ganz wesentlichen Fortschritt dar: sie arbeitete mit Einblasung des Brennstoffes durch Druckluft und war mit einer Düsennadel versehen. In den weiteren Versuchen wurden der Vergasung im Inneren des Verbrennungsraumes, den Zerstäubereinrichtungen, Luft- und Brennstoffpumpen usw. besonderes Augenmerk zugewendet. Im Jänner 1897 endlich war der normale Viertaktmotor mit direkter Ansaugung aus der Atmosphäre, wie er heute noch allein gebräuchlich ist, entstanden. Im Februar 1897 bezeichnet Prof. Schröter nach einem offiziellen Versuch die Maschine als „durchaus marktfähig".

Nunmehr konnte die Einführung in die Praxis durch Abschließung deutscher und ausländischer Lizenzverträge erfolgen. Die erste ausländische Firma, die den Dieselmotor baute, war die Mirrlees Watson Yaryan Co. in Glasgow und ihre erste Maschine ist heute noch im Betrieb. Es folgte die Lizenzabgabe an das Konsortium Augsburg—Krupp, das die Normalien für die ersten sechs Motorgrößen feststellte und Versuche vornahm, denen französische, amerikanische, englische und dänische Kommissionen beiwohnten (1897). Ein Jahr darauf war auf der Münchener Kraft- und Arbeitsmaschinenausstellung ein eigener Pavillon mit einer Sammlung von Dieselmotoren zu sehen, womit letztere nun auch der großen Öffentlichkeit vorgeführt wurden.

Das nächste Kapitel ist den weiteren Laboratoriumsarbeiten bis Ende 1899 gewidmet und es werden Betriebs- und Konstruktionsfragen (Luftpumpe, Düsen, Zerstäuber, Regelung, Einblasung, volumetrischer Wirkungsgrad), die flüssigen und gasförmigen Brennstoffe (letztere wurden dann für das Dieselverfahren fallen gelassen), feste Brennstoffe (Kohlenstaub) und die Verbundmaschine (weitere Expansion der Abgase des mit vorverdichteter Luft arbeitenden Verbrennungszylinders in einem oder mehreren Arbeitszylindern), welch letztere aber die in sie gesetzten Hoffnungen nicht erfüllte, eingehend besprochen.

Den Schluß bilden Randbemerkurgen, die neben sachlichen Erörterungen auch Gedanken und Betrachtungen allgemeiner Art über Erfinden und Ausführen enthalten. Hier ist manche bittere, leider nur zu wahre Bemerkung zu finden über den Widerstand der Mitmenschen, die in gutem Glauben oder mit böser Absicht dem Fortschritt hemmend entgegenwirken. Die Ansicht über das deutsche Patentgesetz, wonach dieses „im allgemeinen nur einen Ideenschutz, nicht aber einen Erfindungsschutz" kennt, kann wohl nicht geteilt werden und wird auch durch den Wortlaut des Gesetzes widerlegt; vielleicht haben anfechtbare Entscheidungen der Patentbehörde Diesel zu dieser Auffassung verleitet.

Nicht bloß für jeden Studierenden oder Fachmann auf dem Gebiete der Verbrennungskraftmaschinen, auch für jeden Techniker und Freund der Technik wird dieses Buch als das Vermächtnis eines als Mensch und Gelehrter hervorragenden Mannes von unsterblichem Verdienst ein wertvolles Andenken bilden. *Russmann.*

Les surtensions dans les distributions d'énergie électrique et les moyens d'en prévenir les inconvénients. Von J. Van Dam. Mit 109 Figuren im Text. Gauthier-Villars, Paris 1913.

Bei der großen Bedeutung, welche die Erscheinungen der Überspannungen namentlich in den letzten Jahren gewonnen haben, wird jeder zusammenhängenden Darstellung, sowohl der Erscheinungen selbst als auch der Mittel zu ihrer Verhütung großes Interesse entgegengebracht. Das vorliegende Buch behandelt in seinem theoretischen Teil die Resonanzerscheinungen bei Stromkreisen mit konzentrierter Kapazität, Selbstinduktion und Widerstand und diskutiert auch die Differentialgleichungen für den Fall gleichmäßig verteilter Kapazität und Selbstinduktion. Die Ergebnisse werden durchwegs durch numerische Beispiele erläutert. Um ein tieferes Verständnis zu vermitteln, müßte wohl die Theorie der freien und erzwungenen Schwingungen etwas ausführlicher behandelt werden. Die Ausgleichsvorgänge bei nicht stationären Strömen, der Einfluß der Permeabilität und des remanenten Magnetismus beim Ein- und Ausschalten von Transformatoren, die Reflexion der Wanderwellen usw. wird nur sehr kurz berührt. Der Wert des Buches liegt in dem mehr praktischen Teil, welcher die verschiedenen Formen von Hochspannungsisolatoren, die Hörnerblitzableiter, Flüssigkeits- und Karborundum-Widerstände, die Einrichtungen von Wurts, Giles, Moscicki usw. nicht nur beschreibt, sondern auch über praktische Erfahrungen, die mit diesen Einrichtungen im Betriebe gemacht wurden, berichtet. *—y.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrische Beleuchtung.

(Schluß von Heft 21, Seite 456.)

Glühlampen.

a) Konstruktionen.

Die Firma The Kingolite Company in London baut eine Vorrichtung zum Befestigen von elektrischen Glühlampen mit unter Federwirkung stehenden, unmittelbar auf dem Lampensockel befestigten Bolzen, welche mit entsprechenden Öffnungen der Fassung in Eingriff kommen. Die Erfindung besteht darin, daß die den federnden Stift tragenden Bolzen mit je einem zusätzlichen Stift versehen sind, der einerseits als Führung beim Einsetzen der Fassung in die Hülse dient und andererseitis zur Lösung der Sperrbolzen niedergedrückt werden kann. (D. R. P. Nr. 247 153.)

Dipl. Ing. Ferdinand von der Heyde in Berlin beschreibt einen Isolierstein für elektrische Glühlampen, welcher dadurch gekennzeichnet ist, daß außer dem mittels umgebogener Lappen in an sich bekannter Weise am Isolierstein befestigten Gewindeteil auch der Mittelkontakt unmittelbar am Isolierstein befestigt ist, indem dessen Lappen derart in seinem verbreiterten Teil eingeschnitten ist, daß zwei seitliche Vorsprünge entstehen, welche einem Aufgebogenwerden des Lappens entgegenwirken und dabei sämtliche umzubiegenden Teile durch einen

Digitized by Google

einzigen Druck des Preßstempels in ihre befestigende Lage gebracht werden. (D. R. P. Nr. 271 743)

Eine Erfindung des Aimé Marin in Vitry-sur-seine betrifft einen Glühlampensockel mit einem gezogenen Metallkörper und einem isolierenden Boden für Swanfassungen. Der vornehmlich aus Karton bestehende Boden wird einerseits von der in die ringförmige Eindrehung desselben umgebördelten, vorzugsweise aus Aluminium hergestellten Hülse und andererseits von zwei durch die Hülse gesteckten, mit festen Bünden versehenen und sich gegen die Innenseite der Hülse stützenden Stiften festgepreßt, wobei durch Einkerbungen auch gleichzeitig die Stifte festgehalten werden. (D. R. P. Nr. 272 435.)

Die Firma La Mondaine in Paris baut einen elektrischen Beleuchtungskörper, bestehend aus einer Glühlampe und einer lichtzerstreuenden Glocke, die gemeinsam in einem äußeren Sockel befestigt sind. Zur Befestigung des Lampensockels und des Glockenunterteiles ist in dem gemeinsamen äußeren Metallsockel ein Ring aus Fiber oder anderem wärmeisolierenden Material mit äußerer Baumwollschicht eingesetzt; der Lampensockel ist selbst mit Baumwolle umgeben und in den Ring eingepreßt, während der Unterteil der äußeren Glocke durch Eingipsen im äußeren Sockel festgehalten wird. (Ö. P. Nr. 64 289.)

Die Firma Wolfram-Lampen Akt.-Ges. in Augsburg beschreibt eine Vorrichtung zum Formieren von Metalldraht für elektrische Glühlampen, bestehend aus auf einer Grundplatte eingelassene, feste und auf einem gleitbaren Schlitten angeordnete bewegliche Bolzen, über welche der zu formierende Draht gespannt wird. Zwecks Streckung der Glühkörperbügel während der Erhitzung ist ein den Schlitten bewegendes Gewicht oder ein den Schlitten bewegender Hebel angeordnet. (D. R. P. Nr. 268 344.)

Durch eine Erfindung des Tom Wiseman Lowden in Acton, London sollen Fadenbrüche bei Metallfadenglühlampen verhindert werden, indem die bisher üblichen Fadenstützen in Fortfall kommen und die Glühfäden an den Mitteltragstützen der Fadentraggestelle durch Teile der Fäden selbst befestigt werden. Erfindungsgemäß werden Teile der Enden der benachbarten Fäden, bezw. die Buchtstellen der zickzackförmig gestalteten, aus einem Stück bestehenden Fäden miteinander verseilt oder zusammenschweißt. Diese verseilten oder verschweißten Teile werden dann nach der Mitteltragstütze des Fadengestelles zu umgebogen, worauf die äußersten Enden dieser in der angegebenen Weise gebildeten Fadenstützen direkt an einem nichtleitenden Teil des Traggestelles befestigt werden. Dieses Befestigen kann dadurch geschehen, daß man die verseilten oder verschweißten Fadenteile in die Glaslinsen der Mitteltragstütze einschmilzt oder sie direkt an der Mitteltragstütze durch Emaille oder ein anderes Klebmittel befestigt (D. R. P. Nr. 266 061.)

Eine Erfindung der Firma Société Anonyme Oriona in Brüssel hat eine Lampe zum Gegenstand, mit am Ende des verlängerten Tragstabes in zwei verschieden hoch liegenden, wagrechten Ebenen angeordneten Glühfäden. Die Neuheit der Lampe besteht darin, daß letztere derart versetzt angeordnet sind, daß in senkrechter Projektion jedes Fadenstück der oberen Fadenschichte im wesentlichen zwischen je zwei Fadenstücken der unteren Fädenschichte sich befindet. (Ö. P. Nr. 62 021.)

Die Firma Johann Kremenezky in Wien baut eine Vorrichtung zum Bilden zickzackförmiger Metallglühfäden. Dieselbe besitzt eine mit einer Doppelreihe langer Wickelstifte 10, 11 aus Isoliermaterial und mit je einem zwischen diesen und an jedem Ende ihrer Mittellinie sitzenden Endstifte 8, 9 aus leitendem Material versehene Mittelplatte 3 und zwei mit je einer Reihe von ebenfalls aus Isoliermaterial bestehenden Wickelstiften ausgestattete, gegebenenfalls gegenüber der Mittelplatte verstellbare Endschienen 4, 5 (Fig. 7). Es wird durch diese Vorrichtung ermöglicht, zwei Sätze von mehreren übereinander liegenden Fadenschlingen in einem Arbeitsgange vorzuformen und gegebenenfalls mit Hilfe des durch die leitenden Endstifte zugeführten elektrischen Stromes sämtliche Fadenschlingen in an sich bekannter Weise auf einmal zu glühen. (D. R. P. Nr. 267 140.)

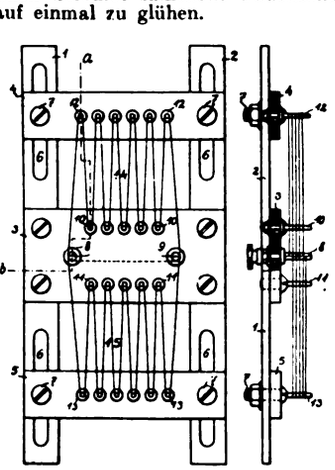


Fig. 7.

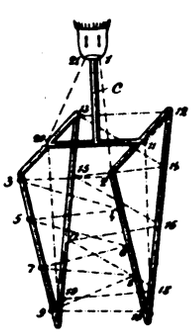
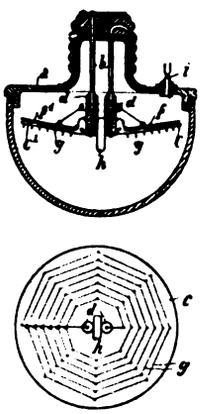


Fig. 8.

Den Gegenstand einer Erfindung des José Azarola in Bilbao bildet ein aus dünnen Stäben, beispielsweise aus Glasstäben bestehendes Traggestell für Metallfäden elektrischer Glühlampen, auf dem die Fäden in wagrechter Lage angeordnet sind, und welches sich von den bisherigen Vorrichtungen dieser Art dadurch unterscheidet, daß es aus zwei zueinander parallelen gleichschenkeligen, aus einem Glasstabe zusammengebogenen Dreiecken besteht (Fig. 8), die zusammen einen dachförmigen, mit der scharfen Kante nach der Spitze der Glühbirne gerichteten Rahmen bilden und zwischen deren Seiten sich die einzelnen Abteilungen des Glühfadens in wagrechter Richtung erstrecken, so daß diese Abteilungen gleiche Länge besitzen. Die bei den bekannten konischen Traggestellen, bei denen diese Abteilungen ungleiche Länge besitzen, durch zu nahe Anordnung der Befestigungspunkte entstehende wesentliche Abkühlung und Verminderung der Lichtausstrahlung wird dadurch vermieden. (D. R. P. Nr. 271 581.)

Die Firma Wolfram-Lampen Akt.-Ges. in Augsburg gibt eine Befestigung der Bügelenden von Metallglühkörpern in ihren Haltern an, welche darin besteht, daß die Nachbarenden zweier aufeinander folgender Fadenbügel in den Quetschungen eines an seinem freien Ende zu einer Doppelöse mit im wesentlichen geradlinig verlaufender Außenseite gebogenen Halterarmes von rechteckigem oder kreisrundem Querschnitt ohne Anwendung von Wärme eingequetscht sind. (Ö. P. Nr. 64 265.)

Gustav Englisch in Berlin baut eine Glühlampe für hohe Kerzenstärke, welche aus zwei auseinandernehmbaren Teilen besteht, und bei welcher der Faden in Form einer flachen Spirale (Fig. 9.) aufgewickelt ist. Das zur Aufnahme der Spirale dienende, eventuell als Reflektor ausgebildete Fadentraggestell *c*, *c*, ist nach oben ver- und feststellbar, zum Zweck, den Lichtkegel bei derselben Lampentype verschiedenartig gestalten zu können. (D. R. P. Nr. 271 443.)



Eine Verbesserung, bezw. Ergänzung dieser Einrichtung besteht darin, daß nicht das ganze Fadentraggestell beweglich eingerichtet ist, sondern daß dasselbe teilweise beweglich und teils feststehend hergestellt wird. Hiedurch wird erreicht, daß man für besondere Zwecke eine sehr helle Beleuchtung nach unten und gleichzeitig eine solche, die einen großen Außenbezirk beleuchtet, schaffen kann. (D. R. P. Nr. 271 444.)

Fig. 9.

Die Firma Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin beschreibt einen Einführungsdraht für luftdichte Einschmelzungen, bestehend aus einem Kern und einem Mantel von verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten. Die Erfindung besteht darin, daß der Draht absichtlich in solcher Weise ausgebildet wird, daß sich das Verhältnis von Kern zu Mantel in einem kurzen, innerhalb der Schmelzstelle zu bringenden Bereich stark ändert, und zwar derart, daß der Ausdehnungskoeffizient des zusammengesetzten Drahtes an einer innerhalb dieses Bereiches liegenden Stelle größer und an einer nahe benachbarten Stelle kleiner als derjenige des Glases ist. Zwischen diesen beiden Stellen muß dann infolge des allmählichen Überganges in dem Verhältnis von Kern zu Hülle eine Stelle liegen, welche genau den gleichen Ausdehnungskoeffizienten wie das Glas, bezw. den für das Einschmelzen günstigsten Ausdehnungskoeffizienten hat. An dieser Stelle wird der Draht und das Glas luftdicht aneinander haften und Luftblasenstränge, die vielleicht an anderen Stellen des Glases auftreten, werden hier unterbrochen sein. Das einfachste Mittel, um eine solche rasche Änderung im Verhältnis von Kern zu Mantel herbeizuführen, besteht darin, daß der zusammengesetzte Draht an einer Stelle durch Schlagen, Drücken bezw. Quetschen eine Querschnittsänderung erfährt. (D. R. P. Nr. 271 653.)

Nach einer anderen Erfindung der Firma besteht der Einführungsdraht für Glasgefäße im wesentlichen aus einer Legierung von Eisen und Chrom mit vorzugsweise 20 bis 30% Chrom. (D. R. P. Nr. 271 012.)

Die Firma gibt folgendes Verfahren zur Herstellung elektrischer Glühlampen mit Gasfüllung an: Man bringt in die Lampe einen porösen Körper von bestimmter Porosität und bestimmtem Gewicht unter, den man mit der gasabgebenden Substanz füllt, und zwar indem man ihn, falls dieselbe flüssig ist, unmittelbar mit der Lösung tränkt, bis ein bestimmtes Gewicht erreicht ist oder falls die Substanz fest ist, mit einer Lösung oder Suspension derselben in einer Flüssigkeit füllt. Die Ausführung des Verfahrens geschieht etwa in folgender Weise, wenn es sich zum Beispiel darum handelt, mit Hilfe von Kupferchlorid einen Chlordruck in der Lampe zu erzeugen: Man schneidet Röhren von etwa 5 *mm* Durchmesser und 1 *mm* Bohrung, welche aus einer porösen, die zum Beispiel aus Kieselsäure und organischen Bindemitteln hergestellt ist, in genau gleich lange und gleich schwere Stücke und kocht diese in einer Kupferchloridlösung von geeigneter Konzentration, bis alle Luft entwichen ist. Der getrocknete und eventuell noch chemisch behandelte Körper wird nun auf einen Draht gezogen und zum Beispiel auf dem Traggestell der Lampe montiert. (D. R. P. Nr. 269 890.)

Die Firma Siemens & Halske Akt.-Ges. in Berlin beschreibt ein Verfahren zur kontinuierlichen Entbindung von Gasen oder Dämpfen aus chemischen Verbindungen in Glühlampen. Die Erfindung betrifft eine Einrichtung, um die Erhitzung des betreffenden Präparates unabhängig von dem Energieverbrauch des eigentlichen Leuchtfadens und der natürlichen Wärmeverteilung in der Lampe regulieren zu können. Zu diesem Zweck wird erfindungsgemäß für Gas- oder Dampfentwicklung ein besonderer Heizdraht mit dem Leuchtfaden in Serie geschaltet, derart, daß er von dem Lampenstrom durchflossen und erwärmt wird. Um das Maß der Gas- oder Dampfentwicklung

Digitized by Google

zeitlich möglichst konstant zu erhalten, kann man den Heizdraht aus einem Material herstellen, welches an dem chemischen Prozeß, der zur Gas- oder Dampfentwicklung führt, selbst beteiligt ist, und zwar in der Weise, daß der Hitzdraht durch die chemische Einwirkung des Präparates mit der Zeit verbraucht und dünner wird. (D. R. P. Nr. 270 795.)

Gegenstand einer Erfindung des Richard Neumann in Wien ist eine Glühlampe, die mit einem Faden in Form von Buchstaben oder Worten versehen ist. Im Faden wechseln leuchtende Strecken mit aus dem Fadenmaterial durch Nebeneinanderlegen mehrerer Windungen gebildeten nichtleuchtenden ab. (D. R. P. Nr. 266 204.)

Nachstehend seien Schaltungeinrichtungen für Lampenstromkreise beschrieben.

W. Heins in Kiel-Wik hat die Herstellung des Ersatzwiderstandes für elektrische Lampen aus Karborundum geschützt. Die neue Ausführung besteht darin, daß das Karborundum in pulverförmigem Zustand Verwendung findet. Das Karborundum kann zwischen zwei Scheiben gelagert sein. Eine weitere Ausbildung besteht ferner darin, daß das sich bei Stromdurchgang infolge Wärmewirkung ausdehnende Karborundumelement eine Ersatzlampe in den Parallelstromkreis einschaltet. Der für gewöhnlich durch eine Auslösevorrichtung *o* festgehaltene federnde Kontaktarm *n* wird bei Erhitzung des Karborundumelementes *e* freigegeben und legt sich selbsttätig an den Kontakt *m* der Ersatzlampe *l* an (Fig. 10). Die Auslösevorrichtung kann auch durch ein Lot gehalten werden, das infolge der Erhitzung des Karborundumelementes weich wird und den Kontaktarm freigibt. Die leicht schmelzende und selbstlötende Masse dient als Lagerbüchse *r* für ein Sperrädchen *o*, an welchem der Kontaktarm *n* feststellbar ist.

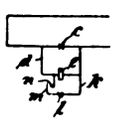


Fig. 10.

(D. R. P. Nr. 269 162 und Nr. 271 440.)

Gegenstand einer Erfindung der Firma „Kelua" Elektricitäts-Aktiengesellschaft in Budapest ist eine elektrische Beleuchtungsanlage, bestehend aus einem Hauptstromkreise, welcher die mit einer Sammlerbatterie ständig in Reihenschaltung liegenden Hauptstromlampen speist, und einem von der Sammlerbatterie zur Speisung der Schwachstrombeleuchtung abgezweigten Nebenstromkreise. Im Haupt- und Nebenstromkreis ist je ein Elektromagnet *p*, *q* eingeschaltet, deren gemeinsamer, zwischen beiden schwingender Anker *r* beim Schließen des Hauptstromkreises, den Nebenstromkreis unterbricht und daher die Sammlerbatterie *c* in Ladestellung bringt und beim Unterbrechen des Hauptstromkreises zufolge Ausschwingens des Ankers nach der anderen Seite den Nebenstromkreis unterbricht, wobei der Schwachstrommagnet *q* derart bemessen ist, daß er den Anker *r* nach eintretendem Spannungsabfall (Entladungsgrenze der Sammlerbatterie) in seine Mittellage zurückschwingen läßt. (Fig. 11.) (Ö. P. Nr. 64 261.)

Im nachfolgenden sind einige Gruben- bezw. Sicherheitslampen beschrieben.

Die Firma Société Anonyme des Établissements Adt in Paris baut eine nach außen dicht abschließende Grubenlampe. Beim Eindringen der Außenluft in die entlüftete Schutzglocke wird ein Schalter zur Öffnung des Lampenstromkreises bewegt. Dies kann durch ein unter Federwirkung stehendes Ventil bewirkt werden. Gemäß einer weiteren Ausbildung dieser Lampe wird die Stromunterbrechung durch ein Barometer herbeigeführt.

(D. R. P. Nr. 267 855 und Nr. 267 856.)

Otto Weder in Dresden gibt eine aufklappbare elektrische Sicherheitslampe an. Die Verbindung des die Glühbirne tragenden Oberteiles mit dem Sammlergefäß geschieht durch mit Schlitz versehene Schienen, welche in Schraubbolzen geführt werden und in der Verschlußstellung unter Federwirkung in an einem Bügel befestigte Sperrnasen einschnappen, wobei die Entfernung des Oberteiles nur dann vorgenommen werden kann, wenn durch Herabklappen des Haltebügels die den Ober- und Unterteil sichernde Klauenkupplung freigegeben wird.

(D. R. P. Nr. 271 537.)

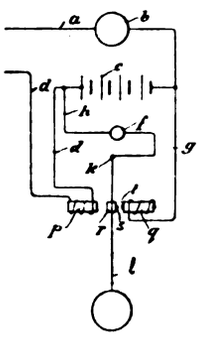


Fig. 11.

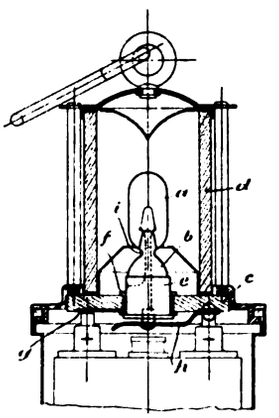


Fig. 12.

Die Firma Friemann & Wolf G. m. b. H. in Zwickau gibt eine Sicherheitsvorrichtung zur Verhinderung der Entzündung von Schlagwettern durch elektrische Grubenlampen an, wobei eine Zertrümmerung der von Stößen getroffenen Glühlampe durch Verbindung der Glühlampe mit einem leicht zerbrechlichen Teile verhindert wird. Die Glühlampe *a* (Fig. 12) besitzt einen Glassockel *b*, in welchen die Stromzuleitungsdrähte fest eingeschmolzen sind, wobei die Verbindungsstelle *i* zwischen dem Sockel *b* und der Glasbirne *a* so schwach ist, daß die Glasbirne *a*, wenn sie einen Stoß erhält, ohne zertrümmert zu werden von dem Sockel *b* abgebrochen wird und die fest eingeschmolzenen Drähte gleichfalls mit abbrechen.

(D. R. P. Nr. 264 155.)

Dieselbe Firma gibt eine Befestigung von Glühlampen in Grubenlampen an, welche darin besteht, daß die am Sockel von einer Metallhülse umgebene Lampe von unten in eine mit einer Metallauskleidung versehene Bohrung der den Glaszylinder tragenden Platte eingesetzt und durch ein oder mehrere zugleich zur Stromleitung dienende Metallstücke an der Unterseite der Platte festgehalten wird. (Ö. P. Nr. 62 031.)

Fritz Färber in Dortmund beschreibt eine Anordnung der Glühbirne in Sicherheitslampen, darin bestehend, daß die Glühbirne durch eine Feder gegen eine zweite Feder oder gegen die Wandung gedrückt wird, so daß beim Zerspringen der Glasbirne eine Verschiebung der Glühlampe stattfindet und der Strom durch die verschiebende Feder ganz oder teilweise kurzgeschlossen wird, wodurch der Öffnungsfunke vermieden und der durch den Faden der Glühlampe zirkulierende Strom so geschwächt bezw. der Faden so abgekühlt wird, daß eine Entzündung etwa vorhandener Gase an diesem Faden ausgeschlossen ist. In den Stromkreis kann auch eine aus leicht schmelzbarem Metall hergestellte Sicherung geschaltet wrden, welche nach erfolgtem Kurzschluß durchbrennt und den Strom unterbricht, so daß eine unbefugte Wiedereinschaltung des Stromkreises nicht möglich ist. (D. R. P. Nr. 266 917.)

Robert Loewe in Berlin-Lichtenberg baut eine Vorrichtung zur Verhinderung des unbefugten Ein- und Ausschraubens von Glühlampen, deren Sockel mit einem eine Rille besitzenden Ansatz versehen ist, in die ein an der Fassung angeordnetes Sperrorgan eingreift. Die Erfindung besteht in der Anordnung einer isoliert angeordneten, sich in den Weg zwischen Mittelkontakt und Sockelansatz legenden Feder, die erst durch Zurückziehung das Einschrauben gestattet und nach Freigabe in die Rille des Sockelansatzes einschnappt.

(D. R. P. Nr. 258 113.)

Eine demselben Zweck dienende Vorrichtung wird von der Firma Chi-Ill Electric Company in Chicago angegeben. Die Vorrichtung besteht darin, daß die Anschlußkörper oder die Fassungen mit Kombinationsschlössern versehen sind, deren Zuhaltungen in Verriegelungseingriff mit Elementen des anderen Teiles treten, wenn die beiden Teile durch eine einfache Drehwendung aneinander angeschlossen werden. Der Träger für die Zuhaltungen umgibt lose eine verjüngte Verlängerung des Sockels, während die zum Eingriff mit den Zuhaltungen bestimmten Teile fest mit der Fassung verbunden sind. Zum Zwecke, Lampen mit gebräuchlichen Edisonsockeln ohne weiteres mit dem besonderen Verriegelungssockel zu versehen, kann eine Paßhülse vorgesehen werden, welche als Träger des einen Teiles des Kombinationsschlosses dient. (D. R. P. Nr. 258 711.)

Eine Fassungskette für Glühlampen des Nikolaus Lorant in Berlin ist dadurch gekennzeichnet, daß sie neben der üblichen einen Leitung, welche die Lampenkontakte hintereinander verbindet, noch zwei durchlaufende Stromzuleitungsdrähte besitzt, welche, abwechselnd mit der Hintereinanderleitung in Verbindung gebracht, die beliebige Reihen- und Parallelschaltung der Lampen ermöglichen.

(D. R. P. Nr. 258 112.)

b) Metallglühkörper, Glühfäden.

Ein aus gezogenem Wolframdraht bestehender Leuchtkörper für elektrische Glühlampen des Karl Schwab in Charlottenburg besteht darin, daß der Draht metalloidische Zusätze, am besten Phosphor, in Mengen von zum Beispiel $^1/_{50}$% enthält, die seine Leitfähigkeit nahezu ungeändert lassen, aber die Rekristallisation beim Betrieb mit Wechselstrom verhindern. Ein Verfahren zur Herstellung solcher Leuchtkörper durch mechanische Verarbeitung von Legierungen des Wolframs mit nach der Verarbeitung wieder auszutreibendem Hilfsmetall besteht darin, daß Wolframlegierungen mit einem Gehalt an metalloidischen Bestandteilen verwendet werden, der so gering ist, daß die elektrische Leitfähigkeit des herzustellenden Drahtes nahezu ungeändert bleibt.

(Ö. P. Nr. 362 128.)

Ein von der Firma Westinghouse-Metallfaden-Glühlampenfabrik Ges. m. b. H. in Wien erfundenes Verfahren zum Zuspitzen von Metallkörpern bezw. Drähten, insbesondere solcher für elektrischer Glühlampen, zwecks Einführens in die Ziehlöcher besteht in der Anwendung des elektrischen Stromes zur Zuspitzung, wobei das zu verjüngende Metallstück als Kathode und etwa eine Metallplatte als Anode in einen Elektrolyten eingebracht und durch Anwendung entsprechend hoher Stromdichte, die ein hohes Erhitzen, bezw. Erglühen bewirkt, in die gewünschte Gestalt gebracht wird.

(Ö. P. Nr. 62 869.)

Otto Krause in Berlin beschreibt ein Verfahren zur Herstellung sehr dünner Wolframdrähte, wobei aus Wolframmetall erst durch mechanische Mittel unter Erwärmung Drähte von sehr geringem Durchmesser hergestellt und dann einem chemischen oder elektrochemischen Abbau unterworfen werden. Der Abbau wird im allgemeinen durch ein Bad, welches Oxydationsmittel enthält, bewirkt. Sehr geeignet ist zum Beispiel eine alkalische Lösung von Ferrizyankali (rotes Blutlaugensalz), welches in ziemlicher Verdünnung angewendet wird, um die Ätzung langsam vor sich gehen zu lassen, zum Zwecke, die Dauer des Prozesses zur Erzielung eines bestimmten Durchmessers leichter als bei rasch wirkenden, konzentrierten Lösungen dosieren zu können.

Digitized by Google

Es ist jedoch nicht nötig, dem Bade Oxydationsmittel zuzuführen, man kann auch elektrolytisch in alkalischer Lösung abätzen. Der Wolframdraht muß in diesem Falle natürlich die Anode bilden. Man zieht den Draht im langsamen Tempo durch das Bad und führt ihm zweckmäßig an einer größeren Anzahl gleicher Pole (Anoden) vorbei, so daß genügende Berührung mit diesen eintritt, um an verschiedenen Stellen des Drahtes Strom zuzuführen, da bei dem sehr geringen Durchmesser des Drahtes sonst Spannungsdifferenzen auftreten, welche eine Ungleichmäßigkeit der Ätzung bedingen können. (Ö. P. Nr. 63 910.)

Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin gibt ein Verfahren zur Herstellung von Wolframdrähten für Glühlampen an, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß zusammenhängende Wolframkörper wiederholt andauernd mechanisch bearbeitet werden, bis sie bei gewöhnlicher Temperatur biegsam und ziehbar sind. Es kann ein verhältnismäßig grobpulveriges Ausgangsmaterial verwendet werden, wobei der hieraus gebildete poröse Körper auf sehr hohe Temperatur erhitzt wird. (D. R. P. Nr. 269 498.)

Eine Erfindung der Firma Dick, Kerr & Co. Limited in London bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von Wolframfäden für Glühlampen und betrifft besonders solche Verfahren, bei denen Wolframmetall in Form eines feinen Pulvers mit einem Bindemittel gemischt und durch Hindurchspritzen der Masse durch eine Düse in Fadenform gebracht wird. Gemäß der Erfindung wird das Wolframpulver mit einer kleinen Menge Natriumsilikatlösung in dicker gelatinöser oder viskoser Form benutzt. Die Mischung wird derart hergestellt, daß das Pulver dem Bindemittel gleichförmig einverleibt wird. Die entstehende Masse oder Paste wird in irgendeiner bekannten Weise durch Düsen gespritzt, so daß Rohfäden gebildet werden. Diese Fäden werden dann der Einwirkung von Hitze ausgesetzt, um sie leitend zu machen und sie zu fertigen Metallfäden zusammenzusintern. Während dieses Vorganges wird das Silikat im wesentlichen entfernt.
(D. R. P. Nr. 272 347.)

Gegenstand einer Erfindung des Dr. Heinrich Leiser ist ein Verfahren, Metallpulver aus Wolfram oder Molybdän herzustelllen, und zwar soll dieses Metallpulver in völlig kristallischer und möglichst schwerer Form erzeugt werden, so daß es bei Erhitzung bis unterhalb des Schmelzpunktes keine weitere Formveränderung mehr erfährt, beispielsweise sein Volumen nicht mehr verkleinert, nicht mehr schwindet u. dgl. Erfindungsgemäß werden die reduzierenden Salze zunächst durch Behandlung mit Ammoniak u. dgl. verdichtet und durch darauffolgendes Erhitzen etwas anreduziert und dann sofort auf eine Temperatur von 1100 bis 1200° gebracht, bei welcher sich die Umwandlung der amorphen Modifikation in die kristallisierte durch Reduktion in Wasserstoff vollzieht. (D. R. P. Nr. 270 194.)

Elektrische Aufzüge, Hebezeuge.

Eine elektromagnetische Entriegelungsvorrichtung für die Schachttüren von Aufzügen gibt G. Dirks in Magdeburg an. Die Erfindung besteht darin, daß die Erregung der Entriegelungsmagnete durch einen einzigen Stromschließer erfolgt, der, wenn der Aufzug in Bewegung ist, von einem proportional dem Fahrstuhlkorb bewegten Teil der Antriebsvorrichtung vor oder über den Stockwerkskontakten hin und her bewegt wird und erst dann mit demjenigen von ihnen durch die Bremse mittels der Übertragungsorgane oder dgl. in Berührung gebracht wird, welcher dem Stockwerk entspricht, vor welchem der Fahrkorb in Ruhe gekommen ist.
(D. R. P. Nr. 269 493.)

Um eine Gegenbewegung von Hubwerken, welche der Einstellung des Steuerapparates nicht entspricht, zu verhindern, wird der Motor- und Bremsmagnetstromkreis unterbrochen, und zwar nach Angabe der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft durch eine Schleppwalze. Diese wird nach dem Lüften der Bremse bezw. nach der Einschaltung des Triebwerkmotors von einer Triebwerkswelle durch Reibung bis zu einem verschiebbaren Anschlag mitgenommen und führt beim Ausschalten des Bremslüfters bezw. des Triebwerksmotors unter der Einwirkung eines Gewichtes oder einer Feder die Schleppwalze wieder in die zum Schließen (bezw. Öffnen) des Kontaktes erforderliche Lage zurück. Der Anschlag für die Schleppwalze wird von der Hubwerksbremse aus mittels Gestänge verschoben oder durch einen gleichzeitig mit dem Bremsmagneten oder Hubwerksmotor angeschalteten Hilfsmotor. (Ö. P. Nr. 63 320.)

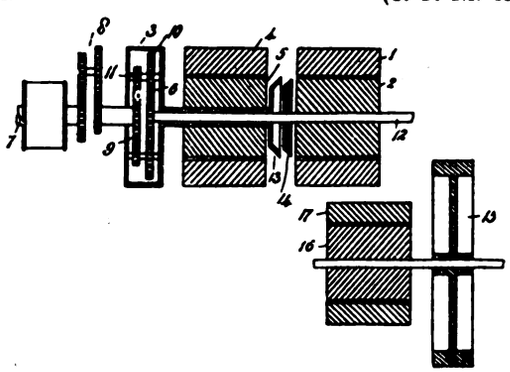


Fig. 1.

Die Antriebsvorrichtung für Winden, Krane usw. der The Thomas Foreign Patents Ltd. in London zeigt Fig. 1. Erfindungsgemäß ist zwischen dem Antriebsmotor 1, 2 und die anzutreibende Welle 7 in an sich bekannter Weise ein doppeltes Planetenradgetriebe 3, 6, 9, 10, 11 eingeschaltet, von dessen drei umlaufenden Teilen einer 6 mit dem Antriebsmotor 1, 2, der zweite 9 mit der anzutreibenden Welle 7 und der dritte 3, 10, 11 mit einer elektrischen Hilfsmaschine 4, 5 mechanisch gekuppelt ist und letztere 4, 5 mit einer räumlich getrennten Vorrichtung zum Aufspeichern und Abgeben elektrischer Energie zum Beispiel einer Ausgleichsmaschine 16, 17 mit Schwungrad 15 oder einer Sammlerbatterie 22, elektrisch verbunden ist. Die umlaufenden Teile des Antriebsmotors 1, 2 und der Hilfsmaschine 4, 5 können in an sich bekannter Weise durch eine Kupplung 13, 14 starr miteinander verbunden werden. (D. R. P. Nr. 265 591.)

Bisher erfolgte die mechanische Steuerung von Elektromotoren auf Laufkatzen durch eine Vierkantwelle; dies bringt eine Reihe von Übelständen mit sich. Nach der Erfindung der Deutschen Maschinenfabrik A.-G. in Düsseldorf werden die zur Steuerung erforderlichen Veränderungen am Motor durch eine von der Steuerstelle aus parallel verschiebbare Schiene hervorgerufen, die in ihrer Ausdehnung der größten Entfernung zwischen Motor und Steuerstelle entspricht und durch Zwischenglieder (Zug-, bezw. Druckstangen, Hebel oder dgl.) mit den Steuerorganen des Motors in dauernder Verbindung steht.

Vervollkommnet wird die Einrichtung dadurch, daß das Eigengewicht der Steuerschiene durch Gegengewichte ausgeglichen ist, so daß die Schiene stets nur durch die zur Motorsteuerung erforderliche Kraft beansprucht wird und ein Schrägstellen, bezw. Durchbiegen der Schiene zufolge ihres Eigengewichtes nicht eintreten kann.
(D. R. P. Nr. 267 455 und Nr. 267 456.)

Für elektrisch betriebene Drahtseilbahnen gibt die Maschinenfabrik Oerlikon eine Sicherheitsschaltung an, bei der in der Endstellung des Wagens die Umschaltung für den Fahrrichtungswechsel automatisch durch den Wagen und nicht mehr durch den Maschinisten betätigt wird, zum Zweck, falsche Manipulationen bei der Wiederinbetriebsetzung zu vermeiden. In der Endstellung des Wagens stößt ein Anschlag den automatischen Ausschalter an, bringt ihn in die Offenstellung und betätigt die Bremse. Der Wagen kommt aber nicht sofort zum Stillstand, sondern er fährt noch um einen kleinen Betrag weiter. Dieser Weg wird benutzt zu dem Zweck, daß ein zweiter Anschlag des Wagens das Drehkreuz des vierstelligen Umschalters in Bewegung bringt, wodurch zwei Phasen des Drehstrommotors unter sich ausgetauscht werden. Der Maschinist hat für das Anhalten des Wagens absolut keine Manipulation vorzunehmen, indem durch den ersten Anschlag der automatische Ausschalter und die Bremse betätigt werden und die Schaltwalze des Regulierapparates in die Nullstellung zurückgebracht wird und durch den zweiten Anschlag die Drehrichtung des Motors für die nächste Fahrt gewechselt wird.
(Schw. P. Nr. 61 593.)

Im Patente Nr. 53 926 hat die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin eine elektromagnetische Umsteuerung für zweimotorige Fahrzeuge, insbesondere für Hängebahnen mit Hub- und Fahrmotor angegeben, bei welcher ein elektromagnetischer Umschalter für einen der beiden Motoren (zum Beispiel für den Hubmotor) je nach der jeweilig gewählten Stellung eines als Kontroller ausgebildeten Handsteuerapparates in eindeutiger Abhängigkeit von letzterer bei unerregtem Magneten durch Gewicht oder Feder in der Schaltstellung für die eine Drehrichtung (zum Beispiel Heben) gehalten und durch die Erregung des Magneten in die Stellung für die umgekehrte Drehrichtung (Senken) gebracht wird; dabei wird der zweite Motor durch einen mechanisch betätigten Schalter in einer bestimmten Lage des Triebwerkes oder durch einen elektromagnetischen Schalter in einer bestimmten Kontaktstellung des Steuerapparates unter Abschaltung des ersten Motors eingeschaltet. Hiebei kann nur nach einer Richtung gefahren werden. Zweck der nunmehrigen Erfindung ist es nun, neben der Hub- und Senkbewegung auch noch das Fahren nach beiden Richtungen mit nur zwei Schleifleitungen zu ermöglichen. Dies geschieht dadurch, daß der mechanisch betätigte Schalter unmittelbar oder mittels eines von ihm gesteuerten besonderen Fahrtwenders die Fahrtrichtung des Fahrmotors umsteuert, derart, daß je nachdem durch den Handsteuerapparat nach Belieben die eine oder beide Schleifleitungen eingeschaltet werden, das Fahren in der einen Richtung (zum Beispiel Vorwärtsfahrt) nur in einer bestimmten Lage des Triebwerkes, das Fahren in der anderen Richtung in den übrigen Lagen stattfindet. (Ö. P. Nr. 63 319.)

Von der Maschinenfabrik E. Becker in Berlin-Reinickendorf wird eine Steuerung für Greiferwinden angegeben, bei welcher ein Motor das Heben und Senken der Last und auch das Öffnen und Schließen des Greifers bewirkt. Hiebei wird sowohl auf die Bremse, als auch auf die Kupplung zwischen beiden Trommelantrieben durch Solenoide eingewirkt. Die Erfindung besteht nun darin, daß die Solenoide der Bremse der vom Motor abkuppelbaren Öffnungstrommel und der Kupplung, die die Vorgelegewellen von Öffnungs- und Schließtrommel durch ein Umlaufrädergetriebe verbindet, gleichzeitig durch ein und denselben Kontakt ans Netz geschaltet werden, und daß ein Glied der Kupplung, insbesondere der den Solenoidkern tragende Kupplungshebel, erst am Ende seines Einrückhubes den Lüftstrom der Bremse schließt oder die Bremse mechanisch freigibt. Durch Anschalten der für die Kupplung und die Bremse gemeinsamen Steuerleitung mittels eines selbsttätigen vom Triebwerk betätigten Schalters wird das Schließen am Ende in Heben und das Öffnen am Ende in Senken übergeleitet. Der Kontroller weist eine zweite Schaltbahn auf, bei deren Durchlaufen ein Kontakt geschlossen ist, der in Ersetzung des selbsttätigen Schalters die Bremse und Kupplung dauernd unter Strom hält, so daß dann Heben und Senken ohne Änderung des Greiferzustandes erfolgt.
(D. R. P. Nr. 271.880.)

Digitized by Google

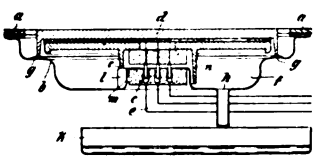
Elektrische Heizung.

Eine Erfindung des Ing. Martin Albrecht in Frankfurt a. M. bezieht sich auf Kochgefäße, die durch bandförmige, nach D. R. P. Nr. 269 244 mit einem Metallrohr umpreßte Widerstände beheizt werden. Eine weitere Ausgestaltung solcher Kochgefäße besteht darin, daß das flachgepreßte Rohr aus zwei verschiedenen Metallen gebildet ist, und zwar derartig, daß die obere Rohrwandung, die mit dem Kochtopf verlötet oder verschweißt wird, aus einem gut wärmeleitenden Material, zum Beispiel Kupfer oder Aluminium, hergestellt ist, während die untere Seite des Rohres aus einem schlecht wärmeleitenden Material, zum Beispiel Eisen oder Konstantan, besteht. (D. R. P. Nr. 269 893.)

Richard Sprenger in Hennigsdorf b. Berlin baut eine elektrische Kochvorrichtung, bei der das Kochgefäß durch eine mit dem Gefäßboden in Berührung gebrachte, einen elektrischen Heizwiderstand enthaltende Kochplatte erhitzt wird. Erfindungsgemäß ist die Kochplatte in der Höhe beweglich angeordnet, und unter den Einfluß einer kräftigen Feder oder eines Gewichtes gesetzt, so daß sie mit einer gewissen Kraft gegen den Kochtopf gepreßt wird. Mit der Kochplatte oder deren gleichfalls beweglichen Teilen sind Kontakte verbunden, die in der Heizstellung den Betriebsstrom schließen, bei abgehobenem Kochgefäß aber den Stromkreis öffnen.
(D. R. P. Nr. 270 005.)

Die Firma Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Berlin baut einen Kochherd, bei welchem Einsatzteller *b* (Fig. 1) als Träger für die Heizplatten *d* Verwendung finden, die am besten aus Blech gestanzt oder gedrückt werden. Sie schließen die stromzuführenden Teile und das Herdinnere nach außen hin ab und können in üblicher Weise die Steckdose zum Stromanschluß für den Heizwiderstand tragen. Solche Öfen können mit einer Fangrinne *f* für überkochende und verspritzte Flüssigkeit versehen werden. Ferner lassen sich Vorsprünge *g* derart anbringen, daß sich die Kochplatte *d* nach dem Einsetzen in die Steckdose *c* auf sie stützt. Dadurch ist für einen Flüssigkeitsdurchlaß nach der Fangrinne *f* hin auch nach dem Einsetzen der Kochplatte gesorgt und die Kochplatte ist entlastet. (D. R. P. Nr. 266 532.)

Fig. 1.



Die Firma Landers, Frary & Clark in New-Britain (Ver. St. v. A.) baut einen elektrisch geheizten Behälter, bei welchem der Heizwiderstand in einer an dem Behälterboden vorgesehenen Kammer angeordnet ist, wobei die der Öffnung dieser Kammer zugekehrte Seite des Heizwiderstandes von einer in diese eingepaßten wärmeleitenden Metallplatte bedeckt ist, welche sich bei Erwärmung infolge der verschiedenen Dehnung fest gegen die Wand der Kammer preßt und dadurch die Wärme im verstärkten Maß überträgt. (Ö. P. Nr. 64 666.)

Martin Albrecht in Frankfurt a. M. beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von Heizkörpern mit elektrisch erhitzten Widerstandsbändern, die durch Isolationsplatten isoliert sind. Die Widerstandsbänder werden erfindungsgemäß in ein Rohr eingeschoben und hierauf wird das Rohr derartig zusammengepreßt, daß es unter Spannung beiderseits dicht an den die Widerstandsbänder isolierenden Isolationsschichten anliegt. Das zusammengepreßte Rohr weist mindestens einseitig Wülste auf, um eine Oberflächenspannung zu bewirken. Will man nun statt der einzelnen Heizbänder größere Platten nach demselben Verfahren herstellen, so geschieht das zum Beispiel in der Weise, daß auf einer Grundplatte mehrere Röhren derartig angeordnet werden, daß die Grundplatte selber einen Teil der Rohrwandung bildet. Dadurch, daß man eines der mit seitlichen Wülsten versehenen Heizbänder zu einer Spirale zusammenwickelt, ergibt sich ein Durchflußapparat, der es ermöglicht, bei geringsten Dimensionen eine fast 100%ige Ausnutzung der erzeugten Wärme zu erzielen. Das zu einer Spirale zusammengerollte Heizband ist dicht schließend zwischen zwei Platten angeordnet. Das Heizband kann auch mit einem Hahn kombiniert werden, der sowohl den Wasserzu- und -abfluß, als auch gleichzeitig den zum Erhitzen des Heizbandes erforderlichen elektrischen Strom regelt.
(Schw. P. Nr. 63 592.)

Heinrich Seibert in Berlin-Pankow gibt ein Verfahren zur Herstellung elektrischer Heizkörper mit in keramische Masse eingebettetem Heizdraht an. Der Heizwiderstand, zum Beispiel Platindraht, wird, mit Baumwolle umsponnen oder mit einem anderen verbrennlichen Material umgeben, in eine geeignete Form gebracht und mit keramischem Material umgeben; der so erhaltene Körper wird dann getrocknet und geglüht. Der Heizdraht kann außer der Umspinnung mit organischem Material noch mit Magnesium- oder anderen geeigneten Salzen imprägniert werden, welche nach dem Glühen ein indifferentes Oxyd hinterlassen, innerhalb dessen der Heizdraht sich beliebig ausdehnen kann und durch den er andererseits gegen die Berührung des kieselsäurehaltigen Materials des Heizkörpers geschützt ist.
(D. R. P. Nr. 269 259.)

Eine von Dr. Hendrik de Kok in Frankfurt a. M. hergestellte Vorrichtung zum elektrischen Erhitzen von strömenden Flüssigkeiten oder Gasen mittels Widerständen, besteht in einer derartigen Anordnung der Stromzuführungsstellen am Heizwiderstand (Rohr oder Stab), daß die Verbindungsstellen des Widerstandes mit dem Gehäuse der Vorrichtung elektrische Nullpunkte sind. Insbesonders die Ein- und Auslaßöffnungen für die Flüssigkeit oder das Gas sind als elektrische Nullpunkte ausgebildet und sind mit der Erde verbunden, so daß die Flüssigkeit oder das Gas selbst an der Austrittsstelle spannungsfrei ist. (D. R. P. Nr. 270 721.)

Die Firma Gebr. Siemens & Co. in Berlin-Lichtenberg beschreibt einen elektrischen Heizkörper aus Widerstandsmasse für sehr hohe Temperaturen, der in der Nähe der Stromzuführungsstellen mit einem die Temperatur herabsetzenden metallischen Überzug versehen ist. Zum Zwecke, das Abfließen des Überzuges und dessen Zurückweichen nach den Stromzuführungsstellen hin zu verhüten, wird auf diese metallisch überzogenen Stellen eine Glasur aufgebracht.
(D. R. P. Nr. 271 320.)

Ein von der Firma Karl Kaltschmid Eisenwerke in Oberriexingen beschriebener Heizwiderstand, bestehend aus einer einseitig mit Widerstandsdraht versehenen Trägerplatte aus isolierendem Material mit einem um Vorsprünge der Platte herumgewickelten Widerstandsdraht, ist dadurch gekennzeichnet, daß als Vorsprünge in die Platte eingesetzte, zweckmäßig etwas geneigte Stifte aus Metall dienen, die in die Platte soweit eingepreßt sind, daß sie nicht über den Widerstandsdraht hinausragen. (Ö. P. Nr. 61 694.)

Eine Erfindung des Adolph Rittershausen in Cassel betrifft einen elektrisch geheizten Wärmespeicher, in welchem Wasser das wärmetragende Mittel ist. Im oberen Teil des Behälters ist ein elektrischer Heizkörper angeordnet, welcher zwar eine Zirkulation der Flüssigkeit hervorruft, jedoch in so beschränktem Maße, daß eine von oben nach unten fortschreitende Erwärmung der Flüssigkeitsmenge stattfindet. (D. R. P. Nr. 265 445.)

Zur Vermeidung eines vorzeitigen Abkühlens des heißen Wassers durch Vermengung mit dem eintretenden kalten Wasser, sind gemäß einer weiteren Erfindung des genannten Erfinders ein oder mehrere Schwimmer angeordnet, welche annähernd den ganzen Querschnitt des Wasserraumes ausfüllen und derart ausbalanciert sind, daß sie sich von selbst auf der Grenze zwischen dem kalten und warmen Wasser bezw. auf der Höhe ganz bestimmter Temperaturen halten.
(D. R. P. Nr. 266 615.)

William Stanley in Great Barrington (Ver. St. v. A.) baut eine Heizvorrichtung, bei welcher zwischen dem elektrisch beheizten Wärmespeicher und der Nutzungsstelle (Herdoberfläche) ein guter Wärmeleiter, zum Beispiel ein solcher aus Metall, verschoben und dadurch für den Wärmeübergang eine Brücke zwischen Wärmespeicher und Nutzungsstelle geschaffen wird. Dabei kann man entweder den Wärmespeicher im ganzen oder einen Teil desselben zu der Herdoberfläche hinbewegen. Der Wärmespeicher erstreckt sich quer durch den Herd und weist eine oder mehrere Vertiefungen auf, in die der elektrische Heizkörper eingeschoben werden kann, der zweckmäßig aus einem nicht oxydierenden Metall oder einer ebensolchen Legierung von gleicher Eigenschaft besteht und in einen Stromkreis eingeschaltet wird. Der Wärmespeicher kann von mehreren Isolierschichten von verschieden großer Isolierfähigkeit umgeben sein. Die dem Wärmespeicher zunächstliegende Isolierschicht besteht aus einem Material, das seine Isolierfähigkeit auch bei hoher Temperatur beibehält, wobei die diese Schicht umgebende Isolierschicht aus einem Material von geringer Isolierfähigkeit besteht. (Ö. P. Nr. 64 661.)

Hermann Wolff in Innsbruck beschreibt einen elektrischen Wärmespeicher, bei welchem zur Absonderung eines die Bildung einer Dampfzone ermöglichenden Teiles der Wassersäule im Wasserbehälter oberhalb des Heizkörpers eine Glocke angeordnet ist, innerhalb der das Wasser rasch erhitzt und verdampft wird. Die Glocke ist mit dem Stromschlußschalter derart verbunden, daß bei der Bildung von Dampf unter der Glocke der Stromkreis geöffnet, hingegen bei Kondensation geschlossen wird*). (Ö. P. Nr. 64 669.)

James Torsten Sandberg in Göteborg baut einen Wärmesammler mit einem wärmeaufspeichernden Kern, der von einer isolierenden Hülle umgeben ist. Der Kern besteht aus schlecht wärmeleitendem, mit guten Wärmeleitern in enger Berührung stehendem Stoff; durch von außen bewegbare, von dem Kern unabhängige Teile ist eine Regulierung der Wärmeabgabe von dem Kern nach außen vorgesehen, zum Zwecke die Heizfähigkeit des Wärmesammlers gleichmäßig halten zu können. Die guten Wärmeleiter, die aus einer Anzahl in den Kern eingelegter Metallteile bestehen können, bilden eine den Kern umgebende Schicht. Zur Regulierung der Wärmeabgabe ist eine den Mantel und die isolierende Hülle durchsetzende, mit dem Mantel in wärmeleitender Verbindung stehende Spindel mit einem Steuerrad außen an der Spindel und einem radialen Arm innen an der Spindel vorgesehen, welcher Arm mit der den Kern umgebenden Schicht durch in verschieden langen, radialen Reihen angeordnete Kontakte in Verbindung gebracht werden kann, und zwar derart, daß durch Drehung der Spindel auf die verschiedenen Kontaktreihen eine größere oder geringere Zahl von Kontakten in Wärmeverbindung mit der Spindel und so mit dem Mantel gebracht werden kann. (Schw. P. Nr. 63 299.)

Ansel Clarington Hulbert in San Francisco baut eine Regelungs- und Meßeinrichtung an Heizvorrichtungen, welche darin besteht, daß eine Membrane, welche dem Druck des aus einer Flüssigkeit durch die elektrische Heizung entwickelten Dampfes ausgesetzt ist, eine Stange bewegt, die eine Vorrichtung zur Unterbrechung des Heizstromes bei Erreichung eines maximalen Druckes und zugleich einen Zeiger zum Ablesen des jeweiligen Druckes derart antreibt, daß die Bewegung des Zeigers ein Vielfaches der Bewegung der Unterbrechervorrichtung ist. (D. R. P. Nr. 264 286.)

*) Vergl. E. u. M. Anhang 1913, Seite 373.

Digitized by Google

Der Gegenstand einer Erfindung der Firma Berkeley Electric Cooker Company in Berkeley (Ver. St. v. A.) ist eine elektrisch beheizte Kochvorrichtung, die die Temperatur in ihrem Innern selbsttätig annähernd konstant erhält. Den wesentlichsten Teil der Erfindung stellt ein luftdicht verschlossenes evakuiertes Gefäß dar, in dem sich eine kleine Menge Wasser befindet, die zwischen dem Heizkörper und den zu kochenden Speisen eingeschaltet wird. Bei Erhitzung des Wassers in dem evakuierten Behälter steigt der Druck im Innern des Behälters, um, wenn der Siedepunkt des Wassers (100°) erreicht ist, dem atmosphärischen Luftdruck gleichzukommen. In der Wandung des Vakuumgefäßes ist ferner eine Membran angeordnet, die durch das Steigen und Sinken des Druckes im Behälter über und unter 100° beeinflußt wird, und mit einem Stromunterbrecher in Verbindung steht, der den Stromkreis des Heizkörpers schließen und öffnen kann. (D. R. P. Nr. 270.722.)

Briefe an die Redaktion.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Die Wahl des Stromsystems für elektrische Bahnen.

In meiner Zuschrift an die Redaktion in Heft 51, Jahrgang 1913, dieser Zeitschrift hatte ich, mangels irgendwelchen Gegenbeweises unter Annahme der Selbstverständlichkeit, es unterlassen, besonders darauf hinzuweisen, daß ich auch die von mir in obigem Aufsatze und in der anschließenden Polemik mit Herrn Eichel gebrachten Zahlennachweise in jeder Hinsicht als für den Zeitpunkt der Niederschrift zutreffend aufrecht erhalte. Das gilt in erster Linie auch von meinen Angaben über den vorhandenen Bestand an elektrischen Lokomotiven. Bei diesen hatte ich nebenher als „zukünftigen Bestand" die im Bau oder in Bestellung befindlichen Lokomotiven berücksichtigt. Was aber nicht im Bau oder in Bestellung war, galt mir als zu unsicher und daher unverwendbar für eine gewissenhafte Aufstellung. Auf der Gleichstromseite fehlen daher beispielsweise die inzwischen in Auftrag gegebenen bezw. teilweise schon fertiggestellten neuen Lokomotiven der New York Central & Hudson River Railroad und andere; und wenn auf der Einphasenstromseite meine Angabe nicht so hoch ist wie beispielsweise die von Mr. Murray genannte, der für 1913 glaubte eine höhere Zahl voraussagen zu können und sich dabei geirrt hat, so ist das ebenfalls nur auf die Objektivität meiner Darstellung und durchaus nicht auf einen Irrtum meinerseits zurückzuführen. Andererseits möchte ich auch noch darauf hinweisen, daß der Vorsprung der Gleichstromlokomotiven in den Vereinigten Staaten viel zu groß ist, als daß selbst ein noch erheblicherer Zuwachs an Einphasenstromlokomotiven als der von Mr. Murray angenommene auch nur einigermaßen eine Änderung meines Gesamtresultates herbeizuführen vermöchte.

Hinsichtlich des Park Avenue Tunnels in New York habe ich in meinem Buche über „Elektrische Fernbahnen" erwähnt, daß technische Gründe für die Wahl des Gleichstrombetriebes maßgebend waren und das Ortsstatut, das die Anbringung einer Oberleitung in diesem Tunnel verbietet, nicht ausschlaggebend wurde. Eine Schlußfolgerung, daß für alle anderen Tunnels im Staate New York das gleiche Verbot gelten müsse, entbehrt jeglicher Begründung.

Hinsichtlich des von Herrn Eichel erhobenen Einwandes, daß die Pennsylvania Railroad gezwungen gewesen sei, Gleichstrom zu benutzen, „weil innerhalb New Yorks hochgespannter Wechselstrom gesetzlich verboten" sei, habe ich den Gegenbeweis in der Form zweier voneinander gänzlich unabhängiger und unanfechtbarer Zuschriften gebracht, die hinsichtlich richtiger Auffassung meiner Anfrage und Klarheit ihrer Beantwortung auch nicht das geringste zu wünschen übrig lassen. Wenn es darin heißt: „If they (the Pennsylvania Tunnel & Terminal Co.) had wished to propel their trains with this (alternating) current without conversion there is no law that would have prevented", also der Einphasenstrom für den direkten Antrieb der Züge ohne Umwandlung gestattet ist, so bedarf es meines Erachtens nicht erst eines besonderen Nachweises, daß es erlaubt ist, „eine Hochspannung führende Oberleitung zu verwenden".

Mit der weiteren Behauptung, Mr. Gibbs wäre Mitglied der Kommission für öffentliche Arbeiten im Staate New York, glaube ich Herrn Eichel dahin verstehen zu sollen, als ob die beiden von mir zitierten Gutachten gewissermaßen aus einer gemeinsamen Quelle stammten. Ich möchte darauf nur sachlich erwidern, daß nach der mir vorliegenden Information Mr. Gibbs kein Mitglied dieser Kommission ist oder war. Was ich sinngemäß und schlechthin als Kommission für öffentliche Arbeiten bezeichnete (State of New York Public Service Commission — staatliche Gemeindienstkommission) ist in Wirklichkeit eine Verschmelzung der früheren staatlichen Eisenbahnkommission mit der Schnellverkehrskommission und noch zwei anderen, und zwar als oberste Aufsichtsbehörde über Bahnen, Straßenbahnen, Elektrizitäts- und Gasversorgung usw. Es ist ja wohl auch selbstverständlich, daß Mr. Gibbs als beratender Ingenieur nicht gleichzeitig Mitglied der Aufsichtsbehörde sein kann. Ferner wird wohl auch Herr Eichel nicht länger bezweifeln, daß ich meine Information, die ich ihm entgegenhielt, an zwei verschiedenen und sehr maßgebenden Stellen einholte und daß es ein Einphasenstromverbot der von ihm gedachten Art nicht gibt, darum auch die weitaus höheren Zahlen für Gleichstrombahnen nicht durch ein derartiges Verbot begründet sein können, wie er behauptet hatte.

Hinsichtlich der angeblichen voraussichtlichen Betriebsgemeinschaft zwischen der Pennsylvania Railroad und der Baltimore & Ohio Railroad für eine elektrische Bahnverbindung New York—Washington will ich nur nachtragen, daß aus einem gegenseitigen Aktienbesitz niemals auf eine Betriebsgemeinschaft geschlossen werden darf, wie der Fall Hill-Harriman hinreichend beweist, ferner daß ein solcher Zusammenschluß, der auf eine Beseitigung der freien Konkurrenz hinausliefe, ungesetzlich sein und derselben Auflösung verfallen würde wie viele andere und schließlich, daß tatsächlich die Pennsylvania Railroad auch nicht einen einzigen Share Baltimore & Ohio Stock mehr besitzt. Meine Ausführungen über die Konkurrenz zwischen beiden Bahnen sind daher durchaus zutreffend. Im übrigen kann ich, auf Grund langjähriger persönlicher Kenntnisse der örtlichen Verhältnisse, den Mt. Royal Tunnel in Baltimore, der nebenbei bemerkt sogar in einer ganz anderen Richtung verläuft und eine relativ recht unbedeutende Länge hat, nicht als einen Faktor betrachten, auf den beim elektrischen Ausbau der Weltlinie New York—Washington auch nur die geringste Rücksicht zu nehmen sein würde.

Zusammenfassend kann ich daher nur sagen, daß alle meine Ausführungen, wie gezeigt, den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen und an ihnen nichts zu ändern ist.

Karlsruhe, im Mai 1914. *O. C. Roedder.*

Vereins-Nachrichten.

Neue Mitglieder.

Pils Franz, Elektrotechniker, Altheim.
Winklmayer Franz, Sekretär, Wien.
Berger Karl, techn. Beamter, Wien.
Schutja Josef, Ingenieur, Ebenfurth.
Westböhmische Elektrizitätswerke, Tachau.
Knöpfelmacher Otto, Ingenieur, Muggia.
Elektromaterialgesellschaft G. m. b. H., Wien.
Roučka Erich, Fabrikant, Blansko.
Hec & Richter Telephonfabrik, Budweis.
F. Majer Jess, Vertreter, Mailand.
Paufler Franz, Oberingenieur, Charlottenburg.
Gitzobler Johann, Kunstmühlenbesitzer, Strobl.
Elektrizitätswerk Eger, Eger.
Halphen Gustav, Chef der Firma L. G. Halphen, Prag.
Fertner Karl, Elektro-Mechaniker, Aßling-Hütte.
Kindinger Max, Hörer der techn. Hochschule, Wien.
Staffen Just., Betriebsingenieur, Trautenau.
Bittner Josef, Obermonteur, Bodenbach.
Grimm Leopold, Betriebsleiter, Karlsbad.
Endler Maximilian, Elektriker, Reichenberg.
Somrek Josef Dr., Subdirektor, Marburg.
Schubert Rudolf, Monteur, Kirchberg.

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 26. Mai 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 126, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Über die Prüfung der elektrischen Eigenschaften von Isoliermaterialien. Von A. Schwaiger, Karlsruhe 481
Ein Gleichrichter zur Erzeugung konstanter Gleichspannung. Von Privatdozent Dr. H. Greinacher (Zürich) . . . 485
Tarifbildung beim Verkaufe elektrischer Energie. Von Dipl.-Ing. Robert Arbeiter, Wien 487
Rundschau:
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 493
Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 493
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 493
Stromverteilung 494
Elektrische Beleuchtung 494
Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen 494
Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 495
Telegraphie und Telephonie 495
Funkentelegraphie und -Telephonie 495
Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 496
Strahlungslehre 496
Chronik 496
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Elektrische Bahnen. Elektrische Apparate 496
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *305—316*

Über die Prüfung der elektrischen Eigenschaften von Isoliermaterialien*).

Von **A. Schwaiger**, Karlsruhe.

Die Güte eines Isoliermaterials beurteilt man meist lediglich nach seiner Festigkeit gegen Durchschlag und betrachtet die Durchschlagspannung pro 1 *cm* Materialdicke, die Durchschlagfestigkeit, als eine für das betreffende Material charakteristische Zahl**).

Die experimentelle Ermittlung der Durchschlagfestigkeit scheint auf den ersten Blick sehr einfach zu sein. Man bringt das Isoliermaterial zum Beispiel in ein möglichst homogenes Feld, also zwischen zwei genügend große planparallele Metallplatten, verbindet diese beiden Belege mit den Klemmen der Stromquelle und steigert die Spannung bis zum Durchschlag. Liegt das Material allseits gut an den Platten auf, entspricht also der Abstand a der Platten der Materialdicke, so erhält man aus der Durchschlagspannung E_D die Durchschlagfestigkeit E_F durch die einfache Beziehung

$$E_F = \frac{E_D}{a}.$$

Wer sich jedoch schon eingehend mit Durchschlagversuchen befaßt hat, wird erkannt haben, daß bei der Anstellung einwandfreier Versuche ganz erhebliche Schwierigkeiten auftreten.

Nehmen wir zum Beispiel an, daß das zu prüfende Material in Form von Platten mit planparallelen Flächen (Glas, Glimmer usw.) zur Verfügung steht, so kann man es wohl erreichen, daß die Metallplatten überall gut auf dem Versuchsmaterial aufliegen. In diesem Falle ist gegen die Mitte der Platten zu ein homogenes Feld vorhanden und es kann demnach, wenn der Durchschlag in dieser Gegend erfolgt, die Durchschlagfestigkeit nach obiger Gleichung berechnet werden.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn der Durchschlag nicht in der Nähe der Plattenmitte, sondern gegen den Plattenrand zu oder gar unter demselben erfolgt. Gegen die Plattenränder zu ist das Feld nämlich nicht mehr homogen, die Feldlinien bauchen gegen die Ränder zu immer mehr nach außen aus. Unter den Rändern selbst (die meist sanft abgerundet werden), also an den Stellen, an welchen die Platten nicht mehr auf dem Isoliermaterial aufliegen, verlaufen die Feldlinien nicht mehr vollständig im Isoliermaterial, sondern durchsetzen auch die Luft. Unter den Rändern hat man also eine aus mehreren hintereinandergeschalteten Dielektriken (Luft-Isoliermaterial-Luft) zusammengesetzte Anordnung in einem inhomogenen Feld. Erfolgt nun der Durchschlag an diesen Stellen, so erhält man für die Durchschlagfestigkeit falsche Werte, wenn man die obige Formel benutzt, die nur für homogene Felder gilt, und für den Fall, daß die Feldlinien nur das zu prüfende Material durchsetzen.

Natürlich ist man bei der Ermittlung der Durchschlagfestigkeit nicht an Anordnungen mit homogenen Feldern gebunden. Man kann auch Anordnungen mit inhomogenen Feldern (konzentrische Zylinder usw.) verwenden, wenn nur die Feldform bekannt und die Beanspruchung des Dielektrikums in diesem Feld der Rechnung zugänglich

*) Mitteilung aus dem Hochspannungslaboratorium des elektrotechnischen Instituts der Technischen Hochschule Karlsruhe.

**) Die Durchschlagfestigkeit ist meist von der Dicke des Materials abhängig. Man soll deshalb stets angeben, für welche Materialdicken die Zahlen für die Durchschlagsfestigkeit gelten.
Irrtümlich ist natürlich die Auffassung, daß das 1 *cm* dicke Material eine Durchschlagspannung gleich der Durchschlagfestigkeit aufweisen müsse.

Digitized by Google

ist. Im allgemeinen treten jedoch auch bei diesen Anordnungen die im folgenden besprochenen Schwierigkeiten auf.

Würde bei der oben näher beschriebenen Versuchsanordnung (Plattenkondensator) der Durchschlag gegen die Mitte der Platten zu erfolgen, so brauchte man sich nicht um die Randerscheinungen zu bekümmern, man könnte also die Durchschlagfestigkeit des Materials einwandfrei ermitteln. Leider ist dies jedoch vielfach nicht der Fall, bei vielen Isoliermaterialien erfolgt der Durchschlag sogar fast regelmäßig unter den Rändern der Platten. Das hat im folgenden seinen Grund: Unter den Plattenrändern verteilt sich die angelegte Spannung nach den Gesetzen für die zusammengesetzten Anordnungen, unter sonst gleichen Verhältnissen also umgekehrt proportional den Dielektrizitätskonstanten. Da nun die zu prüfenden Dielektrika eine größere Dielektrizitätskonstante besitzen als die Luft, wird unter den Rändern leicht die zulässige Beanspruchung der Luft überschritten, es tritt Glimmentladung, bei noch höheren Spannungen Büschelentladung und schließlich Gleitfunkenentladung ein. Diese greifen die Oberfläche des Isoliermaterials an und leiten den Durchschlag ein.

Meist liegen jedoch die Verhältnisse noch ungünstiger. Nur in seltenen Fällen besitzen nämlich die zu prüfenden Isoliermaterialien glatte Oberflächen, sie sind vielfach rauh und uneben (Papiere, Gewebe, Lacke usw.). Die Metallplatten liegen dann nur unvollkommen auf, man hat also auch in der Mitte der Platten Luftschichten, ähnliche Erscheinungen wie vorher unter den Rändern können nun auch unter den Plattenmitten auftreten.

Daß in all den genannten Fällen die ermittelten Durchschlagfestigkeiten von den wahren Werten sehr stark abweichen können, ist klar. Die Erfahrung bestätigt dies auch; denn man kann in der Literatur für ein und dasselbe Isoliermaterial Werte der Durchschlagfestigkeit finden, die um 50% und noch mehr voneinander abweichen. Diese Unstimmigkeiten sind allerdings zum Teil auch dadurch begründet, daß manche Beobachter die Schwierigkeit solcher Versuche unterschätzen und auf die Beobachtung der möglichen Einflüsse zu wenig Gewicht legen.

* * *

Eingehende Versuche, durch welche geeignete Methoden zur Prüfung fester Isoliermaterialien gefunden werden sollten, brachten den Verfasser zu der Ansicht,

1. daß die Durchschlagfestigkeit praktisch rascher und zuverlässiger auf indirektem Wege ermittelt werden kann. Versuchsreihen, die unten näher beschrieben sind,
2. daß die Isoliermaterialien durch die Kenntnis der Durchschlagfestigkeit allein noch nicht genügend charakterisiert sind; es ist vielmehr hiezu die Aufstellung einer Schar von Charakteristiken nötig.

Nachdem sich bei allen praktisch verwertbaren Versuchsanordnungen gezeigt hat, daß die „Vorentladungen" in der Luft, welche die Durchschlagfestigkeit wesentlich beeinflussen, nicht zu vermeiden sind, hat der Verfasser versucht, diese Erscheinungen selbst zur Beurteilung der Isoliermaterialien heranzuziehen. Dazu ist notwendig, solche Elektroden zu verwenden, bei denen diese Entladungen immer in der gleichen Weise erfolgen und besonders deutlich zu erkennen sind; außerdem müssen die Elektroden auch noch folgende zwei Bedingungen erfüllen: Sie müssen wohl definiert sein und jederzeit leicht reproduziert werden können.

Als Elektroden, welche die geforderten Bedingungen genügend gut erfüllen, erwiesen sich unter anderen das Paar: Kugel gegen Platte. Die im folgenden beschriebene Erscheinung gestattet die Aufstellung der gewünschten Charakteristiken.

Bringt man zwischen die beiden genannten Elektroden das zu untersuchende Dielektrikum (Fig. 1) und legt man an die beiden Elektroden die Spannung der Wechselstromquelle, so bemerkt man bei ganz niedrigen Spannungen zunächst nichts Auffälliges. Wenn man jedoch die Spannung allmählich steigert, so tritt bei einer gewissen Spannung, die wir Anfangsspannung nennen wollen, ein Geräusch ein, es beginnt die Glimmentladung in dem Luftraum zwischen Kugel und Dielektrikum. Wenn man den Versuchsraum verdunkelt, kann man deutlich das bekannte violette Glimmlicht erkennen. Läßt man nun eine konstante Spannung, bei welcher Glimmentladung auftritt, eine Zeitlang wirken, und betrachtet man nach Wegnahme der Spannung die Oberfläche des Isoliermaterials, so kann man, besonders wenn die Oberfläche glänzend ist, eine kreisförmige Fläche erkennen, den Glimmkreis*). Die Oberfläche des Dielektrikums ist durch die Glimmentladung angegriffen worden. Man kann den Durchmesser des Glimmkreises leicht mit Hilfe eines Zirkels messen.

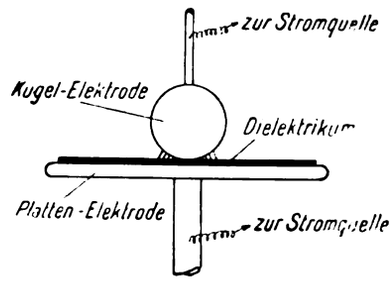


Fig. 1. Versuchsanordnung.

Setzt man die Anordnung wieder unter Spannung und wählt man die Spannung etwas höher als vorher, so kann man nach einiger Zeit wieder einen Glimmkreis erkennen, dessen Durchmesser jedoch größer ist als vorher. Setzt man dieses Verfahren fort und trägt man über den so ermittelten Glimmkreisdurchmessern die zugehörigen Spannungen graphisch auf, so erhält man eine Kurve, die wir Glimmkreiskurve nennen wollen. Fig. 2 zeigt eine solche Kurve.

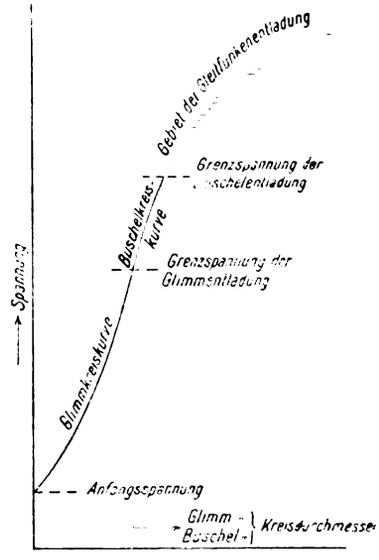


Fig. 2. Glimm- und Büschelkreiskurve.

Geht man mit der Beanspruchung noch weiter, so bemerkt man bei einer gewissen Spannung, daß die Entladung unter der Kugel eine andere Form annimmt. Man kann deutlich einen Sprühregen von Lichtfäden erkennen; man nennt diese Entladungsform Büschelentladung. Man kann den Eintritt der Büschelentladung auch an der Änderung des Geräusches konstatieren. Die Spannung, bei welcher diese Entladungsform einsetzt, nennt man Grenzspannung der Glimmentladung.

Ermittelt man nun wieder die Abhängigkeit des Büschelkreises von der Spannung, so findet man, daß der Kreisdurchmesser von der Grenzspannung der Glimmentladung an mit der Spannung rascher wächst als vorher.

*) Durch Anhauchen der Oberfläche wird der Glimmkreis sehr deutlich sichtbar.

Digitized by Google

In Fig. 2 ist die Büschelkreiskurve, die die Fortsetzung der Glimmkreiskurve bildet, eingezeichnet.

Steigert man die Spannung noch weiter, so kann man von einem gewissen Werte an, der Grenzspannung der Büschelentladung beobachten, daß der auf dem Isoliermaterial sich ausbildende leuchtende Kreis größer ist, als der von der Oberfläche zur Kugel übergehende Lichtkegel. Man kann vielfach auch auf der Oberfläche kurz dauernde, sich verästelnde Funken bemerken: man nennt diese Entladungsform Gleitfunkenentladung. Von dieser Spannung ab erhält man auf der Oberfläche des Dielektrikums meist keine regelrechten Kreise mehr; immerhin aber kann man leicht konstatieren, daß die Ausdehnung der Gleitfunkenentladung auf der Oberfläche des Isoliermaterials mit zunehmender Spannung in noch stärkerem Maße anwächst als vorher die Büschelkreise. In Fig. 2 ist die Kurve im Gebiet der Gleitfunkenentladung schraffiert gezeichnet.

Wiederholt man nun die Versuche mit größeren und kleineren Kugeln — der Verfasser verwendet Kugeln mit 1, 2, 5, 10 und 15 *cm* Durchmesser — so erhält man eine ganze Schar von derartigen Kurven, wie Fig. 3 zeigt. Man sieht, daß im Gebiete der Gleitfunkenentladung die Kurven für die kleinen Kugeldurchmesser die anderen Kurven schneiden können.

Legt man nun durch die eben genannten markanten Punkte der einzelnen Kurven, also durch die Punkte der Anfangsspannung, der Glimmgrenzspannung und der Büschelgrenzspannung neue Kurven, so erhält man die gesuchten Charakteristiken, und zwar:

1. Die Charakteristik der Anfangsspannung (in der Fig. 3 mit „*I*“ bezeichnet). Bei der gewählten Darstellung fällt diese Kurve mit der Ordinatenachse zusammen; man kann aber auch die Anfangsspannung als Funktion der Kugeldurchmesser darstellen.

2. Die Charakteristik der Glimmgrenzspannung („*II*“).

3. Die Charakteristik der Büschelgrenzspannung („*III*“).

Außerdem ist in der Figur noch eine vierte Charakteristik eingezeichnet, nämlich

4. die Charakteristik der Lichtbogenentladung (Kurve „IV_2“)oder wie man sie auch nennt, der „Durchschlagspannung“.

Wenn man nämlich bei den Versuchen mit den einzelnen Kugeln die Spannung immer weiter steigert, so stellt sich der mit Lichtbogenbildung verbundene Durchschlag des Isoliermaterials ein. Je nach der Güte des Materials kann der Durchschlag im Gebiete unterhalb der Anfangsspannung, im Gebiete der Glimmentladung, der Büschelentladung oder endlich der Gleitfunkenentladung eintreten. Es ist bekannt, daß der Durchschlag fast niemals unter dem Auflagepunkt der Kugel erfolgt, sondern gegen den Rand der Glimm- etc. Kreise. Verbindet man die bei den einzelnen Kugeln erhaltenen Durchschlagspannungen miteinander, so erhält man eben die Charakteristik der Lichtbogenentladung (Durchschlagspannung).

Die in Fig. 3 eingezeichnete Kurve „IV_2“ zeigt einen eigentümlichen, aber häufig beobachteten Verlauf: die Durchschlagspannung ist um so größer, je kleiner der Kugeldurchmesser ist. Eigentlich sollte man wegen der größeren Feldstärke bei den Kugeln mit kleinen Durchmessern das Umgekehrte erwarten. Durch die Entladungserscheinungen werden jedoch die Feldstärken sehr gemildert und wahrscheinlich ist für den Durchbruch des Dielektrikums hauptsächlich die Wärmebildung maßgebend.

Je größer man den Durchmesser der Kugeln wählt, um so mehr nähert sich die Durchschlagscharakteristik einer Geraden, dem „Grenzwert“ der Durchschlagspannung für eine Kugel mit dem Durchmesser „unendlich“ (ideelle Platte). Es empfiehlt sich, diesen Grenzwert auf analytischem oder graphischem Wege aus der Kurve zu ermitteln*). Mit diesem Grenzwert der Durchschlagspannung kann man nach der eingangs angegebenen Formel die Durchschlagfestigkeit des Materials berechnen.

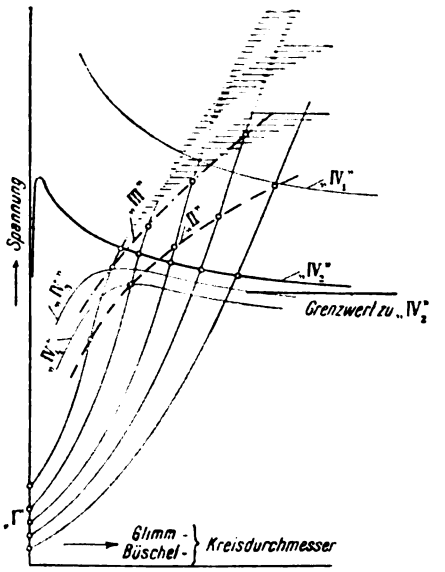


Fig. 3. Charakteristiken der Entladungsformen.

Soweit nun der Verfasser aus den von ihm bis jetzt angestellten Versuchen schließen kann, kann man aus diesen Charakteristiken das Verhalten der Isoliermaterialien im elektrischen Felde besser beurteilen, als es bisher durch die Durchschlagspannung allein möglich war; denn die Formen und gegenseitige Lage der Charakteristiken sind durch die für das Verhalten der Isoliermaterialien wichtigen Eigenschaften bedingt.

Nehmen wir an, es liegen von verschiedenen Isoliermaterialien beliebiger Beschaffenheit aber gleicher Dicke die Charakteristiken vor, die beim gleichen Zustand der Atmosphäre aufgenommen wurden. Vergleichen wir diese Charakteristiken miteinander, so werden wir Unterschiede finden.

1. In der Anfangsspannung; Ursache: die Dielektrizitätskonstanten. Je größer die Dielektrizitätskonstante eines Materials ist, um so kleiner ist die Feldstärke im Dielektrikum und um so größer die Feldstärke in der Luft. Die Entladungen in der Luft treten bei relativ niedrigen Spannungen ein. So wurden beispielsweise bei imprägnierter Seide und imprägniertem Papier von 0·2 *mm* Dicke Anfangsspannungen von 200 bis 600 *V* beobachtet (relative Feuchtigkeit zirka 40%, Barometerstand zirka 750 *mm*, Temperatur 16° C).

2. In den Glimmkreiskurven; Ursache: wie unter 1). Je größer die Dielektrizitätskonstante eines Materials ist, um so größer sind die Durchmesser der Glimmkreise.

3. In der Glimmgrenzspannung und in den Büschelkreiskurven; Ursache: wahrscheinlich wie unter 1). Vielleicht hat auch die Oberflächenbeschaffenheit Einfluß. Diese Erscheinungen sind noch nicht genügend erforscht.

4. In der Grenzspannung der Büschelentladung; Ursache: die sogenannte Oberflächenisolation. Je besser diese ist, um so später tritt Gleitfunkenbildung ein. Einen großen Einfluß hat auch die Oberflächenbeschaffenheit, ob rauh oder glatt. Bei rauhen Oberflächen ist die für die Gleitfunkenbildung wirksame Oberfläche sozusagen größer als bei spiegelglatten Oberflächen.

5. In der Durchschlagspannung; Ursachen:

*) Man stellt für diesen Zweck die Durchschlagspannung besser als Funktion der Kugeldurchmesser dar.

Digitized by Google

a) Leitfähigkeit des Materials. Materialien mit geringem Isolationswiderstand (auch hygroskopische Stoffe) schlagen, soweit bis jetzt beobachtet wurde, bei Spannungen unterhalb der Anfangsspannungen durch, und zwar ist die Durchschlagspannung fast unabhängig vom Kugeldurchmesser.

b) Wärmebeständigkeit des Materials. Je wärmebeständiger ein Material ist, um so weniger wird es durch die Entladungsvorgänge angegriffen. Das zeigt sich besonders im Gebiete der Büschel- und Gleitfunkenentladung. Bei nicht wärmebeständigen Materialien folgt die Durchschlagcharakteristik im Gebiete der Gleitfunkenentladung der Grenzspannung der Büschelentladung, wie Kurve IV_4 zeigt; im Gebiete der Büschelentladung der Grenzspannung der Glimmentladung (IV_3). Dies merkt man bei den Versuchen sofort sehr deutlich daran, daß die Durchschlagspannung bei kleinen Kugeln nicht mehr größer ist als die bei größeren Kugeln, sondern unter Umständen sogar kleiner, eine Erscheinung, die früher wohl nicht beachtet oder erklärt wurde. Bei wärmebeständigen Materialien dagegen wächst die Durchschlagspannung mit abnehmenden Kugeldurchmessern immer weiter an, um erst bei Verwendung von Spitzen mit sehr kleinem Öffnungswinkel umzubiegen und der Charakteristik der Büschelgrenzspannung zu folgen (IV_2). Wie Kurve IV_1 zeigt, kann auch im Gebiete der Gleitfunkenentladung die Erscheinung auftreten, daß die Durchschlagspannung mit abnehmendem Kugeldurchmesser zuerst steigt und dann fällt. Dieser Fall hat jedoch mit der Wärmebeständigkeit nichts zu tun, sondern hängt von der Oberflächenleitfähigkeit ab.

c) Wärmekapazität, Wärmeleitfähigkeit, Wärmeabgabefähigkeit. In Verbindung mit den unter *b*) genannten Punkt machen sich diese Eigenschaften hauptsächlich bei Änderung der Dauer der Beanspruchung bemerkbar. Diesem Punkt wird bei der Ermittlung der Durchschlagspannung meist viel zu wenig Beachtung geschenkt.

Man kann drei Verfahren bezüglich der Dauer der Beanspruchung vor dem Durchschlag unterscheiden. Man kann erstens die Spannung „allmählich" steigern. Diese Methode ist am meisten beliebt, weil die Prüfung nur kurze Zeit beansprucht und auch am bequemsten ist. Wenn man jedoch nicht Vorsorge trifft, daß das allmähliche Steigern der Spannung immer in genau gleicher wohldefinierter Weise erfolgt, haben derartige Versuche nur wenig praktischen Wert. Zweitens kann man so vorgehen, daß man alle 1, 2, 3, ... Minuten die Spannung sprungweise um 100, 200, ... *V* steigert. Endlich kann man drittens eine gewisse Spannung einstellen und die Zeit messen, nach welcher bei dieser Spannung der Durchschlag erfolgt. Am besten trägt man dann die Durchschlagspannungen in Abhängigkeit von der Dauer des Beanspruchung graphisch auf. Die beiden letztgenannten Verfahren sind sehr zeitraubend und stellen große Ansprüche an die Geduld und Gewissenhaftigkeit des Beobachters. Sie sind deshalb auch weniger beliebt als die erste Methode. Nach der Erfahrung des Verfassers verdienen sie jedoch unbedingt den Vorzug vor dieser Methode. Der Verfasser hat Unterschiede in der Durchschlagspannung von 100% feststellen können, je nach Verwendung der ersten oder einer der beiden letztgenannten Prüfmethoden. Man kann darnach wohl mit Recht behaupten: Angaben über die Durchschlagfestigkeit ohne gleichzeitige Nennung der Dauer der Beanspruchung sind wertlos.

Der Verfasser hat sich zur Anstellung von Durchschlagversuchen eine automatisch wirkende Prüfeinrichtung zusammengestellt. Von einem Sekundenpendel wird durch einen alle Sekunden erfolgenden Kontakt eine Nebenuhr betrieben. Auf dieser können Scheiben mit 60, 30, 20, ... Nocken aufgesetzt werden. Diese Nocken betätigen Kontakte, so daß man jede 1., 2., 3., usw. Sekunden oder Minuten einen Stromschluß erhalten kann. Dadurch wird ein Relais eingeschaltet, das ein kräftiges Klinkwerk betätigt. Mit dem Klinkwerk wird die Kurbel des Erregerregulators des Wechselstromgenerators um je einen Kontakt vorgerückt. Der Widerstand dieses Regulators ist nach der Charakteristik des Generators abgestuft, und zwar entspricht eine Stufe einer Spannungssteigerung um 10 *V* (bei 50 Perioden in der Sekunde). Der Wechselstromgenerator arbeitet auf die Niederspannung eines Einphasentransformators, dessen Übersetzungsverhältnis von 1·5 bis 32 geändert werden kann. Auf der Hochspannungsseite sind also Spannungssteigerungen zwischen 15 und 320 *V* einstellbar. Ein registrierendes Voltmeter zeichnet den Spannungsverlauf während der Prüfung auf. Durch zwei geeignet geschaltete Automaten wird beim Durchschlag die ganze Prüfeinrichtung stromlos gemacht. Signallampen zeigen an, ob die Vorrichtung unter Spannung steht oder ausgeschaltet ist. Natürlich kann man mit dieser Einrichtung auch die unter 3) genannte Prüfmethode ausführen. So wird der Prüfende von der zeitraubenden steten Beobachtung befreit.

Damit haben wir einige der wesentlichen Punkte die für die Formen und die gegenseitige Lage der Charakteristiken maßgebend sind, kennen gelernt. Um hier noch weiter einzudringen, sind noch eine große Zahl von Versuchen nötig.

Bisher haben wir angenommen, daß die miteinander zu vergleichenden Isoliermaterialien gleiche Dicke besitzen. Es ist nun noch der Einfluß der Dicke des Isoliermaterials zu untersuchen. Diesen kann man am besten erkennen, wenn man verschieden dicke Platten ein und desselben Isoliermaterials untersucht. Gewöhnlich beobachtet man, daß die Durchschlagfestigkeit um so niedriger liegt, je dicker die Prüfplatten sind. Man schrieb bisher diese Tatsache lediglich dem Umstand zu, daß dicke Platten nicht so homogen hergestellt werden können als dünne. Das kann auch zutreffend sein. Jedenfalls kann aber auch noch eine andere Erscheinung von Einfluß sein. Die einzelnen Entladungsformen setzen nämlich bei um so niedrigeren Spannungen ein, je dicker die Platten sind. Durch die stärkeren Entladungen wird die Oberfläche des Materials stärker beansprucht und infolgedessen kann der Durchschlag bei niedrigerer Spannung pro 1 *cm* Materialdicke erfolgen als bei dünneren Platten.

Endlich ist noch der Einfluß des Zustandes der Atmosphäre zu berücksichtigen. Bezüglich der Abhängigkeit der einzelnen Entladungsformen in der Luft von der Feuchtigkeit, dem Barometerstand und der Temperatur sei auf die ausführlichen Versuche und Zusammenstellungen von W. Weicker („Zur Beurteilung von Hochspannungs-Freileitungs-Isolatoren nebst einem Beitrag zur Kenntnis von Funkenspannungen") verwiesen*). Da die einzelnen Entladungsformen durch den Zustand der Atmosphäre wesentlich beeinflußt werden, ist es unbedingt notwendig, bei Angabe von Versuchsresultaten den Barometerstand, die Feuchtigkeit und die Temperatur während der Prüfung anzugeben.

Nach den Erfahrungen des Verfassers erhält man einen richtigen Einblick in das Verhalten von Isoliermaterialien erst, wenn man die Untersuchungen unter verschiedenen Versuchsbedingungen vornimmt. Als besonders wichtig wird es erachtet, die Feuchtigkeit und die Temperatur zu variieren. Man wird erst dann manche sonst unerklärliche Eigentümlichkeiten zu beurteilen verstehen. Es sei hier zur Illustration nur ein Beispiel erwähnt. Bei der Untersuchung eines nicht imprägnierten Papieres

*) Vergl. Ref. in E. u. M. 1911, Seite 714, 971 und 1912, Seite 148.

Digitized by Google

ergab sich folgendes: Während unter sonst gleichen Versuchsbedingungen dünnes Papier (zirka 0·18 *mm* dick) wohl mit zunehmender Feuchtigkeit schlechter wurde, schlug ein dickeres Papier derselben Sorte (zirka 0·3 *mm*) bei einer relativen Feuchtigkeit von 80 bis 100% schon bei Spannungen von einigen hundert Volt durch. Wurde die Versuchsdauer verlängert, so wurde das dünne Papier schlechter, das dicke Papier dagegen besser, als bei kürzerer Versuchsdauer. Bei einer gewissen Feuchtigkeit und Dauer der Beanspruchung schlugen beide Papiere sogar bei der gleichen Spannung durch. Untersucht man solche Materialien nicht bei verschiedener Feuchtigkeit, so kann man je nach der gerade herrschenden Feuchtigkeit und der gewählten Versuchsdauer zu allgemein nicht zutreffenden Schlußfolgerungen gelangen. In dem eben erwähnten Fall wurden die Erscheinungen auf folgende Weise aufgeklärt. Durch die Beanspruchung des Materials wird Wärme erzeugt. Diese führt eine allmähliche Trocknung des Materials herbei. Je länger man das Material unter Spannung hat, um so besser kann es durchtrocknen, um so höher wird die Durchschlagspannung. Andererseits wird aber das Material durch die längere Beanspruchung wieder stärker angegriffen als durch eine kurze. Ob nun das Material unter diesen Umständen bei längerer Beanspruchung besser oder schlechter wird, hängt von dem Überwiegen des einen oder anderen Einflusses ab.

Untersucht man die Isoliermaterialien bei hohen Temperaturen, so ändert sich ebenfalls die Durchschlagcharakteristik, falls das Material nicht wärmebeständig ist. Die Durchschlagspannung steigt dann mit abnehmendem Kugeldurchmesser nicht mehr so stark an oder wird sogar kleiner wie Fig. 3, Kurve IV_4 zeigt.

Durch diese Änderung der Versuchsbedingungen kann man also die einzelnen Eigenschaften des Materials mehr oder weniger zur Geltung kommen lassen. Sehr interessant sind in dieser Hinsicht die Durchschlagversuche von festen Isoliermaterialien unter Öl. Hiebei können die Entladungen in der Luft unterdrückt und der Einfluß der Oberflächenleitfähigkeit je nach der verwendeten Ölsorte mehr oder weniger beeinflußt werden. Während in der Luft die Durchschläge wegen der Wirkung der Entladungsvorgänge in der Luft fast niemals unter dem Auflagepunkt der Elektrode erfolgen, rückt je nach der Eigenschaft des Öles nunmehr der Durchschlag immer mehr unter den Auflagepunkt der Kugel. Natürlich müssen die Eigenschaften des Öles (Durchschlagfestigkeit, Dielektrizitätskonstante usw.) bekannt sein, um aus diesen Versuchen bestimmte Schlüsse ziehen zu können.

Schließlich bleibt noch zu erwähnen, daß man auch durch die Wahl anderer Elektroden, wie Spitzen und Schneiden mit verschiedenem Öffnungswinkel sowie Walzen mit verschiedenen Durchmessern gegen Platten wegen des anders beschaffenen Feldes wertvolle Resultate erzielen kann.

Diese kurze Mitteilung soll bezwecken, die Aufmerksamkeit derer, welche sich mit der Prüfung von Isoliermaterialien beschäftigen, auf diese Untersuchungsmethode zu lenken, so daß deren Brauchbarkeit auch von anderer Seite geprüft werden kann. Als nächstes Ziel betrachtet der Verfasser, Charakteristiken von genau definierten Materialien unter allen möglichen Versuchsbedingungen auf experimentellem Wege zu ermitteln, also zum Beispiel von Glimmer, Glas, Paraffin usw. Mit diesen Normalcharakteristiken kann man dann die Charakteristiken anderer Materialien vergleichen. Vielleicht gelingt es auch, die Erscheinungen als Funktion von Strömen darzustellen.

Ein Gleichrichter zur Erzeugung konstanter Gleichspannung.

Von Privatdozent Dr. **H. Greinacher** (Zürich).

Bei der ausgedehnten Verwendung von Wechselstrom spielen die Stromgleichrichter eine große Rolle. Als einfachstes Mittel zur Gleichrichtung muß die Graetzsche Ventilzelle angesehen werden, wobei hier besonders auf die rationelle Vierzellenschaltung (Brückenschaltung) hingewiesen sei. Bemerkenswert an all diesen Einrichtungen ist jedoch der Umstand, daß man keinen konstanten, sondern intermittierenden bezw. wellenförmigen Gleichstrom erhält. Die Gleichrichter sind also in allen jenen Fällen nicht zu gebrauchen, wo eine konstante Gleichspannung unumgänglich notwendig ist.

Im folgenden sei nun eine Schaltungsweise angegeben, die es ermöglicht, wenigstens für sehr kleine Nutzströme (10^{-4} *A* und weniger) Wechselspannung in konstante Gleichspannung umzuformen. Angeregt zu dieser Frage wurde ich durch die Ausgestaltung meines Ionometers*), eines Apparates, der die Leitfähigkeit ionisierter Luft direkt abzulesen erlaubt. Dieser Apparat bedarf einer konstanten Gleichspannung von zirka 200 *V*, die bei Abwesenheit eines Gleichstromnetzes von 200 bis 220 *V* durch eine besondere Trockenbatterie geliefert werden muß. Diese Trockenbatterie kann nun durch den im folgenden beschriebenen „Gleichspannungsformer" ersetzt werden, falls ein Wechselstromnetz von 200 oder auch nur 100 *V* zur Verfügung steht.

Schaltung des Gleichspannungsformers.

a) Wechselstrom von 200 bis 220 *V*.

Zwei Ventilzellenbatterien Z_1 Z_2 zu je vier Zellen und ein Kondensator *C* werden in der gezeichneten Weise miteinander verbunden (Fig. 1). An K_1 K_2 kann die Gleichspannung abgenommen werden. Da die Ventilzellen nur Ströme in der bezeichneten Richtung hindurchlassen, so laden sich die beiden Belegungen des Kondensators auf den positiven bezw. negativen Wert der Scheitelspannung auf. Bei 200 *V* effektiver Wechselspannung erhält man demgemäß theoretisch eine Gleichspannung von $200\sqrt{2} = 283\,V$. Falls nun die Gleichstromentnahme an den Klemmen K_1 K_2 gewisse Grenzen nicht übersteigt, bleibt die Spannung praktisch konstant. Dies trifft insbesonders in allen jenen Fällen zu, wo es sich um Ionisierungsströme handelt.

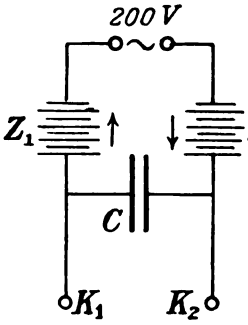


Fig. 1. Schaltung für 200 bis 220 *V*.

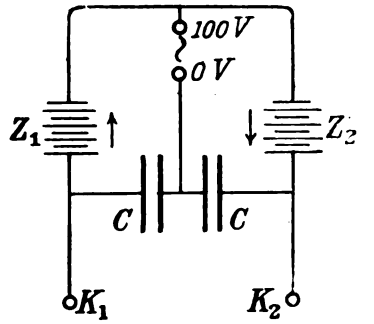


Fig. 2. Schaltung für 100 bis 110 *V*.

Analog ist die Schaltung für den Fall, wo 100 bis 110 *V* Wechselstrom umgeformt werden soll. Hier genügt eine Ventilzellenbatterie, die man in den Spannungsleiter schaltet, während man die andere Belegung des Kondensators direkt mit dem Nulleiter verbindet. Letzteres Schaltungsprinzip ist bereits von P. Villard**) benutzt worden,

*) Radium in Biologie und Heilkunde, 2, 137, 1913.

**) P. Villard. Les rayons cathodiques, 2me édit. 1908, S. 7.

Digitized by Google

um Gleichstrom aus einem Hochspannungstransformator (Betrieb von Röntgenröhren usw.) zu erhalten. Allerdings kam der dortigen Verwendungsweise entsprechend eine Vakuum-Ventilröhre und eine Batterie von Leidenerflaschen zur Verwendung.

Hier sind, um denselben Zweck auch für kleinere Spannungen, und zwar möglichst vollkommen zu erreichen, Ventilzellen und große Kondensatoren verwendet. C besteht aus einer kleinen Telephonkapazität von 2 Mf. (auf 350 V Belastung geprüft). Die Ventilzellen bestehen aus kleinen Reagenzgläschen (5 *cm* Höhe), in die je ein Aluminium- und ein Eisendraht (1 *mm* Dicke) eintauchen. Konzentrierte Natriumbikarbonatlösung bildet den Elektrolyten. Um ein Verdunsten zu vermeiden, sind die Reagenzgläschen noch mit ein paar Tropfen Paraffinöl vollgegossen. Wie sich gezeigt hat, sind vier solch winziger Ventilzellen hinreichend, um die eine Stromrichtung vollständig abzudrosseln. Der ganze Apparat kann also mit den einfachsten Mitteln hergestellt und sehr kompendiös gestaltet werden.

b) Wechselstrom von 100 bis 110 V.

Fig. 2 zeigt eine Schaltung, welche die Wechselspannung nicht nur vollkommen gleich zu richten, sondern überdies noch zu verdoppeln erlaubt. Nötig sind hier zwei Kondensatoren. Der eine wird durch die positive Halbwelle, der andere durch die negative aufgeladen, so daß man an den Abnahmeklemmen K_1 K_2 eine konstante Potentialdifferenz von der doppelten Scheitelspannung hat. Diese Verdoppelung ist immer dann angenehm, wenn man, wie gewöhnlich, nicht Anschluß an die ganze Netzspannung von 200 V, sondern nur an 100 V hat.

Die Schaltung der Fig. 2 kann auch so ausgeführt werden, daß man den Nulleiter des Wechselstromnetzes, der doch meistens nicht das Erdpotential besitzt, gar nicht verwendet. Statt dessen legt man an die Wasserleitung an. Bei Schaltung Fig. 1 läßt sich das Potential *o*, wenn man nicht ebenfalls zwei Kondensatoren verwenden will, nicht festlegen.

Die Schaltungen lassen sich natürlich auch für höhere Spannungen verwenden. Nur ist die Anzahl der Ventilzellen in entsprechendem Maße zu vergrößern. Verwendet man ferner technische Papierkondensatoren von 2 Mf., die auf 2000 V geprüft sind, so kann man bei Schaltung 2 ohne weiteres bis 4000 V gehen.

Erwähnt seien der Vollständigkeit halber noch die Schaltungen von Villard*), die ebenfalls eine Verdoppelung der Wechselstromspannung bezwecken. Da diese jedoch keine konstante, sondern eine periodisch schwankende Gleichspannung ergeben, können sie hier nicht in Betracht fallen.

Beobachtungen am Gleichspannungsformer.

Die Wirkungsweise der Schaltung wurde mit Hilfe eines Wulfschen Zweifadenelektrometers untersucht. Dieses Elektrometer erlaubt nicht nur Gleichspannungen zu messen, es läßt, wie seinerzeit**) mitgeteilt wurde, auch Wechselspannungen durch die Vibration der Fäden beobachten. Die Fäden bezw. das Gehäuse wurde mit den Klemmen K_1 K_2 verbunden. Wurde der Wechselstrom eingeschaltet, so zeigten die Fäden erst starke Vibration. Diese nahm jedoch bald ab (Formierung der Ventilzellen) und im Verlauf von ein bis mehreren Minuten war dieselbe ganz verschwunden. Das Elektrometer zeigte eine konstante Spannung (zirka 250 V), die nur entsprechend den Schwankungen der Netzspannung um wenige Volt variierte. Wurde der Apparat nur einige Stunden außer Tätigkeit gesetzt, so erfolgte die Formierung (Gleichspannungseinstellung) fast momentan. Die Wirksamkeit der kleinen Zellen habe ich übrigens während mehrerer Wochen als sehr konstant gefunden. Es wurde jedoch gelegentlich beim Zusammenstellen eines Apparates beobachtet, daß die Vibration überhaupt nie ganz verschwand, also immer eine kleine Beimischung von Wechselspannung vorhanden war. Es gelang manchmal, diese geringen Vibrationen ganz zu beseitigen, indem man aus einigen Ventilzellen die Elektroden teilweise herauszog.

Da die Ventilzellen keine idealen Ventile darstellen, sondern immer einen Formierungsstrom brauchen, so war die Größe der Kondensatoren nicht gleichgültig. Folgende Zahlen zeigen die Verhältnisse bei verschiedenem C.

C Mikrofarad	Spannung Volt	Vibration Skalenteile
0·25	189·5 bis 195·5	über 2
2·0	245 „ 247	knapp 1
4·0	251	kaum sichtbar

Danach sind die Verluste, die in der Drosselrichtung vorhanden waren, bei 0·25 Mf. noch sehr bedeutend, während andererseits bei 2 und 4 Mf. kein nennenswerter Unterschied mehr vorhanden war. 2 Mf. dürften demnach für praktische Zwecke ausreichend sein. Eine nicht zu kleine Kapazität ist auch aus dem Grunde erwünscht, damit bei Gleichstromentnahme die Klemmspannung an K_1 K_2 nicht wesentlich sinkt. Wurde an K_1 K_2 ein Widerstand von 10^{-6} Ohm angeschlossen ($^1/_4$ Milliampere), so betrug die Erniedrigung erst etwa 2%.

Der Stromverbrauch der Anordnung wurde bestimmt, indem man in die Zuleitung ein Wechselstrommilliamperemeter legte. Dieser betrug, selbst wenn kein Nutzstrom entnommen wurde, zirka 3 Milliampere. Trotz dieses nicht unbeträchtlichen Stromes zeigte das Wulfsche Elektrometer vollkommene Gleichspannung an. Das Vorhandensein eines Verluststromes gab sich noch auf andere Weise zu erkennen. Wurde in die Wechselstromzuleitung ein Widerstand eingeschaltet, so sank die Klemmspannung am Gleichspannungsformer und damit zugleich die erzielbare Gleichspannung. Dieses Verhalten kann vorteilhaft dazu verwendet werden, die Klemmspannung an K_1 K_2 auf einen beliebig kleineren Wert einzustellen. Folgende Zahlen zeigen die Abhängigkeit der erzielten Gleichspannung vom Vorschaltwiderstand.

Vorschaltwiderstand Ohm	Gleichspannung Volt
0	251·5
1000	244·0
2000	236·5
3000	230·5
4000	224·5
6000	216·0

Die Spannungserniedrigung geht hienach anfänglich linear mit dem Widerstand, nimmt aber schließlich ab. Mit einem kleinen Ruhstrat-Schieber-Widerstand von insgesamt 25.000 Ohm (nicht induktionsfrei gewickelt) ließ sich jedoch die Gleichspannung bis unter die Hälfte des Maximalwertes herabsetzen. Bemerkenswert ist der Umstand, daß man selbst unter Weglassung eines Vorschaltwiderstandes nicht den theoretisch zu erwartenden Wert der Gleichspannung erhält. Letzterer sollte gleich der doppelten Scheitelspannung des Netzes, das heißt $2{\cdot}105\sqrt{2} = 297$ V sein. Der nicht unbedeutende Abfall von 40 bis 50 V muß jedenfalls auf Verluste in der Anordnung zurückgeführt

*) P. Villard, Journal de Physique (3) 10, 28, 1901.

**) H. Greinacher, Physikal. Zeitschr. 13, 388 und 433, 1912.

Digitized by Google

werden. Für die praktische Verwendung des Apparates dürfte der Unterschied jedoch keine Rolle spielen.

Damit das Wulfsche Elektrometer sich vollständig vibrationsfrei einstellte, war die Verwendung von vier Ventilzellen erforderlich. Bei nur drei Zellen war die Beimischung von Wechselspannung schon beträchtlich. Im übrigen schien es, daß man gerade mit den kleinen Ventilzellen ein besonders günstiges Resultat erhält. Aus den Untersuchungen von Zenneck*) geht hervor, daß mit wachsender Stromdichte an der Al-Elektrode die Ventilwirkung bedeutend vollkommener wird. Da bei vorliegender Anordnung die Strombeanspruchung der Zellen ja sehr klein ist, ist jedenfalls die Verwendung kleiner Aluminiumdrähtchen angezeigt.

Verwendung des Gleichspannungsformers.

Vorliegende Anordnung dürfte nicht nur den Anschluß des Ionometers an Wechselstrom ermöglichen, sie wird ganz allgemein bei Ionisierungsmessungen gelegentlich eine Hochspannungsbatterie von 200 bis 300 *V* ersetzen können. Der Apparat kann ferner zum Laden von Elektrometern (Quadrantennadeln) verwendet werden. Will man beliebige Teilspannungen, etwa wie bei den Krügerschen

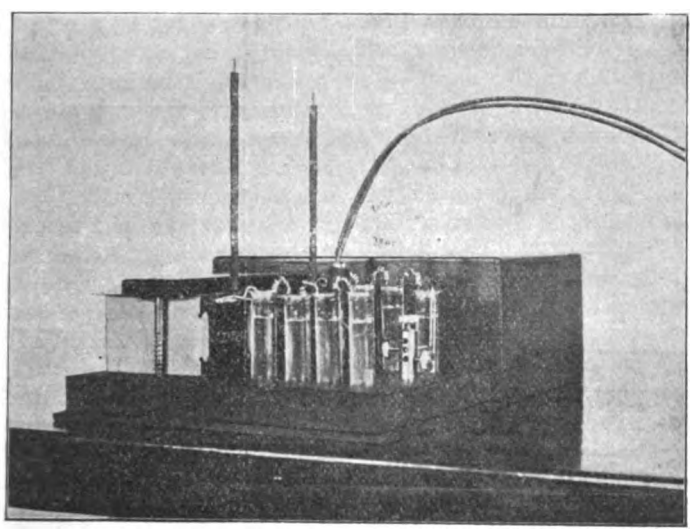


Fig. 3. Apparat zur Umformung von 100 *V* Wechselspannung in 240 *V* Gleichspannung.

Spannungsbatterien, herstellen, so kann man die Klemmen K_1 K_2 mit einem Flüssigkeitswiderstand verbinden, der mit Abzweigstellen versehen ist. Verfügt man überdies noch über einen variablen Vorschaltwiderstand, so kann man die gewünschten Spannungen genau einregulieren.

Der Gleichspannungsformer kann, wie hier zum Schluß noch erwähnt sei, auch dazu verwendet werden, den Meßbereich von statischen Voltmetern zu erweitern. Letztere können für relativ niedrige Spannungen (unter 100 *V* effektiv) nur durch Verwendung des Multizellularsystems gebraucht werden. Verwandelt man die Wechselspannung aber erst in Gleichspannung vom zwei- bis zweieinhalbfachen Betrage, so kann man zur Messung der gleichen Wechselspannungen viel unempfindlichere Instrumente benutzen; auch lassen sich umgekehrt die Multizellularvoltmeter für entsprechend kleinere Spannungen noch verwenden. Die Schaltung wird immer dann ohne weiteres ausgeführt werden dürfen, wenn man nicht an eine vollkommen statische Methode gebunden ist.

*) J. Zenneck, Physikal. Zeitschrift 14, 535, 1913. (Ref. E. u. M. 1913, Seite 874.)

Der Apparat wird von der Siemens & Halske A.-G. (Berlin) ausgeführt. Ein Modell für die Umwandlung von 100 *V* Wechselspannung in 240 *V* Gleichspannung zeigt noch Fig. 3. Man sieht die von rechts erfolgende Wechselstromzuführung und die beiden aufrechten Drähte, an denen die Gleichspannung abgenommen werden kann.

Tarifbildung beim Verkaufe elektrischer Energie.

Von Dipl.-Ing. **Robert Arbeiter**, Wien.

(Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein in Wien am 4. Februar 1914.)

Jedes nach kaufmännischen Grundsätzen geleitete Fabrikationsunternehmen wird im allgemeinen die Verkaufspreise seiner Ware so stellen, daß nach Abzug der Gestehungskosten ein angemessener Nutzen verbleibt. Inwieweit es hiezu in der Lage ist, wird fast ausschließlich durch die Beschaffenheit des Marktes, das heißt durch Angebot und Nachfrage, bestimmt.

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei Aufnahme einer vollkommen neuen Fabrikation; hier bleibt es dem Unternehmer überlassen, die Preise nach freiem Ermessen und unabhängig zu bestimmen, da er erst den Markt, das ist die Nachfrage nach dem von ihm erzeugten Produkte schaffen muß. Er könnte in diesem Falle die Preise auf der Basis der Selbstkosten aufbauen. Da jedoch die Sicherheit in der Schätzung des voraussichtlichen Bedarfes fehlt, ist auch die Vorausbestimmung der Selbstkosten, welche sich im allgemeinen nach der Höhe der Produktion richten, unsicher. Wir finden es daher psychologisch begreiflich, wenn der Unternehmer zur Verminderung des Risikos im Anfange mehr der Verkaufstendenz „kleiner Umsatz, großer Gewinn" zuneigt, die Preise der Ware ohne Rücksicht auf die schätzungsweise ermittelten Gestehungskosten wesentlich höher annimmt und erst allmählich auf Grund der inzwischen bei Fabrikation und Verkauf gewonnenen Erfahrungen sich mit geringerem Nutzen begnügt, um den Absatz forcieren zu können. Dieser Gang der Entwicklung zeigt nicht selten, daß eine Rentabilität des Unternehmens erst in dem Momente wirklich eintritt, in welchem Fabrikation und Verkauf nach erfolgter Herabsetzung der Verkaufspreise auf breiter Basis durchgeführt werden.

Betrachten wir im Zusammenhange mit diesen einleitenden Bemerkungen die Entwicklung des Elektrizitätswerksbetriebes, so sehen wir in den Gründerjahren Elektrizitätsanlagen, die an den gegenwärtigen Verhältnissen gemessen, durchwegs als sehr bescheiden bezeichnet werden müssen. Die Elektrizität wurde in jener Zeit fast ausschließlich für Beleuchtungszwecke verwendet und diente mit Rücksicht auf ihre hohen Preise, abgesehen von Reklamezwecken, fast ausschließlich der Befriedigung eines gewissen Luxusbedürfnisses. Die Ausnutzung der gesamten Anlage war unter diesen Bedingungen die denkbar schlechteste, denn der Hauptbedarf an elektrischer Energie drängte sich auf wenige Abendstunden, vor allem der Wintermonate, zusammen, während die Anlage die ganze übrige weitaus überwiegende Zeit im Verlaufe des Jahres fast vollkommen unbenutzt stand. Der wirtschaftliche Erfolg der Elektrizitätswerke war demgemäß im allgemeinen ein wenig erfreulicher, trotz, oder wie es unseren heutigen Anschauungen besser entspricht, gerade infolge der hohen Strompreise. So entschloß man sich denn, von einer besseren Ausnutzung der Anlage Erfolg erhoffend, den Strom tagsüber für motorische Zwecke zu wesentlich billigeren Preisen abzugeben, um hiedurch neue Strom-

Digitized by Google

abnehmer heranzuziehen und den Umsatz zu vergrößern. Die Gründung der Straßenbahnen bezw. die Stromabgabe für dieselben unterstützte dieses Streben in manchen Fällen und das finanzielle Ergebnis dieser Maßnahmen war fast durchwegs ein günstiges. Die Krisis war überwunden, ein rasches Wachstum der Elektrizitätswerke setzte ein, durch den allgemeinen technischen Fortschritt noch wesentlich gefördert.

Zur Illustration der damaligen Verhältnisse diene die Tatsache, daß die gegenwärtig erreichte Ausnutzung der österreichischen Elektrizitätswerke, festgestellt an Hand der Statistik, zirka 10 bis 15% beträgt. Dabei gibt es viele Werke mit noch geringerer Ausnutzung, aber nur verhältnismäßig wenige mit einer solchen von über 15%. Unter Ausnutzung ist das Verhältnis verstanden zwischen der tatsächlich erzeugten Energie und derjenigen, welche bei ununterbrochenem Betriebe aller vorhandenen Maschinen erzeugt werden könnte.

Obwohl die Baukosten der Elektrizitätswerke, bezogen auf das Kilowatt Zentralenleistung, sich im Laufe der Jahre schon durch die stetig zunehmende Größe derselben nicht unwesentlich verringert haben und hiedurch die Tendenz nach niedrigeren Strompreisen unterstützten, so hat sich doch eine merkliche Verbilligung der elektrischen Energie erst in dem Momente richtig durchsetzen können, als man über den innigen Zusammenhang zwischen den Gestehungskosten derselben und der Benutzungsdauer der Anlage vollkommen klar war.

Wir wollen daher auch die Beziehungen zwischen Kilowattstundenpreis und Ausnutzung des Elektrizitätswerkes zunächst untersuchen und bedienen uns hiezu der von Agthe angegebenen, äußerst einfachen und instruktiven Methode. Unter Benutzung der Betriebsdaten eines bestehenden Elektrizitätswerkes werden in Richtung der Ordinatenachse eines rechtwinkeligen Koordinatensystems die in jedem Monate nutzbar abgegebenen Kilowattstunden, in Richtung der Abszissenachse die hiedurch entstandenen gesamten Betriebsausgaben ausschließlich Amortisation und Verzinsung des Anlagekapitales aufgetragen. Wir erhalten dann eine Reihe von Punkten, die annähernd eine gerade Linie bestimmen, welche gegen die Abszissenachse geneigt ist und die Ordinatenachse in einem gewissen Abstand vom Nullpunkte schneidet. Analytisch ist diese Gerade durch die Gleichung

$$y = a\,x + b \quad \ldots\ldots\ldots 1),$$

bestimmt, wobei bedeutet:

x = Anzahl der nutzbar abgegebenen Kilowattstunden,
y = gesamte Erzeugungskosten hiefür, exklusive Amortisation und Verzinsung des Anlagekapitals,
b = sogenannte „feste Kosten", deren Höhe von der nutzbar abgegebenen Kilowattstundenzahl unabhängig ist,
a = sogenannte „variable Kosten", welche pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde entstehen und deren Gesamtbetrag mit der nutzbar abgegebenen Menge proportional steigt.

Im allgemeinen interessieren aber weniger die durch vorstehende Gleichung dargestellten Gesamtkosten, sondern vielmehr die Erzeugungskosten pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde. Wir bestimmen dieselben aus Gleichung 1 durch Division mit x und erhalten den Wert

$$y' = a + \frac{b}{x} \quad \ldots\ldots\ldots 2),$$

wobei y' die Erzeugungskosten pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde bedeutet.

*) Vergl. E. u. M. 1912, Seite 127, 566.

Durch entsprechende Umformung erhalten wir schließlich die Gleichung:

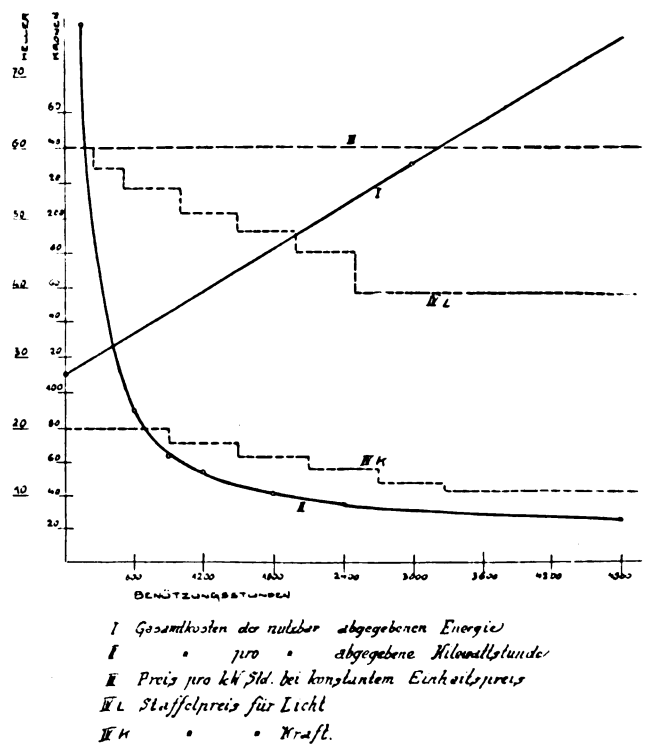
$$x\,(y' - a) = b \quad \ldots\ldots\ldots 3),$$

welche eine gleichseitige Hyperbel darstellt. In dieser Gleichung ist die eine Asymptote durch die Ordinatenachse und die zweite durch eine Gerade gegeben, welche im Abstand a parallel zur x-Achse verläuft.

Ehe wir in die Diskussion dieser Gleichungen eintreten und die für die weiteren Betrachtungen wichtigen Schlußfolgerungen ziehen, wollen wir uns die Gleichungen unter Benutzung eines praktischen Beispiels graphisch darstellen.

Für eine elektrische Zentralanlage gelten die folgenden Daten:

Anlagekapital 4·5 Millionen Kronen;
nutzbare Maximalbelastung 1800 *KW*;
nutzbare Jahresstromabgabe 6 Millionen *kWh*.



I Gesamtkosten der nutzbar abgegebenen Energie
i • pro • abgegebene Kilowattstunde
K Preis pro kW/Std. bei konstantem Einheitspreis
KL Staffelpreis für Licht
KK • • Kraft.

Fig. 1.

Nach Agthe bestimmen die einzelnen Monatserzeugungen eine gerade Linie, welche durch die Gleichung

$$y = 8500 + 0{\cdot}04\,.\,x \text{ Kronen} \quad \ldots\ldots 4)$$

gegeben ist. Beziehen wir diese Gleichung auf das ganze Jahr, so erhalten wir:

$$y_I = 12\,.\,8500 + 0{\cdot}04\,.\,x = 102.000 + 0{\cdot}04\,.\,x \text{ Kronen} \quad .\ 5).$$

Nehmen wir beispielsweise den Kapitalsdienst, also Amortisation und Verzinsung des Anlagekapitales, mit 10% an und addieren den daraus resultierenden Wert von K 450.000 zu obigen K 102.000 hinzu, so ergibt sich:

$$y_{II} = 552.000 + 0{\cdot}04\,.\,x \text{ Kronen} \quad \ldots\ldots 6)$$

und schließlich

$$y_{III} = 307 + 0{\cdot}04\,.\,x \text{ Kronen} \quad \ldots\ldots 7)$$

als Summe der gesamten Betriebskosten einschließlich Amortisation und Verzinsung pro nutzbar abgegebenes Kilowatt-Maximum, also gewissermaßen als Verkaufspreis.

Nun zeigt aber die Praxis, daß nicht alle Konsumenten ihre Anlage zu gleicher Zeit und voll benutzen, sondern daß für die maximale Belastung des Werkes nur mit einem Bruchteile des Anschlußwertes gerechnet werden kann, also der sogenannte Gleichzeitigkeitsfaktor kleiner als 1

Digitized by Google

ist. Bei Vorhandensein eines Anschlußwertes bei dem in Rede stehenden Beispiel von 5000 *kW* resultiert im Verhältnis von $\frac{1800}{5000}$ als Endwert die Gleichung

$$y_{IV} = 110 + 0{\cdot}04 \,.\, x \text{ Kronen} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8),$$

welche nach den bisherigen Annahmen ohne weiteres für die Bestimmung des Verkaufspreises elektrischer Energie benutzt werden könnte. Sie entspricht der früher angegebenen Gleichung 2; die resultierende Kurve ist in Fig. 1 dargestellt.

Es ist natürlich auch möglich diese Rechnung in einzelnen Stufen vorzunehmen und den Verkaufspreis zunächst frei Zentrale und dann erst für einen beliebigen Punkt des Verteilungsnetzes zu ermitteln. In letzterem Falle wären dann die anteiligen Kosten jedes Konsumenten an dem von ihm benutzten Teile des Leitungsnetzes in Rechnung zu stellen, ebenso wären die in demselben auftretenden Netzverluste zu berücksichtigen. Dieses Verfahren ist praktisch nur für Großabnehmer durchführbar, deren Anschluß an die Zentrale unter Umständen sogar besondere Anschlußleitungen erforderlich macht. Für die Allgemeinheit ist vorgenannte Rechnungsmethode einerseits zu kompliziert, andererseits würde sie vielfach für sonst gleichartige Stromabnehmer differenzierte Preise ergeben, was Unzuträglichkeiten hervorruft und überdies die Aufstellung eines einheitlichen Stromtarifes verhindert. Die Festlegung der Strompreise für die große Menge der Stromabnehmer erfolgt daher nach dem ermittelten Durchschnittswert für Netzverluste und Kapitalsaufwand pro *kW*-Anschlußwert.

Aus den graphischen Ermittlungen der Fig. 1 ergeben sich nun folgende für das Tarifwesen wichtige Feststellungen und Schlüsse:

I. Die zur Erzeugung elektrischer Energie aufzuwendenden direkten Betriebsausgaben teilen sich in zwei Teile. Der eine, die sogenannten „festen Kosten", ist vollkommen unabhängig von der Höhe der Erzeugung und schließt alle jene Ausgaben ein, welche erforderlich sind, die gesamte Anlage zu jederzeitiger Abgabe elektrischer Energie in Betrieb zu erhalten. Der zweite Teil, die sogenannten „variablen Kosten", ist direkt proportional der nutzbar abgegebenen Kilowattstundenzahl.

II. Die Erzeugungskosten elektrischer Energie sind innerhalb der für praktische Fälle in Frage kommenden Benutzungsdauer in hohem Grade von derselben abhängig, so daß ein fester, durchschnittlicher Verkaufspreis pro *kWh* nur dann genannt werden kann, wenn die Benutzungsdauer des Anschlußmaximums festliegt.

III. Ein Strompreis, der über dem durchschnittlichen Verkaufspreis liegt, bietet im Einzelfalle keine Gewähr dafür, daß das Elektrizitätswerk mit demselben auch nur die Selbstkosten deckt oder wirtschaftlich arbeitet.

IV. Der Verwendungszweck der elektrischen Energie ist ohne Einfluß auf die Gestehungskosten derselben, solange er nicht infolge seiner Eigenart auf das Kapitalskonto des Elektrizitätswerkes Einfluß nimmt.

Einen instruktiven Einblick in die unter Punkt III erwähnten Beziehungen zwischen Selbstkosten und durchschnittlichen Verkaufspreis bietet das folgende Beispiel:

Eine Fabrik habe eine Eigenanlage mit 1000 *kW*-Zentralenleistung, welche jährlich 2·44 Millionen *kWh* nutzbar abgibt. Der Anlagewert der Zentrale betrage K 450.000. An dieses Kraftwerk sind nun die einzelnen Abteilungen angeschlossen. Für die Unkostenberechnung jeder Abteilung müssen auch die auf das Konto derselben zu setzenden Stromausgaben ermittelt werden. Es ist nun scheinbar vollkommen richtig, die Stromkostenberechnung derart auszuführen, daß der pro *kWh* durchschnittlich bestimmte Gestehungspreis, multipliziert mit der Anzahl der durch Zähler ermittelten *kWh* für jede Abteilung in Rechnung gestellt wird. Dieses Rechnungsverfahren führt jedoch zu vollkommen falschen Ergebnissen. In der nachfolgenden Tabelle sind für jede Abteilung Anschlußwert, Benutzungsdauer desselben und nutzbar abgegebene *kWh* eingetragen.

Tabelle I.

Abteilung	Anschlußwert	Benutzungsdauer	Nutzbar abgegebene Energie	Preis pro *kWh*
	kW	Stunden	*kWh*	Heller
A . . .	600	3000	1 800 000	5·95
B . . .	200	1500	300 000	8·9
C . . .	250	1000	250 000	11·8
D . . .	150	600	90 000	17·7
	1200	2035	2 440 000	7·3

Nach der früher verwendeten Methode von A g t h e sind die „festen Betriebsausgaben" pro *kWh* mit K 60 ermittelt, hiezu kommen für Amortisation und Verzinsung des Anlagekapitals noch K 45, so daß die „festen Kosten" pro *kW*-Maximum K 105 betragen.

Da in der Anlage jedoch insgesamt 1200 *kW* installiert sind, so reduzieren sich für die endgültige Rechnung die „festen Kosten" im Verhältnisse $\frac{1000}{1200}$ auf K 88. Die „variablen Kosten" betragen in vorliegendem Falle 3 h pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde, so daß die Stromkosten für jeden Einzelfall bestimmt werden können nach der Gleichung

$$y = 88 + 0{\cdot}03 \text{ Kronen.}$$

In der vorstehenden Tabelle I sind für jede Abteilung besonders die Kosten pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde eingetragen worden.

Es ist daraus ohne weiteres zu ersehen, daß die Abteilung A benachteiligt ist, wenn sie den Strom zum Durchschnittspreise von 7·3 h bezahlen sollte, während andererseits die Zentrale mit Verlust arbeitet, wenn sie der Abteilung D den Strom zum Durchschnittspreise verrechnet.

Bei Durchführung der bisherigen Berechnungen wurde eine Reihe minderwichtiger Annahmen stillschweigend übergangen, aber auch ein Moment nicht erwähnt, oder wenigstens nur kurz gestreift, welches auf die Tarifbildung großen Einfluß übt.

Die sogenannte Grundtaxe, bisher als „feste Kosten" bezeichnet, basiert auf einem bestimmten Verhältnisse von Belastungsmaximum und Anschlußwert und setzt daher voraus, daß dieses Verhältnis stets vollkommen konstant bleibt (in gewissen Grenzen ist einer Veränderlichkeit desselben durch Variation des Strompreises mit der Benutzungsdauer des Anschlußwertes Rechnung getragen); sie ist ferner an die Bedingung geknüpft, daß die charakteristische Belastungskurve jedes Anschlusses dauernd in gleichartiger Weise verläuft wie die des Elektrizitätswerkes. Trifft dies nicht zu, dann müßte streng genommen für jeden Konsumenten eine seiner Belastungskurve entsprechende Grundtaxe in Anrechnung kommen, wie aus den folgenden Überlegungen hervorgeht.

Aus dem früher angeführten Beispiel ist ohne weiteres zu ersehen, daß die Grundtaxe zum großen Teile durch den Kapitalsdienst gebildet wird. Die Höhe desselben wird nun ausschließlich durch die Größe der Zentrale

Digitized by Google

bezw. die Leistungsfähigkeit derselben beeinflußt, welche ihrerseits wieder durch das Belastungsmaximum der Anlage bedingt wird. Es entsteht nun hier die Frage, sollen unter Berücksichtigung dieser Umstände nur jene Konsumenten, welche die Zentrale zur Zeit des Belastungsmaximums in Anspruch nehmen, zur Deckung der Kapitalsunkosten herangezogen werden, oder ist es zweckmäßig und gerecht, diese Unkosten zum Teile auch die übrigen Konsumenten tragen zu lassen. Zutreffendenfalls wäre dann noch zu entscheiden, nach welchen Grundsätzen diese Verteilung der Unkosten stattzufinden hat.

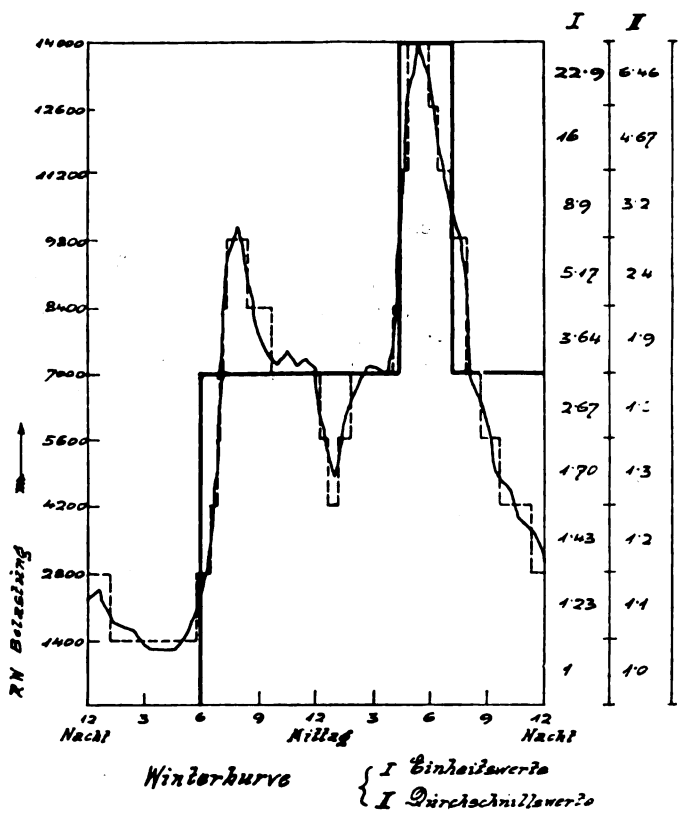


Fig. 2.

Betrachten wir die in Fig. 2 dargestellte Belastungskurve eines Elektrizitätswerkes — sie gilt für den 21. Dezember — so bemerken wir an derselben den außerordentlich starken Anstieg der Belastung in den Abendstunden, was auf das Vorhandensein starker Lichtbelastung schließen läßt. Die Belastungsspitze steigt plötzlich bis zum Maximum an, hält sich nur verhältnismäßig kurze Zeit auf dieser Höhe, um dann fast ebenso unvermittelt wie sie entstanden, zum Minimalwert abzufallen. Wir wollen nun den Verlauf dieser Kurve etwas näher analysieren und verwenden hiezu außer der vertikalen Stundenteilung noch eine zweite horizontale Unterteilung des Maximums in zehn Teile. Wir können dann die unregelmäßige Belastungskurve mit ziemlicher Annäherung durch eine Figur ersetzen, die nur durch vertikale und horizontale Linien begrenzt ist und der rechnerischen Behandlung besser zugänglich wird. Diese Figur zeigt, daß das erste Zehntel der Belastung durch volle 24 Stunden ausgenutzt ist. Innerhalb dieser 24 Stunden muß nun der volle Wert der auf diese Spanne Zeit entfallenden festen Kosten hereingebracht werden, woraus sich als zu vergütender Betrag pro Einheit der Leistung ein Vierundzwanzigstel des vollen Wertes ergibt. Das zweite Zehntel der Leistung wird nur während 19½ Stunden benutzt, muß aber trotzdem den gleichen Vollbetrag der festen Kosten liefern, wodurch der Aufschlag im Verhältnis von $\frac{24}{19{,}5}$ auf $\frac{1}{19{,}5}$ sich erhöht. In gleicher Weise ist die Rechnung für die weiteren Zehntel durchgeführt und das Ergebnis in den Zahlen der neben der Kurve angeschriebenen Tabelle dargestellt, unter der Voraussetzung, daß ein Vierundzwanzigstel als Einheit angenommen gleich 1 gesetzt ist.

Unter Benutzung der vorerrechneten Daten können nun für jede beliebige Belastungshöhe die durchschnittlichen festen Kosten bestimmt werden, indem zum Beispiel für das Belastungsmaximum die sich ergebende Summe 64·6 durch 10 dividiert wird. Die Durchschnittswerte sind gleichfalls in der Tabelle angegeben. Die Rechnung führt nun zu dem interessanten Ergebnis, daß die festen Kosten im vorliegenden Falle für die äußerste Spitze der Maximalbelastung zirka 6½mal so groß sein müssen, als für die Zeitdauer der Minimalbelastung. Eine den praktischen Bedürfnissen durchaus genügende Genauigkeit wird jedoch erreicht, wenn das Belastungsdiagramm durch die stark ausgezogene Figur ersetzt wird. Wir erhalten dann nach dem gleichen Rechnungsverfahren wie früher für die erste Belastungsstufe einen Durchschnittswert gleich 1, für die zweite (maximale Belastung) den Durchschnittswert 3·9. Eine Verrechnung der festen Kosten mit 80% während der Hauptbelastungszeit und mit 20% außerhalb derselben ist nach dieser Entwicklung vollkommen gerechtfertigt. Ist nun das Belastungsdiagramm eines Konsumenten und die Lage desselben zu dem Diagramm der Zentrale bekannt, so kann für jeden Einzelfall die Höhe der Grundtaxe bestimmt werden.

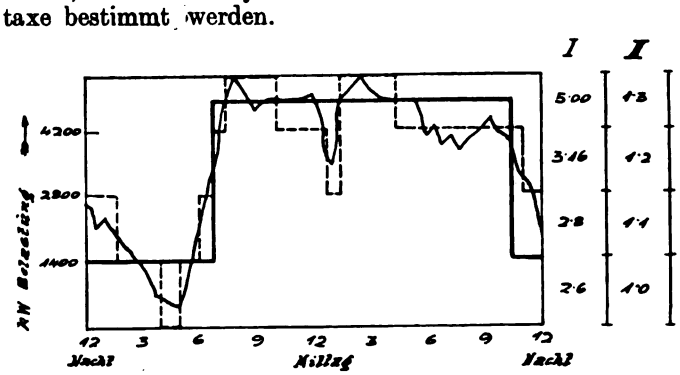


Fig. 3.

Die Festsetzung der Grundtaxe im Ausmaße von 80 bezw. 20% ist nach Maßgabe der Rechnung jedoch nur solange begründet, als die für die Ermittlung der Werte zugrundegelegte Belastungskurve Geltung hat. Nun besitzt aber, wie allgemein bekannt, jedes Elektrizitätswerk eine andere Belastungskurve und selbst bei ein und demselben Werke ist sie täglichen Änderungen unterworfen, weshalb genau genommen auch die Grundtaxe täglich Änderungen erfahren müßte. Praktisch ist dies nicht durchführbar, und wir übergehen daher die große Zahl der Zwischenstufen, es handelt sich uns hier lediglich um ein spezifisches Kriterium, und untersuchen nur noch die sogenannte Sommerkurve (Fig. 3) — gültig für den 13. Juli — welche gegenüber der Winterkurve die größten Abweichungen aufweist.

Nach dem früher verwendeten Rechnungsverfahren müßte jetzt für die Hauptbelastungszeit, welche sich von zirka 7 Uhr früh bis ½11 Uhr abends erstreckt, eine Verrechnung der festen Kosten mit 60%, für die übrige Zeit mit 40% platzgreifen. Aus dem Sommerdiagramm ergibt sich also sowohl eine Verschiebung in der Quotenhöhe als auch in der Zeitdauer, während welcher die einzelnen

Digitized by Google

Werte der Grundtaxe in Anrechnung kommen sollen. Da ferner die im Winter abgegebene Kilowattstundenzahl laut Diagramm Fig. 2 rund 1·7mal so groß ist als die im Sommer abgegebene, die durch die Grundtaxe hereingebrachten Beträge jedoch in beiden Fällen gleich groß sein müssen, so würde daraus eine entsprechende Erhöhung der Grundtaxe und damit der Strompreise im Sommer resultieren.

Es bedarf wohl keiner näheren Erläuterung, daß die Durchführung dieses Prinzips das Gegenteil dessen bedeutet, was man im Stromverkaufsgeschäft als unumstößliches Gesetz betrachtet, nämlich die Herabsetzung der Strompreise in der belastungsarmen Zeit zwecks Steigerung des Stromverbrauchs. Wir kommen hier in Konflikt mit zwei einander entgegenstehenden Forderungen. Der vorhandene Widerspruch, welcher uns auch den Geltungsbereich der angewendeten Rechnungsmethode vor Augen führt, ist jedoch ohne weiteres dadurch erklärt, daß die verwendete Berechnungsart eben lediglich das auf Grund eines bestehenden Tarifs entstandene Diagramm analysiert und uns so einen Einblick in das Gefüge desselben vermittelt, ohne natürlich irgendwelche geschäftspolitische Maßnahmen zu berücksichtigen. Es ist Sache desjenigen, welcher einen Tarif aufstellt, sich darüber zu entscheiden, ob ein gangbarer Mittelweg dadurch gefunden wird, daß als Grundlage bei Bemessung der Grundtaxe der Jahresdurchschnittswert dient, oder ob andere Rücksichten, welche durch die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens diktiert werden, für die Verteilung der festen Kosten maßgebend sein sollen.

Aus allen bisherigen Erörterungen ist jedoch zu ersehen, daß die Umstände, welche auf die Preisbildung der elektrischen Energie einwirken, außerordentlich vielseitig sind und daß, wenn auch bestimmte grundlegende Gesetze im allgemeinen ihre Gültigkeit behalten, im Einzelfalle doch besondere Verhältnisse maßgebenden Einfluß auf die Höhe des Strompreises gewinnen können.

Der Stromtarif stellt nun den Inbegriff aller jener Bestimmungen und Festlegungen dar, nach welchen die Verrechnung der Stromkosten an den Stromabnehmer erfolgt. Es ist nach dem Vorgesagten wohl ohne weiteres anzunehmen, daß nicht unbedeutende Schwierigkeiten bestehen, einen Stromtarif zu bilden, welcher allen zu stellenden Anforderungen gerecht wird. Denn einerseits soll derselbe einfach und leicht verständlich sein, da diese Eigenschaft das Vertrauen des Kunden wesentlich beeinflußt, andererseits aber auch bei weitgehender Anpassungsfähigkeit an die Erzeugungskosten und entsprechender Sicherstellung der Rentabilität des Werkes eine bequeme Variationsmöglichkeit der Strompreise nach der Wertschätzung der elektrischen Energie für verschiedene Verwendungszwecke bieten. Ferner ist die Eigenschaft wertvoll, daß er auf Grund seines ganzen Aufbaues einen Anreiz zur Steigerung des Stromkonsums insbesondere in den Zeiten der schwachen Belastung enthält und alle Bestimmungen vermeidet, welche die Anschlußbewegung hemmen oder eine Verminderung der Stromabnahme zu Zeiten günstiger Verwendungsmöglichkeit herbeiführen.

An den gegenwärtig in Verwendung stehenden Tarifen können wir drei Hauptformen unterscheiden, welche in großen Zügen wie folgt charakterisiert sind:

1. Der Zählertarif, welcher als Grundlage für die Berechnung der Stromkosten den mittels Zähler gemessenen Energieverbrauch benutzt.

2. Der Pauschaltarif. Derselbe bewertet im allgemeinen ohne Rücksicht auf die Benutzungsdauer, also ohne Rücksicht auf den Energieverbrauch lediglich das in Anspruch genommene Belastungsmaximum.

3. Der Gebührentarif. Derselbe steht in der Mitte zwischen Pauschal- und Zählertarif, indem er sowohl das Belastungsmaximum als auch die abgegebene Kilowattstundenzahl zur Preisbildung heranzieht.

Jede dieser Haupttarifformen weist nun eine Unzahl von Varianten auf, deren jede eine größere oder geringere Daseinsberechtigung hat und ihre Entstehung den verschiedensten Umständen verdankt.

Es ist natürlich zwecklos und auch nicht möglich, auf alle Tarifformen einzugehen, weshalb wir uns darauf beschränken, nur die wichtigsten in den Kreis der Erörterung zu ziehen.

Der reine Zählertarif, welcher heute fast vollkommen in den Hintergrund gedrängt ist, in seinen Varianten aber gegenwärtig wohl noch eine der verbreitetsten Tarifformen darstellt, verdankt seine große Beliebtheit in erster Linie der leichten Verständlichkeit. Bei Einführung der elektrischen Beleuchtung war das große Publikum bereits daran gewöhnt die vorhandenen Beleuchtungsmittel, wie Gas oder Petroleum, nach den Einheitsmaßen Kubikmeter bezw. Liter zu bezahlen und fand es daher nur gerecht und selbstverständlich, daß auch das Entgelt für elektrische Energie in gleicher Weise geleistet wurde. Wenn wir aber den reinen Zählertarif an Hand der früher ermittelten Gestehungskosten elektrischer Energie prüfen, so kommen wir zu einer wesentlich anderen Beurteilung desselben. Wir sehen auf den ersten Blick, daß ein Zählertarif mit konstamtem Einheitspreis pro *kWh* den mit wachsender Benutzungsdauer rasch fallenden Gestehungskosten sich nicht im mindesten anpaßt und so eine der Hauptforderungen der Tarifbildung außer acht läßt. Anlagen mit kleiner Benutzungsdauer werden auf Kosten solcher mit höherer Benutzungsdauer begünstigt, da der sich im Mittel ergebende Strompreis für das Werk naturgemäß eine angemessene Rentabilität ergeben muß. Eine gewisse Rücksichtnahme auf Anlagen mit hoher Benutzungsdauer ist allerdings zum Teile darin zu erblicken, daß die elektrische Energie für motorische Zwecke zu einem niedrigeren Preis berechnet wird als für Lichtzwecke, wobei wohl auch die Annahme mitspricht, daß Motorstrom überwiegend während der hellen Tageszeit gebraucht wird. An sich ist, wie bereits früher erwähnt, eine Variation des Strompreises nach dem Verwendungszweck unbegründet und wir finden daher häufig, daß Beleuchtungsanschlüsse mit hoher Benutzungsdauer, wie Treppen-, Bahnhof- und Straßenbeleuchtung usw. Strompreise erhalten, die noch unter dem Motorstrompreise liegen, während Motoranlagen, deren Benutzungszeit und Benutzungsdauer sich nicht übersehen läßt, wie Ventilator- und Aufzugsmotoren sowie Motoren für Spielwerke usw., den Lichtstrompreis bezahlen.

Im allgemeinen sind die Strompreise für Licht mit 40 bis 70 h, für Kraft mit 15 bis 40 h festgesetzt, wobei die untere Grenze in beiden Fällen fast ausschließlich für Wasserkraftanlagen Geltung hat.

Ein niedriger einheitlicher Kilowattstundenpreis mag in kleinen Ortschaften mit einer Bevölkerung von tunlichst gleichartigen Lebensgewohnheiten namentlich dann, wenn die Konkurrenz des Gases fehlt, ganz günstige Resultate erzielen. Seine Verwendung wird aber durch das Entstehen der großen Überlandzentralen auch für kleinere Ortschaften kaum mehr möglich sein, da der Überlandzentralenbetrieb im Interesse der Einfachheit und Übersichtlichkeit möglichst gleichartige Verträge verlangt und

Digitized by Google

diese auf einem konstanten Kilowattstundenpreis heute nicht mehr aufgebaut werden können.

Die Bestrebungen, den Zählertarif so zu verbessern, daß derselbe sich den Erzeugungskosten günstig anpaßt, gehen nach zwei Richtungen:

1. wird ein stetig steigender Rabatt mit zunehmender Benutzungsdauer der Anlage gegeben (Benutzungsdauerrabatt);

2. wird durch den Doppeltarif zu verschiedenen Tageszeiten ein verschieden hoher Strompreis berechnet.

Die praktische Ausbildung des Benutzungsdauerrabattes ist auf verschiedene Art und Weise möglich. Eine häufig verwendete Form bildet die durch nachfolgenden Staffeltarif gegebene:

Auf den Grundpreis von 60 h bezw. 20 h wird nach der erreichten Benutzungsdauer pro Jahr folgender Rabatt gewährt:

Licht:

Bis 900	Stunden	0%
250 bis 500	„	5%
500 „ 1000	„	10%
1000 „ 1500	„	15%
1500 „ 2000	„	20%
2000 „ 2500	„	25%
über 2500	„	35%

Kraft:

Bis 250	Stunden	0%
900 bis 1500	„	10%
1500 „ 2100	„	20%
2100 „ 2700	„	30%
2700 „ 3200	„	40%
über 3200	„	45%

Der Rabatt versteht sich für die gesamte verbrauchte Energie bei Erreichung der angegebenen Benutzungsdauer. Als Grundlage für die Bestimmung der Benutzungsdauer kann nun entweder die installierte Leistung oder das auf irgendeine Weise gemessene Belastungsmaximum und schließlich ein anderer Einheitswert benutzt werden, der auf Grund eines besonderen Übereinkommens festgesetzt wird.

Die Berechnung des Strompreises auf der Basis des Höchstverbrauches hat jedenfalls den prinzipiellen Vorteil, daß sie die Installation von Stromverbrauchern nach keiner Richtung behindert und überdies die ständige Kontrolle der installierten Leistung beseitigt.

Für Großabnehmer tritt der Benutzungsdauerrabatt meist in der Form auf, daß auf Grund spezieller Abmachungen der Preis pro *kWh* für einen bestimmten Gesamtverbrauch festgesetzt wird.

Hiebei wird außerdem das zulässige Belastungsmaximum entweder direkt genannt, oder es ist nach Lage der bestehenden Betriebsverhältnisse stillschweigend als bekannt angenommen.

Der Vorteil des Benutzungsdauerrabattes wie hier geschildert, liegt in der früher erwähnten möglichsten Anpassung an die Gestehungskosten, doch hat er andererseits eine sofort erkennbare Schwäche. Er wird seine Aufgabe nur dann vollkommen erfüllen, wenn er möglichst viel Staffel besitzt und dies macht ihn dann wieder kompliziert und schwierig zu handhaben. Trotzdem ist diese Tarifform heute noch eine der verbreitetsten.

Dem Nachteil der unstetigen Strompreisänderung hilft ein in besonderer Art mit nur zwei Staffeln gebildeter Tarif ab. Die erste Staffel mit dem höheren Strompreis behält ihre Gültigkeit bis zu einer gewissen jährlichen Benutzungsdauer, von welcher ab der niedrigere Strompreis der zweiten Staffel in Wirksamkeit tritt. Es ergibt sich dann für die gesamten Kosten ein Kurvenverlauf nach Fig. 4, während der Preis pro *kWh* sich in einer Kurve ausbildet, die sich in außerordentlich guter Weise den Erzeugungskosten anpaßt. In gewisser Hinsicht könnte dieser Tarif eigentlich auch dem noch später zu beschreibenden Gebührentarif zugezählt werden, da er bei der Strompreisberechnung von einer gewissen Grundtaxe ausgeht, die er jedoch im Verlauf einer gewissen Betriebsstundenzahl hereinbringt. Als Beispiel hiefür diene der sogenannte Tarif 40 + 4 der oberschlesischen Elektrizitätswerke. In kurzen Worten ist derselbe dadurch gekennzeichnet, daß die Kilowattstunde bis zu 500 Benutzungsstunden des Höchstverbrauches mit je 40 Pfg. berechnet wird, über 500 Benutzungsstunden mit 4 Pfg. Dieser Tarif macht keinen Unterschied zwischen Licht- und Kraftstrom, nur

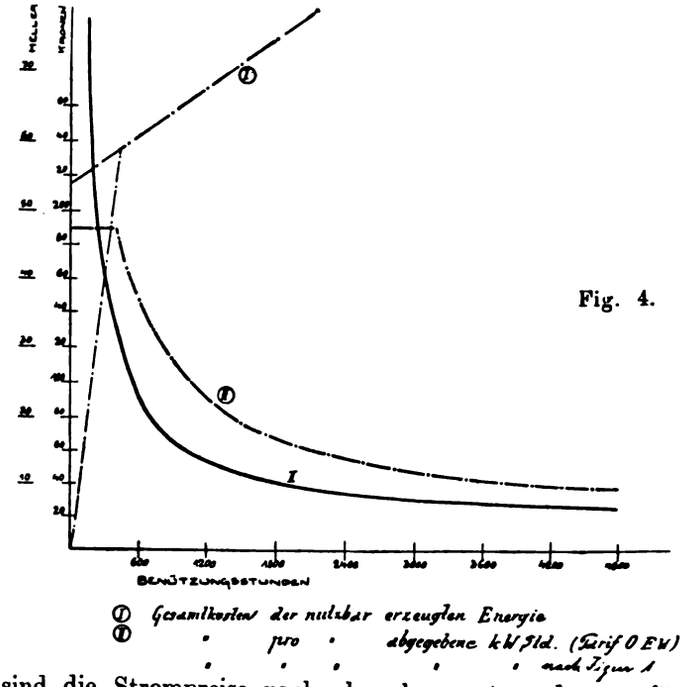


Fig. 4.

I Gesamtkosten der nutzbar erzeugten Energie
II „ „ pro „ abgegebene kWStd. (Tarif OEW)
„ „ „ „ „ nach Figur 1

sind die Strompreise nach oben begrenzt, und zwar für Licht mit 40 Pfg., für Kraft mit 20 Pfg. pro *kWh*. Außerdem wird noch ein Umsatzrabatt gewährt, welcher staffelweise ansteigt und bei Stromrechnungen von über Mk. 30.000 den Höchstwert von 40% erreicht. Dabei gelten aber die Rabattsätze nicht für die ganze zu bezahlende Summe, sondern haben nur in jenem Staffelbereich Geltung, für welchen sie angegeben sind.

Bei dieser Gelegenheit soll kurz die Berechtigung des Umsatzrabattes gestreift werden. Solange derselbe nur eine Prämie für erzielten größeren Umsatz darstellt, ist er entschieden zu verwerfen, denn wesentlich für die Preisbestimmung ist wie bekannt nicht die Höhe des Stromverbrauches, sondern die Art und Weise, unter welcher derselbe erreicht wird. Der reine Umsatzrabatt ist nur insoweit gerechtfertigt, als dem Elektrizitätswerk durch einen größeren Abnehmer eine Reihe von Leistungen dadurch erspart werden, daß zum Beispiel Herstellung von Verteilungsnetzen und Hausanschlüssen, das Ablesen der Zähler, Ausstellen der Rechnungen usw. nur in geringerem Umfange notwendig wird, als beim Vorhandensein einer Reihe kleinerer Stromabnehmer. Wenn ein Umsatzrabatt in vielen Fällen gewährt wird und dem größeren Abnehmer als dem wirtschaftlich stärkeren nicht wird verweigert werden können, so ist Vorsicht und genaue Kalkulation bei Gewährung desselben unbedingt am Platze.

(Schluß folgt.)

Digitized by Google

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Über den Dampfkesselbetrieb in Kraftwerken*). S. W. Jackson. Ein wichtiger Umstand beim Dampfkesselbetriebe in Kraftwerken ist eine hohe Elastizität der verwendeten Kessel im Hinblicke auf die starken Schwankungen in der Belastung der Kraftwerke. Nach den bisherigen Erfahrungen zeigt die Wasserröhren-Kesseltype am meisten die geforderte hohe Elastizität. Überdies hat diese Kesseltype auch schon infolge ihrer raschen Betriebsbereitschaft (zirka 30 Minuten vom Zeitpunkte des Anheizens) gegenüber den anderen Großwasserraum-Kesseltypen den Vorzug. Vorteilhaft sowohl hinsichtlich seiner Betriebselastizität, als auch hinsichtlich der Raschheit seiner Betriebsbereitschaft, hat sich auch der Kessel mit vertikalen oder schwach zur Vertikallinie geneigten Rohren (Steilrohrkessel) erwiesen, obwohl bei der Herstellung dieser Kessel, insbesondere bei der Eindichtung der Rohre in die Kesselwände so manche praktischen Schwierigkeiten zu überwinden waren.

Überhitzer werden nach den Anschauungen und Erfahrungen der letzten Jahre mit kleinerer Überhitzerfläche gebaut, jedoch in eine heißere Zone des Feuerungsraumes verlegt. Bei den älteren Überhitzern, welche von dem Feuerraume ziemlich entfernt und in der Nähe der Rauchkanäle gelegen waren, wurde die Überhitzertemperatur durch die Menge der heißen Rauchgase geregelt, welche mittels einer von außen verstellbaren Drosselklappe in entsprechender Menge zugeführt bezw. abgeführt wurden. Bei den modernen Überhitzern werden Drosselklappen zur Regelung der Überhitzertemperatur überhaupt nicht verwendet. Die Temperatur wird durch Zufuhr einer entsprechend geringeren Menge von Dampf geregelt, wobei dieselbe nur so hoch gesteigert wird, daß weder eine äußere noch eine innere Korrosion der Überhitzerrohre platzgreifen kann. In der Regel wird der moderne Überhitzer zwischen den Hauptverdampfungsrohren im ersten Feuerzug angeordnet. Einer der Übelstände dieser Anordnung ist der Umstand, daß die Überhitzerrohre sich leicht verrußen, insbesondere dann, wenn minderwertiges Brennmaterial verfeuert wird. Dieser Nachteil kommt bei der älteren Anordnung der Überhitzer, die anschließend an den ersten Feuerzug und außerhalb der Wasserrohre gelegen sind, zwar in Wegfall, dafür muß aber der Überhitzer wieder mit größerer Überhitzerfläche eingebaut werden, um die erforderlichen Überhitzungstemperaturen zu erzielen. Seit einigen Jahren werden diese letzteren immer mehr und mehr gesteigert und es ist zu erwarten, daß für die Dampfturbinen in der nächsten Zeit Überhitzungen zwischen 380° bis 500° C üblich sein werden. Für diese hohen Temperaturen sind die bisherigen Überhitzerkonstruktionen nicht recht geeignet. Überhitzer mit nach abwärts gebogenen U-förmigen Überhitzerrohren gestatten zwar die Verwendung höherer Temperaturen, lassen sich aber nicht leicht entwässern und sind aus diesem Grunde leicht Korrosionen ausgesetzt. Eine zweckentsprechende Anordnung, für solche höhere Temperaturen ist jene zum Beispiel bei Steilrohrkesseln, bei welcher ein Oberbehälter, der aus einem der Oberkessel den Dampf erhält, mit einem im Feuerraum liegenden Unterbehälter durch Überhitzerrohre nach Art der Steilrohre verbunden ist. Eine Frage von großer Wichtigkeit, der beim Kesselbetriebe Beobachtung geschenkt werden muß, ist das Mitreißen von Wasser bei der Dampfbildung und die Korrosion der Dampfräume im Kessel. Letztere kann zum Teil hintangehalten werden durch einen Anstrich der inneren Wände mit asphalthaltigen bezw. bituminösen Farben.

Der Feuerraum des Kessels soll möglichst groß sein und an allen Stellen desselben soll eine möglichst gleichmäßig hohe Temperatur erhalten werden. Dies wird bei den modernen Wasserrohrkesseln durch Ausfütterung des Feuerraumes mit feuerfestem Material erzielt. Die hohen Temperaturen im Feuerraume gewährleisten auch eine tunlichst rauchlose Verbrennung. Lufteintritt durch das Mauerwerk in den Feuerraum an unrichtiger Stelle soll tunlichst hintangehalten werden und ist insbesondere bei Anwendung künstlicher Luftzuführung schädlich. Die Bildung einer vollkommenen Verbrennung im Feuerraume soll womöglich mit einem CO_2-Indikator überwacht werden. Auch die Verbrennungsrückstände, Asche, Schlacke usw. sollen stets auf eine möglichst vollkommene Verbrennung des Brennmateriales hin untersucht werden.

Als Rostkonstruktionen kommen heute für große Kessel in Kraftwerken zumeist Ketten- oder Wanderroste und Unterschubfeuerungsroste in Betracht. Ein besonderer Vorteil der Ketten- oder Wanderroste ist die mehr oder weniger selbsttätige Abführung der Asche. Vom wirtschaftlichen Standpunkte ist überhaupt sowohl eine selbsttätige Kohlenzuführung als auch eine selbsttätige Aschenabfuhr bei großen Kraftwerken erforderlich. Gute Erfolge wurden neuestens mit einer Ascheabsaugungsanlage durch Exhaustoren erzielt, die elektrisch betrieben werden.

*) Siehe auch „E. u. M.“. 1914, Heft 5, Seite 103.

Eine wichtige Frage für den Kesselbetrieb in Zentralen ist die Behandlung des Speisewassers. Diese Behandlung richtet sich je nach der Qualität des Speisewassers und können hiefür feste Regeln nicht aufgestellt werden. Falls der Analyse nach ein hartes Wasser vorhanden ist, ist die Behandlung mit Soda und Kalk in entsprechendem Maße zur Weichmachung des Wassers stets am Platze. Die im Handel vorkommenden Kesselsteinkompositionen sind mit Vorsicht zu gebrauchen.

Kesselkorrosionen bilden einen großen Übelstand beim Kesselbetriebe und die Frage, wie denselben wirksam beizukommen sei, ist noch keineswegs gelöst. Eine der Hauptursachen dieser Korrosionen sind die in dem Blech- und Rohrmaterial enthaltenen Verunreinigungen. Anstriche im Innern der Rohre vermindern wohl die Korrosionsmöglichkeit der Rohre, vermindern aber andererseits auch deren Wärmetransmissionsfähigkeit. Es wurden auch verschiedene elektrische Verfahren zur Hintanhaltung der Korrosionen in Vorschlag gebracht. Einzelne von diesen Verfahren dürften erfolgreich sein; sie müssen jedoch mit großer Vorsicht angewendet werden. (Journ. Inst. El. Eng. vom 1. 4. 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Praktische Erfahrungen mit Kondensatoren als Überspannungsschutz. W. Prehm berichtet über Erfahrungen an einer Anlage von 60 000 *V*, eine 120 *km* lange Ringleitung mit fünf Unterstationen; an diese schließt sich das 1450 *km* lange 15 000 *V*-Netz an, das 770 Transformatorenstationen, davon 421 gemauerte Stationen, umfaßt. In den genannten Unterstationen sind als Überspannungsschutz für die 60 000 *V*-Leitung Kondensatoren (2 × 12 Elemente in Serie) aufgestellt. In jede abgehende 15 000 *V*-Leitung sind 12 Elemente pro Phase eingebaut. Mit den Kondensatoren sind Drosselspulen von $2{\cdot}51 \times 10^{-4}$ Henry kombiniert, und zwar vier in Reihe für die hohe, zwei für die niedere Spannung. Die Kapazität schwankt zwischen 0·02 und 0·03 Mf. Die Anlagekosten haben rund K 288 000 ausgemacht.

Es haben sich beim Betrieb Defekte in den Kondensatorelementen gezeigt, indem die Porzellanköpfe platzten, die Ausgußmasse herausprang, der innere Glaszylinder zerbrach und die Sicherungen durchgingen. Es wurden dann neue Elemente 4 × 8 pro Phase aufgestellt; nach einem halben Jahr traten aber die gleichen Betriebsstörungen ein. Der Ersatz der gebrochenen Elemente hat pro Jahr K 48 000 gekostet. Dazu kommen noch die Kosten für die zerstörten 127 *V*-Transformatoren. Die Erfahrung hat gezeigt, daß jene Transformatoren, welche sehr gut isoliert waren, insbesondere an den Empfangsspulen, vollkommen intakt blieben. Die vorhandenen Schutzvorrichtungen waren also nicht imstande, die Wellenstirn abzuflachen, was aber für die gut isolierten Transformatoren unschädlich war. Der Autor empfiehlt also, überhaupt keinen Überspannungsschutz anzuwenden, sondern die hiefür ausgesetzten Kosten für bessere Isolation der Transformatoren, insbesondere an den Eingangsspulen zu verwenden; die Eingangsspulen des Transformators wirken selbst als Drosseln und sorgen für eine Abflachung bezw. Reflexion der Wellen, ohne dabei Schaden zu nehmen.
(E. T. Z. Heft 15, 1914.).

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Isolationsmesser für Wechselstrom. Um in Wechselstromnetzen Isolationsmessungen mit der Betriebsspannung vorzunehmen, hat die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft einen Isolationsmesser ausgeführt, der in einem Apparat einen Transformator und ein Elektrodynamometer enthält. Die primäre Wicklung *A* des Transformators liegt am Netz (Fig. 1). Der Transformator hat zwei Sekundäre; die eine *B* ist an die feststehende Spule unmittelbar angelegt, die zweite *C* liegt über der beweglichen Spule an zwei Klemmen, an welche bei der Messung die zu prüfende Leitung bezw. die Wasserleitung angeschlossen werden. Da primäre und sekundäre Windungszahlen gleich sind, herrscht zwischen den Klemmen die Betriebsspannung. Der Zeiger der beweglichen Spule spielt auf einer Skala ein, welche direkt in Megohm geeicht sein kann. Schließt man die beiden Klemmen kurz, so mißt das Instrument die Netzspannung, die man an einer zweiten Skala ablesen kann.

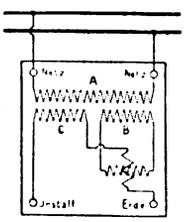


Fig. 1.

Oszillographische Aufnahme der Entladeströme induktiv gekuppelter Stromkreise. G. Vallauri. Der Einfluß des Kupplungsgrades auf die Entladung von Kondensatoren wird an Hand von Oszillogrammen untersucht; die Ladung und Entladung erfolgte mit Hilfe eines rotierenden Unterbrechers, welcher den Kondensator abwechselnd mit einer Batterie und der Primärwicklung der Induktionsspule in Verbindung brachte.

Digitized by Google

Der Lade- und Entladekreis ist zur Vermeidung von Kurzschlüssen durch eine kurze Isolationsschichte getrennt; in der Mittelstellung bleibt der Kondensator daher isoliert. Der Oszillograph zur Aufnahme der Schwingungen in den beiden Kreisen *I* und *II* ist in der in der Figur 2 angedeuteten Weise an diese Kreise angeschlossen. Behufs direkter Ablesung der Entladedauer entspricht dem synchronen Lauf des Motors des Oszillographen bei 42 ∼ eine bestimmte Länge des Oszillogramms. Die Frequenz der Schwingungen in beiden induktiv gekuppelten Schwingungskreisen ändert sich periodisch und kann aus den Beziehungen

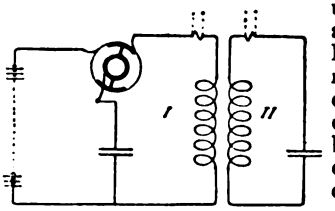


Fig. 2.

$$n_1 = \frac{n}{\sqrt{1-k}} \text{ und } n_2 = \frac{n}{\sqrt{1+k}} \text{ ermittelt werden, wenn}$$

$$n = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

die natürliche Frequenz des abgestimmten Schwingungskreises und k den Kupplungsfaktor bezeichnet. Es entstehen sonach in beiden Spulenwicklungen Schwingungen mit verschiedenen Periodenzahlen, welche Stöße bei dem Entladungsvorgang bezw. ein Hin- und Herschwingen der freien Energie hervorrufen, die sich um so langsamer wiederholen, je kleiner der Kupplungsfaktor k ist. Der Verlauf der Oszillogramme zeigt demnach bei fester Kupplung ($k = 1$) eine merkliche Verschiedenheit der Dämpfung in beiden Stromkreisen, wobei der Schwingungszahl n_2 eine geringere Dämpfung und Frequenz entspricht, indem die Periodenzahl sich dem Werte $n_2 = \frac{n}{\sqrt{2}}$ ($n_1 \cong n$) nähert. Überdies zeigen die beiden Oszillogramme eine Phasenverschiebung von nahezu 90° in beiden Wicklungen. Die Amplituden der Stromkurven J_1 und J_2 verhalten sich daher entsprechend dem Verhältnis $\frac{n_1}{n_2}$ wie 3 : 1. (L'Elletrotecnica Nr. 2, 1914.)

Stromverteilung.

Einfluß der Schaltung von Drehstromtransformatoren auf die Hochspannungskraftübertragung. A. Blondel verweist auf die Gefahr der Überspannungen infolge unrichtiger Schaltungen durch Auftreten der dritten Harmonischen*) und schlägt zum Schutz der Kraftübertragungen folgende Mittel vor:

1. Die gegenwärtig häufig gebrauchte amerikanische Schaltung, bestehend in der Anwendung von Transformatoren an den Erzeugungs- und Verbrauchsstellen, mit Niederspannungsstromkreisen in Dreieck- und Hochspannungsstromkreisen in Sternschaltung. Die Niederspannungsstromkreise, in denen der Kraftlinienfluß der dritten Harmonischen (oder ein Vielfaches derselben) übereinstimmende EMKe erzeugt, wirken auf diesen Kraftlinienfluß dämpfend ein.

2. Die Anwendung eines isolierten Ausgleichsleiters, welcher die neutralen Hochspannungswicklungen der Transformatoren der Erzeugungs- und Verbrauchsstellen verbindet. Dieser Ausgleichsleiter macht den Kraftlinienfluß der drei Eisenkerne des Transformators unabhängig und ermöglicht ihren sinusförmigen Verlauf. Er vollführt auch einen Kurzschluß der EMKe der dritten Harmonischen, hat daher den Vorteil des Erdens an der Erzeuger- und Verbrauchsstelle, ohne dessen Nachteile. Sorgt man dafür, daß der Generator nur sehr schwache dritte Harmonische besitzt, so sind die Ströme der dritten Harmonischen so gering, daß nur ein Rückleiter von viel kleinerem Querschnitt als ein Phasenleiter erforderlich wird. Dieser Rückleiter kann entweder in die Achse des Drehstromkabels verlegt werden oder als kupferne Armatur das Kabel umgeben, wobei die Eisenarmatur über der kupfernen liegt. Die Selbstinduktion des Kabels gegenüber der dritten Harmonischen ist verringert und durch die Eisenarmatur nicht beeinflußt.

(Revue Electrique, 6. 3. 1914.)

Elektrische Beleuchtung.

Anordnung zur Vermeidung der Absorption des Lichtes in Quecksilberdampflampen. F. P. Kerschbaum. Bei zunehmender Belastung der Quecksilberdampflampe wird die Dicke der leuchtenden Dampfschichte immer geringer und es entsteht ein leuchtender Faden, der von der schwächer strahlenden Dampfhülle umgeben ist. Zur Vermeidung der Absorption des vom Quecksilberfaden ausgestrahlten Lichtes in der Quecksilberdampfhülle ist daher die Dicke und Temperatur dieser Gashülle möglichst zu verringern und der leuchtende Quecksilberfaden möglichst nahe an die Gefäßwand zu bringen. Die in Fig. 3 dargestellte Versuchsanordnung besteht zu diesem Zwecke aus einem um seine Achse bei m drehbaren Messingblock b mit einer Höhlung in welcher zwei Glasrohre r eingeschmolzen sind. Diese Rohre dienen zur Aufnahme des Kühlwassers bei w und umgeben das vertikale Quarzglasrohr l, welches mittels der Gummistöpsel d gegen die Kühlrohre abgedichtet ist und verschoben werden kann. Die obere Anode der Quarzglaslampe bildet eine Kohlenelektrode c, die untere Kathode das Quecksilber. In dem Messingblock ist eine Schraube m angeordnet, deren Verlängerung von dem Elektromagneten e gebildet wird, welche den Quecksilberfaden durch ein senkrechtes Feld nach außen ablenken und mit der Lampe in Reihe geschaltet sind. Die Ablenkung erfolgt in der Richtung der Bohrung f des Messingblocks, die durch eine Quarzplatte abgedeckt werden kann. Das Anlassen der Lampe erfolgt durch Kippen in die horizontale Stellung. Durch Anordnung mehrerer Magnetpaare kann die Ablenkung des Quecksilberfadens in einem rotierenden Sinne erfolgen. Das Spektrum dieser Lampe zeigt ein ausgeprägtes Maximum im Ultraviolett, bei

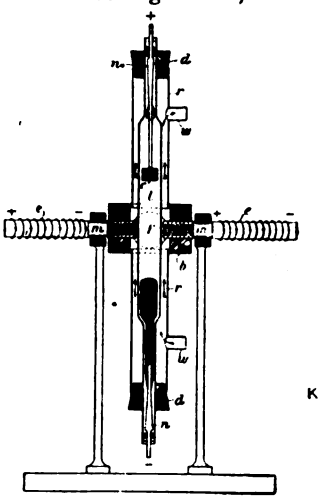


Fig. 3.

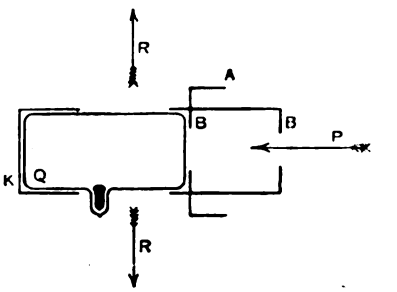


Fig. 4.

$$\lambda = 2540 \text{ A. E. (Angström-Einheiten).}$$

Ein anderes Prinzip zur Vermeidung der Absorption bildet die von Wood beobachtete „Resonanzstrahlung". Dieselbe entsteht durch Belichtung einer Quarzlampe (Absorptionsgefäß) von einer gewöhnlichen Quecksilberdampflampe, wodurch Resonanzschwingungen im Lichtbogen der Quarzlampe hervorgerufen werden. Diese Erscheinung wird damit erklärt, daß das mit der gleichen Schwingungszahl ($\lambda = 2536$) auffallende Licht der bestrahlenden Quecksilberdampflampe den Dampf der Quarzlampe in Resonanzschwingungen versetzt, so daß derselbe eine selbständige Lichtquelle von gleicher Schwingungszahl bildet. Eine solche „Resonanzlampe" besteht, wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, aus einem evakuierten Quarzbehälter Q mit einem Hg-Tropfen, welcher einerseits von einer schwarzen Hülse K abgedeckt ist, während das Licht der erregenden Quecksilberlampe bei P in den Kreisschirm B eintritt, so daß die Resonanzstrahlen nur bei R austreten können. Das erzeugte monochromatische Licht kann vorteilhaft zur Sterilisierung von Wasser verwendet werden. (The Electr. 3. 4. 1914.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Elektrische Kraftübertragung auf Dieselmotorschiffen. A. Rassmusen zeigt, daß bei der Regelung von Spills Reihenmotoren anzuwenden sind, die mit konstantem Strom gespeist werden. Die Magnetwicklung wird in Gruppen unterteilt, auf Anschlußpunkte an eine Kontaktbahn geführt, auf welcher zwei Kontakte gleiten, die sich in entgegengesetzter Richtung bewegen. In der Nullstellung a (Fig. 5) steht der Motor still, Stellung b ist für das Aufwinden, Stellung c für das Herablassen bestimmt. Es kann auch die Feldwicklung am Widerstand parallel geschaltet und in Stufen unterteilt sein, über die die beiden Kontakte gleiten. Für nicht zu große Stromstärken kann die Regelung auch durch Bürstenverschiebung am Motoranker erfolgen.

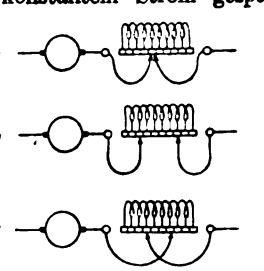


Fig. 5.

*) Vergl. E. u. M. 1914, Heft 22, Seite 470.

Digitized by Google

Auf dem Dieselmotorschiff „Selandia" für Spills mit 338 *kW*, wobei die elektrische Installation 92 *kW* verbraucht, wäre also eine Dynamo für 100 *kW* und 225 *A* konstantem Strom und eine gewöhnliche Dynamo von 50 *kW*, 110 *V* für die Beleuchtung mit jedem der beiden Hilfsdieselmotoren zu kuppeln, jede der 100 *kW*-Dynamo für konstanten Strom entweder für alle Spills in Reihe oder für eine Gruppe von zwei Spills auf der vorderen oder hinteren Hälfte des Decks. Die Spannung bei der Dynamo ist von 0 bis 440 *V* veränderlich zu machen, das ist die Spannung aller Motoren in Reihe. Bei einem etwaigen Kurzschluß wird die Maschine spannungslos. Die Motoren sind für 225 *A* konstanten Strom und 100 bis 150 *V* zu bauen. In den Feldwiderständen werden 500 bis 1000 *W* verzehrt. Bei 20 Kontakten herrscht 0·2 *V* Spannung zwischen zwei Kontakten. (E. T. Z. Heft 17, 1914.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Die Üeretscherbahn. W. Gyáros beschreibt die von der Firma Ganz, Budapest, durchgeführte Elektrifizierung der Üeretscherbahn von Bozen über Kaltern nach St. Anton, an welche sich die Drahtseilbahn auf die Mendel anschließt. Die Strecke ist 17·5 *km* lang und weist Steigungen bis 62‰ auf. Es sollen Personenzüge von 52 und Güterzüge von 80 *t* mit 20 bis 45 *km* pro Std. gezogen werden.

Die Adhäsionsstrecke der Mendelbahn von Kaltern wird bereits mit Gleichstrom von 650 *V* betrieben. Für den ganzen Betrieb hat man sich für Hochspannungsgleichstrom von 1200 *V* Fahrdrahtspannung entschlossen, der aus dem 10 000 *V* Drehstrom von 46 ∼ der Etschwerke entnommen und in vier Umformerwerken gleichgerichtet wird. Jedes Umformerwerk hat im Keller zwei Öltransformatoren für 10 000/500 *V*, 220 *kVA* aufgestellt, von denen aus die 500 *V* Drehstromleitungen zu einer Schalttafel im Untergeschoß führen. Von dort sind die Verbindungen zu den zwei Umformern geführt, jeder bestehend aus einem Asynchronmotor mit einer Wendepolmaschine für 140 *kW*, 1200 *V* Gleichstrom bei 900 minutlichen Touren. Parallel dazu liegt eine Batterie für 577 Zellen bei 259 *Ah* Entladungskapazität; zur Aufladung beider dient ein Piranisatz für 260 *A*, 120 *V* bei 1340 Touren.

Die Leitung besteht aus hartgezogenem Profilkupferdraht für 80 mm^2, der an Querarmen auf Holzmasten befestigt ist. Nur in der Station Bozen wurde die Kettenlinienaufhängung nach Fischer und Jellinek*) durchgeführt. Speiseleitungen aus Weichkupfer von 50 mm^2 sind auf den gleichen Masten verlegt.

Die Triebwagen sind zweiachsige Lenkwagen von 17·5 *t* Leergewicht, 9·5 *m* Länge, die durch zwei Wendepolmotoren für je 85 *PS* Einstundenleistung in 1:4·5 Übersetzung angetrieben werden. Sie werden durch Schütze gesteuert, die ebenso wie die Fahrtwenderwalze, von einem Meisterschalter aus betätigt werden. Letzterer beherrscht einen Hilfsstrom von 100 *V* und besteht aus einer größeren Walze mit vier Reihen- und fünf Parallelstufen sowie einer Walze für die Fahrtwendung; erstere wird durch Vermittlung eines Klinkwerkes von einem Hebel verstellt. Elektrische Bremsung ist nicht vorgesehen. Vor dem Meisterschalter ist ein Steckkontakt, durch den der Hilfsstrom ausgeschaltet werden kann. Zur Erzeugung des Hilfsstromes sind zwei Einankerumformer je für 500 *W* bei 100 *V* sekundär vorhanden, die primär in Reihe an 1200 *V* gelegt sind. Zur Beleuchtung dienen zehn Lampen zu 120 *V* in Reihe. Zur Heizung die Heizkörper der Elektra, Bregenz, je drei zu 600 *W* in Reihe. Die Bremsung erfolgt durch Luftsaugebremsen, wobei die Luftpumpe durch einen Hochspannungsreihenschlußmotor angetrieben wird. (E. K. B. Heft 11, 1914.)

Erhöhung der Fahrdrahtspannung bei der New York, New Haven & Hartford-Vorortebahn. W. Arthur. Der zunehmende Verkehr und die wachsende Ausdehnung dieser ältesten, mit Wechselstrom von 11 000 *V*, 25 ∼, betriebenen Vorortebahn, machte die Verdopplung der Fahrdrahtspannung notwendig. Gegenwärtig sind bereits 550 *km* Schienenlänge im Betriebe und 360 *km* im Bau begriffen; die einfache Betriebslänge aller Strecken beträgt 98 *km* (darunter 55 *km* vier- und 16 *km* sechsgeleisig). Neben den bereits nach dreijährigem Betriebe (1909) sich als notwendig ergebenden Änderungen am Fahrdraht und an den Lokomotiven, traten noch Störungen durch Induktion in den benachbarten Schwachstromleitungen, trotz der Einschaltung von Kompensationstransformatoren auf**). Man schaltete daher, unter Erhöhung der Spannung auf 22 000 *V*, Spartransformatoren in die Fahrleitung ein, deren Mittelpunkt an den Schienen geerdet war, während ein Ende mit der Speiseleitung, das andere mit dem Fahrdraht verbunden war. Die Transformatoren waren in bestimmten Abständen längs der Leitung an den Enden der Sektionen angeordnet, so daß jeder Zug den Strom aus zwei Leiterabschnitten erhielt, deren entgegengesetzte induktive Wirkung die elektromagnetische Induktion in den Telegraphenleitungen aufhob; desgleichen werden die elektrostatischen Wirkungen in der Leitung, welche durch Potentialdifferenzen zwischen zwei Leitern entstehen, dadurch zum Teile neutralisiert. Das nunmehrige Schaltschema der Fahrleitung und Speiseleitung ist in Fig. 6 dargestellt. Die voll ausgezogenen Pfeile

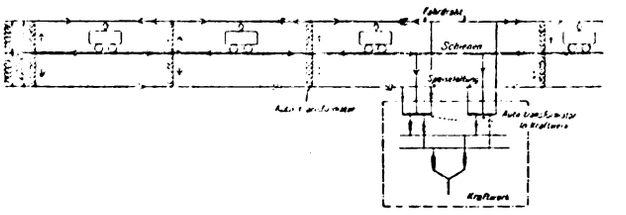


Fig. 6.

zeigen den Stromverlauf nach der bisherigen, die gestrichelten nach der neuen (22 000 *V*-)Schaltung. Es ist in Hinkunft möglich, die Spannung unter Änderung des Übersetzungsverhältnisses auf 55 000 *V* zu erhöhen; allerdings ist dann eine Auswechslung aller Isolatoren erforderlich. (The Electr., 1. 5. 1914.)

*) Siehe E. u. M. Patente, 1912, Seite 469.

**) Vergl. E. u. M. 1909, Seite 45.

Telegraphie und Telephonie.

Stufenrelais für Bildtelegraphie. Professor Dr. A. Korn beschreibt in einem den gegenwärtigen Stand der Bildtelegraphie darlegenden Vortrag ein neues Stufenrelais zur Verstärkung der in der Empfangsstation ankommenden Ströme bei der Selenmethode. Der Zeiger des Empfangsgalvanometers ist mit einem Arm *15* verbunden (Fig. 7), der mit Ansätzen *16, 17* unter den Kontakten *13, 14* und über den kollektorartigen Kontakten *18* bis *20* und *21* bis *23* hinweggeht (in Wirklichkeit sind beiderseits zehn Kontakte vorhanden). Die Kontakte beider Seiten sind, wie dargestellt, miteinander über die Funkenstrecken *3, 4, 5 ... 10* verbunden. Die Ansätze *16, 17* sind an einen Tesla-Transformator *1* mit Kondensator *2* angeschlossen. Steht der Zeiger des Empfangsinstrumentes, der Stärke des jeweiligen Bildstromes entsprechend, zum Beispiel über den Kontakten *19, 22*, so werden Fünkchen dort und bei *4* überspringen und dadurch der Starkstromquelle *12* einen Weg bahnen, die sich in dem Lichtbogen *4* über den Empfangsapparat *7* entlädt. Die Drosseln *9, 10, 11 ...* verhindern das Eindringen der Teslaströme in die Stromquelle. Je nach der Stärke des Bildstromes wird nun die eine oder andere der Funkenstrecken *3, 4, 5 ...*, das heißt der Stufen, gezündet und dadurch ein Wechselstromlichtbogen hergestellt, über den sich ein Gleichstrom lagert. Die Empfangsinstrumente *6, 7, 8 ...* sind

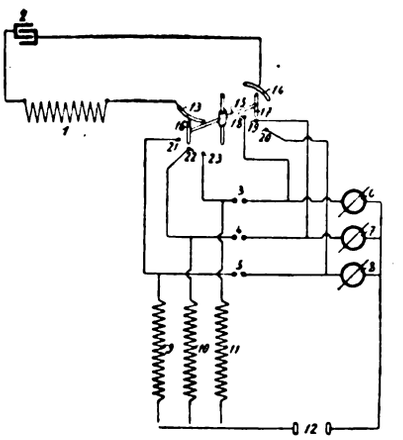


Fig. 7.

Relais, welche die Stempel eines Lochers betätigen und dadurch in einen fortlaufenden Streifen Papier, ähnlich wie beim Schalltelegraphen, zehn Lochreihen einstoßen. Der Streifen kann natürlich im Laboratorium mit großer Genauigkeit hergestellt werden und entspricht dem abzusendenden Bild mit allen seinen in zehn Stufen geteilten Tönungen. Mit Hilfe dieses Streifens werden nun Ströme in zehn Stufen durch die Linie gesandt und an der Empfangsstelle wird das Bild als Kopie des abgesendeten aufgenommen. (E. T. Z. Heft 16, 1914.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Erzeugung kontinuierlicher elektrischer Schwingungen. G. Marconi. Bei dem vor Jahren angegebenen Apparat wird eine mit Stiften versehene Scheibe mit sehr hoher Geschwindigkeit zwischen zwei feststehenden Scheiben hindurchgetrieben, welche an einem primären Kreis angeschlossen sind. An diesen ist der sekundäre Kreis gekuppelt. Dadurch werden regelmäßig Gruppen von elektrischen Schwingungen ausgesendet, die im Empfänger einen Ton hervorrufen. Diese Einrichtung des Scheibenentladers ist in allen von der Marconigesellschaft eingerichteten Stationen vorhanden.

Neuerdings vereinigt Marconi mehrere solche Scheibenentlader und erhält so kontinuierliche Schwingungen, indem er die Oszillationen der einzelnen Entlader in richtiger Phase aneinanderreiht. Die Scheibenentlader D_1 bis D_4 (Fig. 8) arbeiten mit ihren Schwingungskreisen $P_1 C_1 \ldots\ldots P_4 C_4$ zusammen, die wieder mit den Sekundären $S_1 S_4$ gekuppelt sind. Diese sind zwischen Erde *T*

Digitized by Google

und Antenne *A* geschaltet. Die Scheiben sind alle auf einer Welle aufgekeilt und die Metallknöpfe so gegeneinander versetzt, daß bei einer bestimmten Geschwindigkeit der Zeitraum zwischen dem Beginn der Entladungen eines Kondensators und der des nächsten gleich ist der Schwingungsdauer der Antenne. Um die Entladungen zur rechten Zeit einsetzen zu lassen, ist der Entladekreis mit einer Hilfsfunkenstrecke ver-

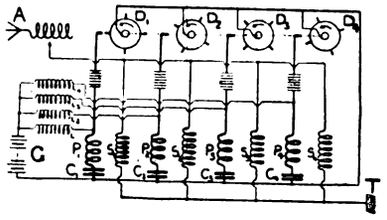


Fig. 8.

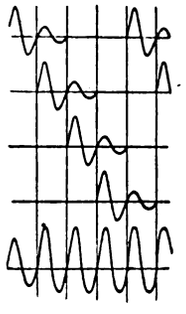


Fig. 9.

sehen, die von einer Hilfsentladescheibekontrolliert wird. Die Wirkung der aufeinander folgenden Entladungen zeigt Fig. 9. Wie ersichtlich, geben die vier Entladungen zusammen eine kontinuierliche Entladung. (Wireless World, Mai 1914.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Über die Änderung der EMK eines Weston-Elementes unter der Einwirkung des ultravioletten Lichtes berichten Pougnet E. und J. Segol. Wiederholt wurde der starke Einfluß der ultravioletten Strahlen beobachtet, so daß anzunehmen war, daß auch die Konstante eines galvanischen Elementes verändert werden kann, welches auch nur ein chemisches System darstellt. Es wurde als Versuchsobjekt ein Weston-Element gewählt, einerseits weil dasselbe gegen Temperaturänderungen wenig empfindlich ist und andererseits weil sein kleines Volumen eine vollständige Durchdringung der Bestrahlung ermöglicht. An Stelle des Glasgefäßes wurde ein Quarzgefäß verwendet, weil ersteres gegen kurze Wellenlängen undurchlässig ist, welches die gewöhnliche Type eines Weston-Etalons enthält. Vor dem Versuche wurde die EMK mit 1·0252 *V* gemessen. Die Bestrahlung erfolgte mit einer Cooper-Hewitt-Lampe von 440 *W* Stromverbrauch. Es zeigte sich, daß durch die Bestrahlung die EMK allmählich abnimmt, um nach 30·16 Min. Bestrahlungsdauer ein Minimum bei 1·0192 *V* erreicht wird. Wird die Bestrahlung unterbrochen, so steigt die EMK wieder und man erhält nach 40·33 Min. wieder den anfänglichen Spannungswert. Die Abnahme der EMK erfolgt ziemlich regelmäßig, nur gegen Ende verzögert sie ein wenig. Die Änderung der EMK ist auf eine chemische Einwirkung der ultravioletten Strahlen auf die Bestandteile des Elementes zurückzuführen, und zwar dürfte es sich um eine polarisierende Wirkung der Bestrahlung handeln.

(L'Industrie Electrique, 10. 2. 1914.)

Strahlungslehre.

Die Ionisation in der ungeschichteten Entladung und im Lichtbogen. C. D. Child, Colgote University, verweist darauf, daß weder für die Beziehung zwischen der Stromstärke in der ungeschichteten Entladung und dem Grade der Wiedervereinigung der Ionen noch für die Beziehung zwischen der elektromotorischen Kraft und dem Gasdruck bisher eine befriedigende Erklärung gegeben worden ist und macht seinerseits einen entsprechenden Versuch, dessen Ergebnisse auch auf die Bogenformen mit konstantem Querschnitt, etwa den Quecksilberbogen, anwendbar sind. Child gelangt auf Grund seiner Untersuchungen zu den folgenden Resultaten. Die Lichtmenge, die von der ungeschichteten Entladung und vom Bogen geliefert wird, zeigt, daß der Betrag der Wiedervereinigung der Ionen in diesen Entladungsformen mit der ersten Potenz der Stromstärke variiert, während die Gleichungen, die gewöhnlich zur Darstellung der Entladungserscheinungen in Gasen verwendet werden, zu dem Schlusse führen, daß jener Betrag sich mit dem Quadrate der Stromstärke ändert. Dies ist durch die Annahme zu erklären, daß angenähert der ganze Strom durch Elektronen, nicht aber durch Ionen von Molekülgröße vermittelt wird und daß die überwiegende Mehrheit der Elektronen sich zuerst mit Molekülen und dann mit positiven Ionen vereinigt. Die Tatsache, daß die elektromotorische Kraft bei dieser Entladungsform eine lineare Funktion des Gasdruckes ist, entspricht der Annahme, daß die Ionisation durch den Stoß der rascher bewegten Elektronen gegen die Moleküle bewirkt wird und daß nur wenige der Zusammenstöße zwischen Elektronen und Molekülen zur Ionisation oder Wiedervereinigung führen, sondern daß in der Mehrzahl der Fälle kein Wechsel im Zustande der Elektronen und Moleküle eintritt. Die Tatsache, daß die elektromotorische Kraft schwach abnimmt, wenn der Strom wächst, kann durch die weitere Annahme erklärt werden, daß die Potentialdifferenz, die von einem Elektron durchlaufen werden muß, um ionisationsfähig zu werden, kleiner ist bei stärkeren Strömen als bei schwächeren. Die theoretischen Folgerungen, die Child ausführt, werden durch die experimentellen vollkommen bestätigt. Die Versuche wurden mit schwachen Strömen und bei Gasdrücken von einigen Millimetern vorgenommen; niedrigere Drucke sind nicht anwendbar, da hiebei die Entladung die geschichtete Form annimmt, auf die die verwendeten Vorstellungen nicht passen.

(Phil. Mag. Nr. 158, 1914.)

Chronik.

XI. Generalversammlung der Vereinigung österreichischer und ungarischer Elektrizitätswerke in Krakau vom 7. bis 11. Juni 1914. Auf der Tagesordnung stehen folgende Punkte: 1. Eröffnung der XI. Jahresversammlung. 2. Erstattung des Jahresberichtes durch den Vorstand. 3. Vorlage des Jahresabschlusses 1913/14. 4. Bericht der Revisoren über den Abschluß. 5. Vorlage des Haushaltungsvoranschlages pro 1914/15. 6. Wahl der Revisoren pro 1914/15. 7. Bestimmung des Ortes für die Abhaltung der XII. Generalversammlung 1915. 8. Die Neuerungen auf dem Gebiete der elektrischen Beleuchtung. Vortrag des Herrn Dr. Lederer, Generaldirektor der Westinghouse-Metallfaden-Glühlampenfabriks-Gesellschaft m. b. H., Wien-Atzgersdorf. 9. Vagabundierende Ströme von elektrischen Bahnen und deren zerstörende Einwirkung auf Kabel, Gas- und Wasserleitungsröhren und Eisenbetonbauten (nach eigenen Erfahrungen). Vorschläge zur Vermeidung bezw. Verminderung dieser schädlichen Ströme. Vorführung von Originalstücken von zerstörten Kabeln, Gas- und Wasserleitungsröhren. Vortrag des Herrn Ing. Josef Reiner, Direktor des städtischen Elektrizitätswerkes in Gablonz a. N. 10. Wasserkraftbetrieb in Eis und Schnee (mit Lichtbildern). Vortrag des Herrn Ing. W. von Winkler, Direktor des städtischen Elektrizitätswerkes in Klagenfurt. 11. Errichtung einer Stelle für die Erteilung von Auskünften in Rechts-, Administrations- und kommerziellen Angelegenheiten für Mitglieder der Vereinigung. Referent Herr Direktor Eugen Karel. 12. Nacheichen von Dezimalwagen und Revision von Laufkranen in Elektrizitätswerken. Referent: Herr Direktor von Winkler, Klagenfurt. 13. Erhöhung der Rekognitionsgelder bei Aufstellung von Masten bezw. Verlegung von Kabeln auf Bahngrund. Referent: Herr Direktor Hubert Sauer. 14. Bericht über die Neubearbeitung der Normalien für Freileitungen. Referent: Herr Direktor Hubert Sauer. 15. Renovierung der Verordnungen über die Konzessionierung elektrotechnischer Gewerbe. Referent: Herr Direktor Franz Pichler, Weiz. 16. Eingabe an das k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten wegen Abänderung der Zählereichvorschriften. Referent: Herr Direktor Hubert Sauer. 17. Bericht über den Stand der Arbeiten des Komitees für Brandschutzsicherungen (Schalterbrände). Referent: Herr Ing. Hans Knoepfel, Direktor der Elektrizitätswerke Jenny & Schindler in Bregenz. 18. Normalisierung von Pauschalfassungen mit verschiedenem Gewindedurchmesser und Prüfung der für diesen Zweck von den Etschwerken in Meran bereits geleisteten Vorarbeiten. Referent: Herr Ing. G. Dietze, Betriebsleiter der Etschwerke in Meran. 19. Schaffung einer Kommission zur Festlegung von Maßregeln, damit die wirtschaftlichen Verhältnisse der Elektrizitätswerke durch die Einführung der Halbwattlampe nicht erschüttert werden. Referent: Herr Ing. Ad. Wlad. Schleyen, Lemberg. 20. Durchführung der Bildung von Provinzvereinigungen (§ 7 der Statuten). Referent: Herr Direktor Stanislaus Bielinski, Krakau. 21. Beitritt der Vereinigung zur „Österreichischen beleuchtungstechnischen Sektion". Referent: Herr Direktor Eugen Karel. 22. Diskussion betriebstechnischer Fragen. 23. Anfragen. 24. Anträge.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrische Bahnen.

Einrichtungen an der Fahrleitung.

G. Mahir in Berlin gibt eine Klemme für Hängedrähte zur Befestigung der Fahrleitung an das Tragseil bei Kettenlinienaufhängungen an. Die Klemme ist aus einem oder mehreren das Tragseil *T* umfassenden Drahtstücken *C* (Fig. 1) gebildet. Diese werden durch ein oder zwei andere geformte Drahtstücke *A*, *B*, welche zugleich eine Öse (*B*) zur Aufhängung des Hängedrahtes bilden, in der Weise auf das Tragseil festgeklemmt, daß die Klemmkraft von

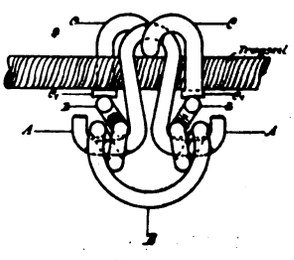


Fig. 1.

Digitized by Google

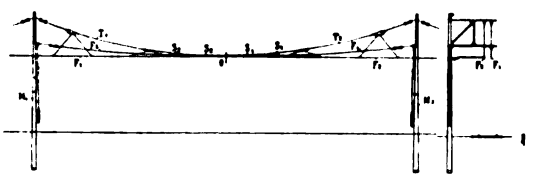
dem Hängedraht geliefert und von den zweiten Drahtstücken *A*, *B* durch Hebelübersetzung auf die das Tragseil umfassenden Drahtstücke *C* übertragen wird. (D. R. P. Nr. 270 765.)

Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft gibt ein neues Verfahren zur Montage von Kettenlinienleitungen an, bei welchem nach Auslegung des Tragseiles die Hängedrähte möglichst an ihren endgültigen Aufhängepunkten an dem Tragdraht befestigt und mit Hilfsgewichten belastet werden, die möglichst genau der später auf den einzelnen Hängedraht kommenden Traglast entsprechen. Das Drahtseil stellt sich dann sofort in die endgültige Kettenlinie ein; eventuelle Unstimmigkeiten in der Verteilung der Hängedrähte auf dem Tragdraht können leicht reguliert werden, und dann werden durch eine geeignete Methode (Visieren oder Abmessen von der Schienenoberkante) die endgültigen Höhenmarken für den Fahrdraht an den Drähten festgelegt. An diesen Stellen werden dann die Klemmen und daran der Kontaktdraht befestigt, wobei jedesmal das Hilfsbelastungsgewicht beseitigt wird. (D. R. P. Nr. 270 764.)

Um das Tragseil vor Abnutzung durch die Tragschelle zu schützen, schlägt die Firma Reinhold G. m. b. H. in Berlin vor, an der Aufhängestelle über das Tragseil eine größere Anzahl zwei- oder mehrteiliger aneinandergereihter Schutzkörper von beliebiger Form zu schieben, dadurch wird die Reibung zwischen Tragseil und Schelle herabgesetzt. (D. R. P. Nr. 270 130.)

Die Bergmann-Elektricitätswerke A.-G. in Berlin geben eine Abspannvorrichtung für Kettenlinien-Fahrleitungen an. Der von jeder Seite ankommende Fahrdraht F_1 (F_2) wird bis in die Mitte *O* horizontal geführt (Fig. 2). Hinter der Kreuzungsstelle wird

Fig. 2.



dann der Draht, wie die Figur zeigt, nach einer Kettenlinie geführt und an dem Mast M_1 (M_2) befestigt. Die Fahrdrähte sind jeweilig durch Verspannstücke mit den Tragseilen verbunden. (Ö. P. Nr. 63 198.)

Für Fahrleitungen mit Kettenlinienaufhängung haben die Siemens-Schuckert-Werke eine Einrichtung zur Befestigung in Kurven geschützt, mit nur einem auf der äußeren Seite der Kurve angeordneten Mast. Das äußere Tragseil *a* (Fig. 3) ist durch das Seil *b* zum Abzugsmast *c* abgelenkt; der äußere Fahrdraht *d* wird durch die Stützstrebe *e* abgezogen. Der Endpunkt *f* der Stützstrebe *g* für den inneren Fahrdraht *h* ist gegen die Tragseile *a*, *i* durch einen Träger abgestützt, dessen Hauptbalken *k* an den Tragseilen befestigt ist und das innere Tragseil *i* abzieht. Der Balken *k* und die Säule *m* sind als Druckstangen ausgebildet. Die untere Gurtung des Trägers besteht aus Zuggliedern *n* und *o*. Das Zugglied *o* kann bei stark gekrümmten Kurven fortfallen. (D. R. P. Nr. 265.528.)

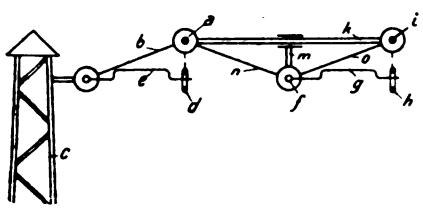


Fig. 3.

Die Befestigungsart für Stützstreben 4 auf Isolatorplatten 5, welche Mats Hedlund in Saltsjöbaden angibt*), zeigt Fig. 4. An die Strebe 4 setzt sich ein gabelförmiger Ansatz 9 an, und an diesem sind biegsame Organe, zum Beispiel Kupferbänder 10, 11, befestigt, die sich um den Isolator herumlegen. Diese beiden Kupferbügel stehen mit ihren Ebenen aufeinander senkrecht. (D. R. P. Nr. 267 746.)

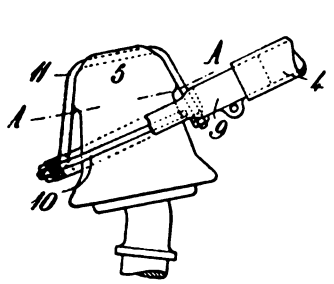


Fig. 4.

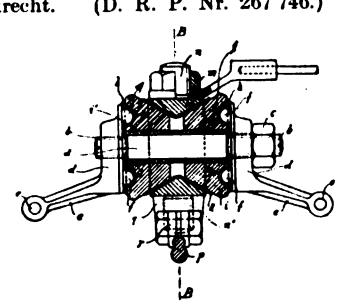


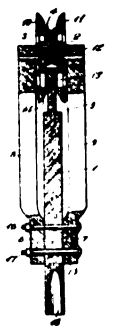
Fig. 5.

An der Kreuzungsstelle zweier Fahrleitungen verschiedenen Potentials trifft H. A. Faber in Wien die folgende Anordnung. Beiden Fahrleitungen gehört ein isoliertes Kreuzungsstück an. An das Kreuzungsstück setzen sich isolierte Leiterstücke an und an deren Enden erst, durch Isolatorenstücke getrennt, die eigentliche Fahrleitung. Es bilden sich so drei völlig voneinander unabhängige Leitungsstücke aus. Außerhalb der Leitung ist ein Umschalter angebracht, durch welchen immer die drei Leiterstücke einer Leitung eingeschaltet, die der anderen Leitung dagegen ausgeschaltet werden. (Ö. P. Nr. 63 588.)

*) E. u. M. 1914, Heft 13, Seite 379 (Fig. 2).

Bei dem Kurvenspannisolator von Dr. F. Libano in Wien, Fig. 5, wird der Fahrdraht *p* von der Klemme *r* getragen; diese sitzt in dem ringförmigen Halter *m* mittels Schraube *n*. Diese dient zur Aufnahme des Schuhes für die Speiseleitung Der Ring *m* ist unter Zwischenlage von Blei *k* auf die beiden konischen Isolierkörper *i* i^1 aus Porzellan aufgesetzt, die mit ihren schmalen Enden einander gegenüberstehen. Diese sitzen auf Bolzen *a*, welche in den Armen *d*, *e* für die Spanndrähte befestigt sind. Um eine Verdrehung des Ringes *m* gegen die Konen *i* und gegenüber den Teilen *d* zu verhindern, besitzen die einander berührenden Teile Vorsprünge *f* und Vertiefungen *l*, die ineinandergreifen. (D. R. P. Nr. 271 209).

Fig. 6.



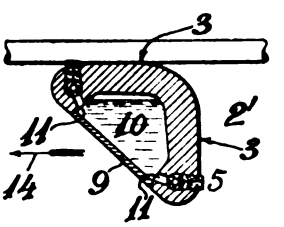


Fig. 7.

Stromabnehmer.

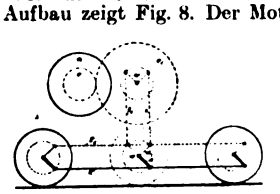
M. E. Drake und D. B. Burnett in Bessemer (Ver. St. v. A.) geben einen Rollenstromabnehmer an, bei welchem neben der eigentlichen Stromabnehmerrolle 3 (Fig. 6) noch zwei Leitrollen 10, 11 zur Verhinderung des Ausspringens der Abnehmerrolle vorgesehen sind. Diese beiden Rollen sitzen auf besonderen Achsen, die durch federnde Arme 8, 9 mit der Trolleystange verbunden sind, so daß sich die Leitrollen gegenüber der Abnehmerrolle in der Längsrichtung etwas verschieben können. Der Gabelkopf 2 der Stange liegt in Aussparungen 13 der beiden Rollen. (D. R. P. Nr. 270 131.)

E. Huene in Berlin vermittelt den Kontakt zwischen der Fahrleitung und dem sich bewegenden Fahrzeug durch flüssige Stromleiter, die durch Düsen der Fahrleitung zugeführt werden. Der flüssige Stromleiter wird in einer Auffangwanne gesammelt, mittels Fördervorrichtungen in einem Sammelraum gebracht und strömt von dort unter Druck oder durch die Erdschwere aus den Düsen der Fahrleitung zu, so daß ein steter Kreislauf des flüssigen Stromleiters stattfindet. Die Flüssigkeit wird durch eine Heizvorrichtung angeheizt. Die verdunstete Flüssigkeit wird automatisch durch eine Hebevorrichtung aus dem Behälter nachgeliefert. (D. R. P. Nr. 268 286.)

H. Schweizer in Basel beschreibt einen Schleifbügel zur Stromabnahme bei elektrischen Bahnen, welcher wenigstens eine breite Kontaktfläche, eine aus aufsaugendem Material bestehende, aus der Kontaktfläche herausragende Einlage und eine zur Aufnahme einer Schmierflüssigkeit bestimmte Kammer aufweist. Die Einlage liegt bezüglich der Fahrtrichtung am vorderen Teil der Kontaktfläche vor deren Berührungsstelle mit dem Leitungsdraht, so daß die ganze Kontaktfläche mit geschmiertem Leitungsdraht in Berührung kommt. In Fig. 7, die einen Querschnitt durch den Bügel darstellt, sind 3, 3 die aufeinander senkrecht stehenden Kontaktflächen des Bügels, welche durch die etwas vorstehende Einlage 5 (Docht) und den Schmieröl enthaltenden Behälter geschmiert werden. Ändert sich die Fahrtrichtung, so kommt die Kontaktfläche 3, die jetzt nach unten ragt, mit dem Draht in Berührung, dabei gleitet der Docht 5 an dem Leitungsdraht vorüber und schmiert ihn, so daß die nachfolgende Kontaktfläche mit dem geschmierten Draht in Berührung steht. (D. R. P. Nr. 270 262.)

Elektrische Lokomotiven.

Den von den Siemens-Schuckert-Werken vorgeschlagenen Aufbau zeigt Fig. 8. Der Motor *m* arbeitet durch ein Zahn-



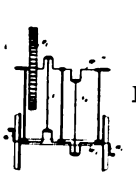


Fig. 8.

rad *v* auf das Rad v_1, auf der gekröpften Welle *w*, welche mit Schubstangen *s*, s_1 auf die im Wagengestell liegende gekröpfte Welle w_1 arbeitet. Außerhalb des Rahmens greifen die Kuppelstangen an, welche die Kurbeln *a* bezw. a_1 der Räder miteinander verbinden. Eine einfache Konstruktion ergibt sich, wenn die Schub- und Kuppelstangen innerhalb der Radebenen angeordnet sind. (Ö. P. Nr. 62 687.)

Die von den Österreichischen Brown-Boveri-Werken ausgeführte Kraftübertragung zwischen den hochgelagerten Motoren und den Triebachsen, hat sich aus dem Kuppelstangendreieck durch Hinweglassen der horizontalen die Kurbeln verbindenden Stange gebildet. Die Erfindung besteht darin, daß die beiden Motoren mittels gelenkiger Kuppelstangen auf einen gemeinsamen Punkt der die Triebkurbeln verbindenden horizontalen Kuppelstangen arbeiten. Dabei wird nicht nur das Gestänge leichter und billiger, sondern auch die Blindwelle kann entfallen, was eine weitere Ersparnis an Anlagekosten

Digitized by Google

zur Folge hat. Vorbedingung für die Anwendungsmöglichkeit der Erfindung ist, daß die Antriebskurbeln der beiden Seiten des Fahrzeuges um etwa 90° gegeneinander versetzt sind, wie ja die gewöhnliche Bauart ist, damit die Triebkurbeln der einen Seite in den Totlagen von denen der anderen Seite durchgezogen werden. Der Kurbelzapfen eines Triebrades liegt in dem Schlitz am Schnittpunkt der horizontalen und schrägen Stangen; so wird dem Zapfen während der Fahrt eine unabhängige Vertikalbewegung zum Fahrzeugrahmen gegeben.
(Ö. P. Nr. 63 590.)

Die von der Firma angegebene Verbindung zwischen dem Anker eines Zahnradbahnmotors und dem Ritzel zeigt Fig. 9. Sie besteht darin, daß das Ritzel mit der Ankernabe durch eine Klauenkupplung ohne Vermittlung der Welle verbunden ist. Paßstücke mit Patronenkeilen verspannen die benachbarten Klauen gegeneinander.
(D. R. P. Nr. 270 828.)

Regulierungseinrichtungen.

Die von F. Klöckner in Cöln-Bayenthal ausgeführte Steuerwalze besteht aus leitenden Ringen *d*, *e* (Fig. 10), die in beliebiger Zahl auf der Vierkantwelle *a* angeordnet sind, und die alle innen eine Nut *c* tragen, in welche die abgekröpften Ecken der Segmente *d* hineinragen. Die Segmente können so in beliebiger Zahl eingeführt und an beliebiger Stelle befestigt werden. Zwischen die Ringe sind Distanzstücke *h* eingeführt. Die Verbindung der Segmente untereinander besorgen Blechstreifen *e*. Das Ganze wird durch die Schraube *g* zusammengehalten. (D. R. P. Nr. 266 590.)

Um das schnelle Einschalten von Fahrschaltern zu verhüten, gibt die Lord Manufacturing Company in New York eine Sperrvorrichtung an, bei welcher eine Sperrklinke beim Eintreten in ihre Sperrlage eine örtliche Verschiebung erfährt und durch zahnartiges Eingreifen in das sie umgebende Gehäuse selbsttätig verriegelt wird. Die Bewegungen der Sperrklinke in die Sperrlage und aus derselben heraus erfolgen durch Daumen, die mit zwei Schrägflächen auf eine an der Sperrklinke vorgesehene Knagge einwirken, wobei gleichzeitig die Knagge zur Verriegelung der Sperrklinke dient.
(D. R. P. Nr. 267 787.)

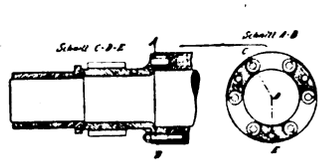


Fig. 9.

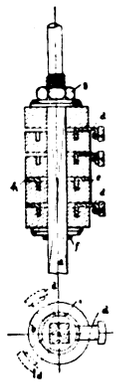


Fig. 10.

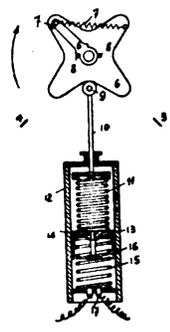


Fig. 11.

Bei der von der Westinghouse Electric Company Limited in London angegebenen Regelungseinrichtung für die Motoren von Fahrzeugen, welche mit einphasigem Wechselstrom gespeist werden und zur Änderung der Geschwindigkeit an Stufentransformatoren angelegt werden, kommen Flüssigkeitswiderstände zur Verwendung. Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß die Motoren an eine Spannungsstufe jeweils unter Vorschaltung eines Flüssigkeitswiderstandes mit elektrisch betätigten und von einem Hauptschalter aus beherrschten Ein- und Auslaßorganen für die Widerstandsflüssigkeit angelegt werden, worauf der Widerstand allmählich vermindert und endlich kurzgeschlossen wird, bevor die Motoren an die nächst höhere Spannungsstufe, abermals unter Vorschaltung eines Flüssigkeitswiderstandes, angeschlossen werden, bis daß die Motoren an der höchsten Spannung ohne Vorschaltwiderstand liegen. Für jeden Flüssigkeitswiderstand ist ein Kurzschlußschalter vorgesehen, der zusätzliche Kontakte besitzt, die in eine die Zirkulation des Elektrolyten durch den entsprechenden Widerstand überwachende Leitung eingeschaltet sind, so daß der weitere Zufluß von Flüssigkeit in den kurzgeschlossenen Widerstand aufgehoben wird. Das Einlaßventil jedes folgenden Flüssigkeitswiderstandes kann erst dann voll geöffnet werden, nachdem das Einlaßventil des vorangehenden geschlossen und sein Auslaßventil geöffnet worden ist, so daß ein örtlicher Kurzschluß zwischen zwei Spannungsstufen nur über einen beträchtlichen Widerstand erfolgen kann. (Ö. P. Nr. 63 019.)

Die Firma gibt eine Regelungseinrichtung an, bei welcher die Beschleunigung der Motoren eines Fahrzeuges von einem Stromgrenzschalter wie von einem Zeitgrenzschalter abhängt. Die Erfindung besteht darin, daß der Zeitgrenzschalter durch den Schluß des Strombegrenzungsschalters so beeinflußt wird, daß sich der Zeitgrenzschalter nicht unmittelbar nach dem Schluß des Stromgrenzschalters schließen kann, um zu verhüten, daß zwei aufeinanderfolgende Stufen der Beschleunigung zu schnell geschlossen werden. Der Zeitgrenzschalter besitzt zwei Spulen, von denen die eine durch den Strombegrenzungsschalter gesteuert wird. Der Stromkreis der anderen Spule des Zeitbegrenzungsschalters wird von einem Satz von Kontakten beherrscht, um die periodische Bewegung des Öffnens und Schließens dieses Schalters zu bewirken; der zweite Satz von Kontakten steuert einen Nebenschlußstromkreis zum Strombegrenzungsschalter. (D. R. P. Nr. 268 595.)

Für Apparate mit schrittweisem Schaltweg, zum Beispiel für die Fahrtwalzen auf Lokomotiven, die von einem Motor betätigt und von einem Punkt aus durch einen Steuerapparat gesteuert werden, gibt die Maschinenfabrik Oerlikon eine Schalteinrichtung an. Die Erfindung besteht darin, daß der Steuerschalter bei seiner Einstellung in eine neue Schaltstufe einen Einschaltestromkreis schließt, welcher den zu steuernden Apparat auf den Weg zu einer neuen Arbeitsstellung bringt, aber durch Beginn der Bewegung des zu steuernden Apparates in einen von dem Steuerschalter unabhängigen Festhaltestromkreis umgeschaltet wird, so daß der zu steuernde Apparat gezwungen wird, seinen einmal begonnenen, vom Steuerschalter vorgeschriebenen Schaltweg zu vollenden, gleichgültig, ob während dieser Schaltzeit der Steuerschalter in seine Null- oder irgend eine andere Stellung gebracht wird oder nicht.
(D. R. P. Nr. 270 718.)

Die von den Siemens-Schuckert-Werken angegebene Notbremsschaltung betrifft das Bremsen und Sandstreuen beim Betrieb elektrischer Fahrzeuge. Hiebei hat man früher den Sandstreuer von der Fahrschalterkurbel aus gesteuert, wenn sie in die Stellungen für Kurzschlußbremsen gebracht wird. Die Erfindung ist für diejenige Betriebsweise bestimmt, bei der zuerst die Handbremse, dann der Sandstreuer und als letztes Mittel erst die Kurzschlußbremse benutzt wird. Sie besteht darin, daß mit dem Sandstreuhebel ein Schalter verbunden wird, welcher bei dessen Auslegen, die Wicklungen einer Bremse an die Stromquelle legt. Um auch sanden zu können, ohne gleichzeitig zu bremsen, empfiehlt es sich, den Bremsschalter so zu bauen, daß er erst geschlossen wird, wenn man den Sandstreuhebel in eine Gefahrstellung bringt. Parallel zur Wicklung der Bremse ist ein Signal gelegt.
(D. R. P. Nr. 267 942.)

Auch von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft wird eine Sicherheitsvorrichtung angegeben, durch welche die Kraftzufuhr selbsttätig abgeschaltet wird und die Bremsen gleichzeitig eingestellt werden. Zu diesem Zweck liegen in einem Überwachungsstromkreis zwei in bestimmter Weise zusammenarbeitende elektrische Schalter, deren einer selbsttätig in bestimmten Zwischenräumen umgeschaltet wird, und hiedurch den Zustand des Überwachungsstromkreises ändert, wenn der andere, als Ausweichschalter von Hand angetriebene, nicht rechtzeitig umgestellt wird. Die beiden Schalter sind mit Signalkontakten versehen, die an das Weiterschalten der von Hand bedienten Schaltvorrichtung mahnen. (D. R. P. Nr. 272 087.)

Bei elektrisch betriebenen Fahrzeugen müssen Einrichtungen getroffen sein, die den Hauptsteuerschalter selbsttätig in die Nullage zurückbringen, wenn der Motorführer die Fahrkurbel losläßt. Bei der von der A.-G. Brown Boveri & Cie. angegebenen Einrichtung wird eine mit der Fahrkurbel durch eine Kupplung oder ein Getriebe verbundene Kurvenscheibe (6 in Fig. 11) oder dgl. durch eine verhältnismäßig schwache mechanische Kraft, zum Beispiel leichte Federn 7, in eine solche Lage zurückgeführt, in welcher unter Vermittlung einer verzögernden Dämpfungsvorrichtung 13, 14, 15 ein Stromkreis geschlossen wird, der eine selbsttätige Unterbrechung des Fahrstromes bewirkt, also zum Beispiel die Freilaufauslösung des Hauptsteuerschalters betätigt, so daß dieser in die Nullstellung zurückschnellt. Die Fahrkurbel kann bei ihrer Drehung nur einige bestimmte Stellungen einnehmen, welche den in bekannter Weise fixierten Schaltstellungen des Hauptsteuerschalters entsprechen und aus denen die Rückführung erfolgt. Bei der normalen Schaltbewegung wird durch die Dämpfungsvorrichtung 13, 14, 15 die Schließung des Auslösestromkreises 16, 17 verhindert. (D. R. P. Nr. 269 059.)

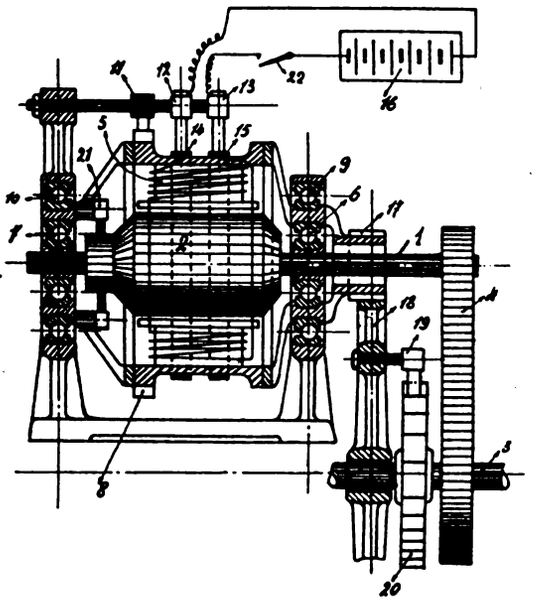
Elektrische Kraftfahrzeuge.

Von H. Pieper in Lüttich rührt eine Gleichstromdynamomaschine her, welche zum Anlassen von Verbrennungskraftmaschinen auf Kraftfahrzeugen dient, aber auch die Speisung einer Batterie oder die Beleuchtung übernehmen kann. Gemäß der Erfindung wird eine Gleichstrommaschine mit Doppeldrehung benutzt, deren Magnetsystem bei der Generatorwirkung oberhalb einer kritischen Geschwindigkeit festgehalten wird, dagegen bei Unterschreitung der kritischen Geschwindigkeit frei um den Anker in dem der normalen Umlaufrichtung des letzteren entgegengesetzten Sinn umlaufen kann. DieWelle 1 (Fig. 12) des Dynamoankers 2 ist mit der Achse 3 mittels der Kette 4 gekuppelt, so daß der Anker 2 ständig mit dem an der Welle 3 angreifenden Explosionsmotor verbunden ist. Das Magnetsystem 5 ist frei drehbar um die Achse 1 durch Vermittlung der beiden Kugellager 6 und 7 und besitzt eine Verzahnung 8. Anker 2 und Magnetsystem 5 sind von zwei festen Kugellagern 9 und 10 getragen. Klinke 11 hält das Magnetsystem 5 durch Eingriff in die Verzahnung 10 in einem Drehsinn fest. Die Bürsten 12 und 13 liegen auf zwei mit der Feldwicklung verbundenen Ringen 14, 15 und erhalten den Strom einer Batterie 16. Das am Magnetgestell 5 befestigte Zahnrad 17 greift in ein Zahnrad 18, das lose auf der Welle 3 sitzt und mittels einer Klinke 19 in einem Drehsinn auf das fest an der Motorwelle 3 angeordnete Zahnrad 20 einwirkt. Der Anker 2 ist mit der Batterie über Bürsten 21 verbunden, welche an 5 befestigt sind. Steht der Explosionsmotor, dann ist der Unterbrecher 22 offen. Um den Wärmemotor anzulassen, wird 22 geschlossen, so daß die Dynamo mit Batteriestrom angeht. Da der Anker 2 durch den Wärmemotor gebremst ist, wird 5 anlaufen. 5 treibt 20 an und bringt so den Wärmemotor und den Anker 2 auf Touren, wobei sich letzterer entgegengesetzt wie 5 dreht. 5 dreht sich immer langsamer in dem Maße, als der Wärmemotor infolge des Einsetzens seiner Zündung schneller läuft. Bei einer bestimmten Geschwindigkeit des Wärmemotors wird der Anker 2 als Generatoranker wirken und das Magnetgestell in seinem Drehsinn zu drehen suchen. Die Klinke 11 bringt jetzt 5 und 18 zum Stillstand. Die Dynamo kann nun in Parallelschaltung zur Batterie zur Beleuchtung des Fahrzeuges, zur Zündung für den Wärmemotor oder zur Wiederaufladung der Batterie verwendet werden. Wird der Explosionsmotor stillgesetzt, dann sinkt die Geschwindigkeit des Ankers 2 unter den

Digitized by Google

Wert, der der Generatorwirkung entspricht und die Dynamo arbeitet unter Stromaufnahme von der Batterie neuerdings als Motor. 5 wird entgegengesetzt dem normalen Drehsinn des Ankers unter Mitnahme von 17, 18 zu laufen beginnen. Da die Geschwindigkeit der Explosions-

Fig. 12.



motorwelle 3 dauernd abnimmt, 5 dagegen immer schneller läuft, würde in einem bestimmten Zeitpunkt 19 mit 20 in Eingriff kommen und den Wärmemotor wieder anzukurbeln suchen. Vor Erreichung dieses Geschwindigkeitswertes wird der Dynamostrom mittels des Schalters 22 unterbrochen, so daß das Magnetgestell ebenfalls zur Ruhe kommt. (D. R. P. Nr. 264.030.)

Elektrische Apparate.

Kondensatoren.

Als Vorschaltkondensatoren für Meßinstrumente zum Messen hoher Spannungen benutzt die Firma Hartmann & Braun A.-G. in Frankfurt a. M. einen aus ringförmigen Elementen bestehenden Kondensator. Ein Rohr *R* (Fig. 1) aus Isoliermaterial erhält innen und außen Belege 1 und 2, die sich um das Stück *a* übergreifen und um das Stück *b* auseinanderstehen. Über diesen Kondensator kann ein zweiter konzentrischer geschoben werden, um als Schutzkondensator, gleichsam als Schutzmantel zu dienen. Eine derartige Röhre ist sehr fest. Man kann zwei solche Röhren oben nebeneinander in die Klemmen einspannen und unten das Meßinstrument daran befestigen, das sie derart tragen. (D. R. P. Nr. 265 851.)

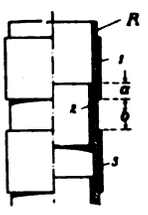


Fig. 1.

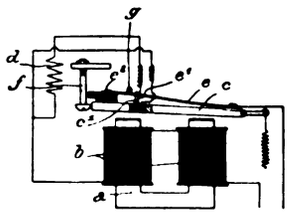


Fig. 2.

Als Tränkmasse für Kondensatoren verwendet die Cordes Telefon-Kondensator G. m. b. H. in Hamburg ein Produkt, das durch Behandeln von pflanzlichen oder tierischen Ölen mit reduzierend wirkenden Gasen in Gegenwart von geeigneten Kontaktsubstanzen erhalten wird. (D. R. P. Nr. 270 473.)

Spulen.

Es sind Drosselspulen von regelbarer Induktivität bekannt, die aus einer festen und einer durch Ab- und Aufwickeln von Draht auf den Eisenkern regelbaren Spule bestehen. Die von Dr.-Ing. Karl Schmiedel in Charlottenburg angegebene Spule zeichnet sich dadurch aus, daß der durch Auf- oder Abwickeln der regelbaren Spule erzeugte variable magnetische Fluß sich zu dem von der festen Spule erzeugten konstanten magnetischen Fluß addiert oder sich von ihm subtrahiert, so daß der resultierende magnetische Fluß fast zum Verschwinden gebracht werden kann, zum Zwecke, den fest angeordneten Eisenkern während der kontinuierlichen Regelung dauernd so fest zusammengepreßt zu lassen, daß er nicht brummen kann. (D. R. P. Nr. 266 780.)

Die Erfindung des J. R. Leeson in Boston (Mass.) betrifft eine in besonderer Art gewickelte Spule und ein entsprechendes Wicklungsverfahren. Die eigentliche Spule aus Draht soll in geschlossenen Schraubengängen gewickelt werden, während gleichzeitig an den beiden Enden der Drahtwindungen Fadenspulen als Kreuzspulen zur Stütze für die Drahtlagen in der Art von Endflanschen aufgewunden werden. Nach der Erfindung sollen die Endflanschen der Rolle gleichzeitig mit dem Aufwickeln der Drahtwindungen erzeugt werden, indem während des Aufbringens einer Drahtlage an jedem Ende der Rolle gleichzeitig eine Lage fadenförmigen Isoliermaterials von gleicher Dicke aufgewickelt wird, die sich dicht an die Drahtlage anschließt. Das Wickeln wird in dieser Weise fortgesetzt, bis die Spule den erforderlichen Durchmesser erreicht hat. Der Draht wird von einem langsam hin und her gehenden Führer auf seinen Kern gewunden, während zu gleicher Zeit die Fadenspulen von Führern, welche über eine kürzere Strecke schneller hin und her gehen, so aufgespult werden, daß ihr Durchmesser gleichmäßig mit dem der Drahtspule wächst. (D. R. P. Nr. 269 943.)

Elektromagnete.

Der Lastmagnet für Langmaterialien der Firma Magnet-Werk G. m. b. H. in Eisenach besteht aus einem als durchgehende Traverse ausgebildeten Magnetkern, auf welchem die Spulen mit ihren Gehäusen und den darauf angebrachten Polen längsverschiebbar angebracht sind. Es können derart die Pole und damit der ganze Magnet jeder vorkommenden Länge des zu hebenden Stückes angepaßt werden. (D. R. P. Nr. 267 457.)

Von Paul May in Charlottenburg ist ein Verfahren zur Verstärkung der magnetischen Wirkung permanenter Magnete angegeben worden. Es besteht darin, daß auf bestimmte Teile der Magnete, welche von den Magnetpolen in gewissem Abstande sich befinden, durch geeignete Mittel, zum Beispiel durch Erwärmung des Magneten an geeigneten Punkten eine entmagnetisierende Wirkung ausgeübt wird, wodurch eine Verschiebung und damit eine Erhöhung der Kraftliniendichte an den Magnetpolen hervorgerufen wird. Hiebei werden die Pole selbst vor Erwärmung geschützt. Der Grad der entmagnetisierenden Wirkung der bestimmten Punkte des Magneten wird in Abhängigkeit von der Qualität und von der Form des Magneten gebracht. (D. R. P. Nr. 264 680.)

Fig. 2 zeigt den Magneten der Société anonyme des établissements L. Blériot. Die Einrichtung besteht darin, daß der zwei bestimmte Stellungen einnehmende Anker *c* bei seiner Anziehung einen mit der Magnetwicklung *b* hintereinander geschalteten Widerstand *d* einschaltet und damit die Veränderungen des magnetischen Widerstandes ausgleicht. Dabei ist die Anordnung so getroffen, daß die Ein- und Ausschaltung des Widerstandes *d* in den Stromkreis durch eine auf dem Anker befestigte Feder *e* erfolgt, die beim Erreichen der genügenden Stromstärke durch das Weicheisenstück e^3 mit dem Anker zugleich angezogen wird und durch einen Anschlag *f* kurz vor dem Erreichen der Klebestellung des Ankers von diesem losgerissen wird und dadurch den Widerstand einschaltet, um mit dem Anker erst wieder in Berührung (Kontakte c_1 e_1) zu kommen, wenn derselbe seine Losstellung erreicht hat. (D. R. P. Nr. 267 556.)

Elektromagnetische Relais.

Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft führt ein frequenzempfindliches Relais aus, das heißt ein solches, das nur auf Ströme bestimmter Frequenz anspricht. Der Eisenkern 10 (Fig. 3)

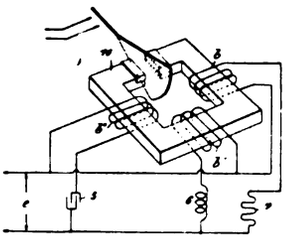


Fig. 3.

erhält drei Wicklungen, die parallel an das Wechselstromnetz *e* angeleg t werden. Die eine Wicklung *b* ist in Reihe mit einem induktionsfreien Widerstand 7, die zweite b^1 in Reihe mit einer Spule 6 und die dritte b'' in Reihe mit einem Kondensator 5 geschaltet. Spule *b* ist entgegengesetzt zu b^1 und b'' gewickelt. Widerstand 7, Spule 6 und Kondensator 5 werden nun so bemessen, daß die gesammte AW-Zahl der Spulen bei einer bestimmten Periodenzahl Null, bei einer anderen aber ein Maximum ist. (D. R. P. Nr. 265 595.)

Die Westinghouse Brake Company Limited in London gibt eine Schmiervorrichtung für Motorrelais an, dessen Kontakte durch die Wirkung eines Fliehkraftpendels betätigt werden. Beim Anlaufen und Stillsetzen des Relais wird eine gewisse Menge Schmiermittel aus einem Behälter den Lagern des umlaufenden Teiles dadurch zugeführt, daß beim Anlaufen des beweglichen Teiles ein Ventil aus seiner oberen Schließlage, in der es seinen Ventilraum gegen den Ölbehälter abschließt und zum Abfluß des Schmiermittels nach unten geöffnet hält, in die untere Schließlage gebracht wird, in der es den Ventilraum mit dem Ölbehälter verbindet und die Abflußöffnung absperrt. (D. R. P. Nr. 266 794.)

Röntgenapparate.

Die Firma Reiniger, Gebbert & Schall Akt.-Ges. in Berlin gibt eine Einrichtung zum Betriebe von Röntgenröhren mit schnell abklingenden Stromstößen unter Verwendung zweifacher Transformation an. Das Verhältnis der Länge des durch ferromagnetisches Material gebildeten Teiles zur Gesamtlänge des magnetischen Kreises ist bei dem zur Erzeugung der Hochspannung dienenden Transformationsgerät größer als bei dem anderen. Man kann vorteilhaft das Umsetzungsverhältnis des nicht zur Erzeugung der Hochspannung

Digitized by Google

dienenden Transformators größer als Eins wählen, also Abwärtstransformation vornehmen. Als Hochspannungstransformator dient ein solcher mit geschlossenem magnetischen Kern.
(D. R. P. Nr. 270 578.)

Von derselben Firma rührt auch ein Verfahren zum Betriebe von Röntgenröhren von einer Wechselstromquelle aus her, welches darin besteht, daß von je vier aufeinander folgenden Wechselstromhalbwellen jede zweite im Primärkreise und eine dritte im Sekundärkreise eines Hochspannungstransformators, Induktoriums oder dgl. für die mit der im Sekundärkreise übrigbleibenden Wellenhälfte zu betreibenden Röntgenröhre unwirksam gemacht wird. Die Einrichtung zur Ausführung dieses Verfahrens besteht darin, daß die Primärwicklung des Hochspannungstransformators sich in einem von zwei einander parallelgeschalteten, jeder eine oder mehrere Ventilvorrichtungen enthaltenden Stromwegen befindet, während die Sekundärwicklung über eine umlaufende Schaltvorrichtung mit einer oder mehreren Röntgenröhren derart verbunden ist, daß diese nur während jeder vierten Halbperiode des Wechselstromes oder mit noch größeren Pausen eingeschaltet sind. (D. R. P. Nr. 266 715.)

Die Firma Siemens & Halske Akt.-Ges. in Berlin schlägt ein Verfahren zur Vornahme von Dauerbestrahlungen mit Röntgenröhren großer Härte vor. Die Röhre erfährt in periodisch aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten eine Belastung abwechselnd großer und geringer Intensität, zu dem Zwecke, das während der Perioden hoher Belastung eintretende Weicherwerden der Röhre zu kompensieren durch die an sich bekannte Erscheinung, daß die Härte der Röntgenstrahlen bei geringer Belastung der Röhre zunimmt. Hiezu dient eine regelbare Vorrichtung in dem Primärkreis des Induktors oder in dem Primärkreis des Transformators, wenn die Röntgenröhre mittels Transformators und Gleichrichters betrieben wird, welche nach ein Vielfaches der Halbperiode des Wechselstromes betragenden Pausen eine periodische Veränderung des Widerstandes in dem Primärkreis bewirkt. Bei einer Einrichtung, bei welcher die den Widerstand des Primärkreises ändernde Vorrichtung aus einer umlaufenden Kontaktscheibe besteht, durch welche ein zwischen deren Bürsten liegender Widerstand zeitweise kurzgeschlossen wird, wird erfindungsgemäß die Umdrehungsgeschwindigkeit der Kontaktscheibe, die Länge der Kontaktbahn auf dem Scheibenrande und auch die Größe des die Stromänderung bewirkenden Widerstandes oder dgl. regelbar gemacht, zum Zwecke, bei Röntgenröhren verschiedener Härte die Zeitdauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Belastungen gleicher Intensität, das Verhältnis der Zeitdauer der großen und geringen Belastung sowie das Verhältnis der Intensitäten dieser verschieden großen Belastungen in günstigster Weise wählen zu können.
(D. R. P. Nr. 268 260.)

Dr. Julius Edgar Lilienfeld in Leipzig beschreibt eine weitere Ausbildung der durch das D. R. P. Nr. 256 534 geschützten Röntgenröhre. Die Elektroden der Primärentladung liegen derart außerhalb oder nahe an der Grenze des Dunkelraumes der Sekundärentladung, daß die Primärentladung außerhalb dieses Dunkelraumes verlaufen kann in weiter Entfernung von der Sekundärkathode. Die Primärkathode 3 (Fig. 4), welcher durch 3·3″ Heizstrom zugeführt wird und Anode 4 bestimmen den Verlauf der Primärentladung in tunlichst großer Entfernung von der Sekundärkathode. Zur Primärentladung braucht man niedere Spannung, für die Sekundärentladung hohe Spannung, deren Pluspol an 4·4′ und deren Minuspol an 1 angelegt wird. Die an 1 erzeugten Kathodenstrahlen bringen beim Aufprallen auf der Antikathode 2 die Röntgenstrahlung hervor. Eine oder beide Elektroden der Primärentladung stehen von der Sekundärkathode 1 aus gesehen ganz oder zum Teil im Schatten der Antikathode 2. (D. R. P. Nr. 268 597.)

Die Siemens & Halske Akt.-Ges. in Berlin und Wien beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von Wolframantikathoden für Röntgenröhren, welches darin besteht, daß ein der zu gewinnenden Antikathode entsprechendes, zweckmäßig aus Wolframmetallpulver durch Pressung hergestelltes Stück Wolfram im elektrischen Lichtbogen geschmolzen und dann frei erkalten gelassen wird, so daß es infolge der Oberflächenspannung die Gestalt eines Körpers mit konvexer Oberfläche annimmt. Ein Verfahren zur Befestigung des Wolframspiegels ergibt sich dadurch, daß man in das mit einem Loch versehene Wolframstück einen Stab aus Wolframmetall einführt und mit diesem durch Schmelzen im Lichtbogen vereinigt.
(Ö. P. Nr. 62 702.)

Eine von der Firma Veifa-Werke Vereinigte Elektrotechnische Institute Frankfurt-Aschaffenburg m. b. H. in Frankfurt a. M. erfundene Röntgenröhre kennzeichnet sich dadurch, daß deren Antikathode durch eine Kühlflüssigkeit, die durch Preßluft im Innern derselben zerstäubt wird, gekühlt wird. Die zerstäubte Flüssigkeit im Innern der Antikathode wird direkt auf die Rückwand der durch den Aufprall der Kathodenstrahlen stark erwärmten Fläche derselben zur Ausströmung gebracht.
(D. R. P. Nr. 265.593.)

Eine Erfindung des Dr. Frederick A. Lindemann in Berlin bezieht sich auf eine Vorrichtung zur selbsttätigen Regelung des Gasdruckes in Vakuum- oder Röntgenröhren. Sie besteht in der für die Regenerierung von Röntgenröhren bekannten Anordnung eines festen oder flüssigen Körpers mit vollständig umkehrbarer Reaktion in Verbindung mit einer Temperaturregelungsvorrichtung, welche es ermöglicht, diesen Körper während des Betriebes der Röhre stets auf der gleichen Temperatur zu erhalten, so daß während der Erzeugung der Strahlen ein dem gewünschten Druck entsprechender Zustand erhalten bleibt, wobei die Dampf- bezw. Dissoziationsspannung des entstehenden Gases im Gleichgewicht ist. (D. R. P. Nr. 268 290.)

Dr. Robert Fürstenau in Berlin gibt ein Verfahren zur Erzeugung von Röntgenstrahlen beliebig einstellbarer Härte unabhängig vom Vakuum an. Die Regelung des Härtegrades wird allein durch die ionisierende Wirkung eines von außen her auf elektrischem Wege auf hohe Temperaturen erhitzbaren Heizkörpers hervorgerufen. Der Heizkörper ist innerhalb einer Elektrode der Röhre, insbesondere der Antikathode, angeordnet. (D. R. P. Nr. 271 306.)

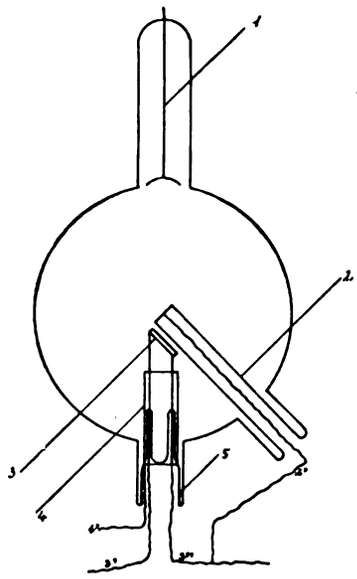


Fig. 4.

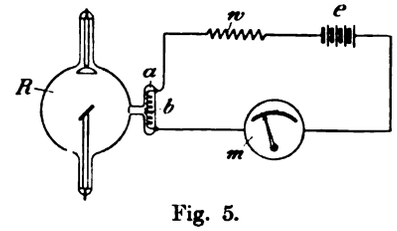


Fig. 5.

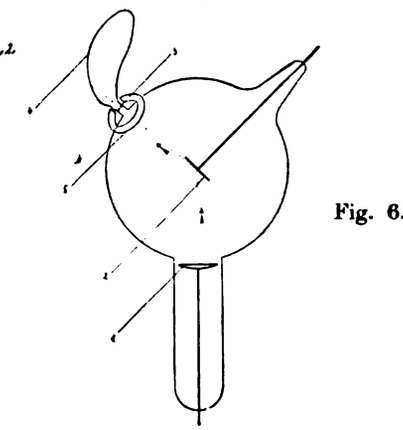


Fig. 6.

Gegenstand einer Erfindung der Siemens & Halske Akt.-Ges. in Berlin stellt ein Verfahren zum Messen der Härte von Röntgenröhren dar, welches darin besteht, daß die mit dem Gasdruck in der Röhre *R* (Fig. 5) veränderliche Temperatur eines im Hohlraum der Röhre befindlichen und von einem elektrischen Strom konstanten Effektivwertes durchflossenen oder an eine Spannung konstanten Effektivwertes angelegten Leiter *b* oder einer mit der Temperatur des Leiters veränderlichen physikalischen Größe, zweckmäßig mittels elektrischer Meßverfahren gemessen wird. Der Meßleiter befindet sich in einer mit dem Raum der Röntgenstrahlenerzeugung kommunizierenden Nebenröhre *a*, wobei diese von den im Betrieb sich erwärmenden Teilen der Röhre möglichst weit entfernt angeordnet ist, so daß der Meßleiter weder von Röntgenstrahlen, noch von sekundären Kathodenstrahlen getroffen wird. (D. R. P. Nr. 268 890.)

Eine Erfindung des Dr. Julius E. Lilienfeld in Leipzig beruht darauf, daß der Härtemessung der Röntgenstrahlen die Beurteilung der Geschwindigkeit derjenigen reflektierten und sekundären Kathodenstrahlen zugrunde gelegt wird, welche gleichzeitig mit Röntgenstrahlen von dem Brennpunkte auf der Antikathode in den Raum emittiert werden. Der Härtemesser (Fig. 6) besteht nun darin, daß ein hinreichend scharf begrenztes Bündel der von der Antikathode 2 kommenden Kathodenstrahlen herausgeblendet (durch Blende 3) und eine Ablenkung eines von diesem Bündel verursachten Fluoreszenzfleckes bewirkt wird. Die Ablenkung des Fleckes wird durch einen permanenten, fest mit der Röhre verbundenen Magneten 5 hervorgebracht.
(D. R. P. Nr. 268 108.)

Dr. Robert Fürstenau in Berlin baut eine Vorrichtung zur Messung der Röntgenstrahlenmenge, bei welcher die Röntgenstrahlung von einer Auffangvorrichtung aus geeigneten Material aufgefangen und das Potential der letzteren infolge der bekannten Strahlenwirkung entsprechend der auffallenden Röntgenstrahlenmenge verändert wird. Die Erfindung besteht darin, daß zwischen Auffangplatte und Meßapparat ein aus mehreren miteinander durch Gelenke verbundenes Rohr aus Metall angeordnet ist, in dessen Innern ein Leitungsdraht so ausgespannt ist, daß er bei Lageänderung der einzelnen Rohrteile seine Lage zu den ihn umgebenden Rohrwandungen nicht ändert. Durch diese Vorrichtung ist es möglich, die Lage der Auffangvorrichtung beliebig den jeweiligen Verhältnissen anzupassen, ohne daß dabei infolge von Kapazitätsänderungen oder dgl. eine Beeinflussung des Meßresultates eintritt. (D. R. P. Nr. 269 836.)

Den Gegenstand einer Erfindung des Dr. Georg Rupprecht in Hamburg bildet ein Intensimeter zur Messung der Strahlungsenergie von Röntgenröhren, und zwar besteht die Erfindung in der Schaffung einer Normaleinheit und ihrer Verwendung in einem Intensimeter. Eine Fläche wird mit einem Gemisch überzogen, das aus einer fluoreszierenden (am besten mit der Vergleichsschirmmasse identischen) Masse und einem die Fluoreszenz erregenden, zum Beispiel radioaktiven Material besteht. Die Messung der Röntgenstrahlenintensität mittels dieser Normaleinheit erfolgt derart, daß in einem Intensimeter, dessen Gesichtsfeld in an sich bekannter Weise geteilt ist, der eine Teil das Bild der Normaleinheit enthält, während in dem anderen Teil in an sich bekannter Weise das Bild des durch bekannte optische Mittel mehr oder minder abgeschwächten Lichtes des zum Leuchten gebrachten Schirmes erscheint.
(D. R. P. Nr. 272 239.)

(Schluß folgt.)

Schluß der Redaktion am 2. Juni 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 13. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Die elektrotechnische Industrie im Jahre 1913.
Von Emil Honigmann 501
Tarifbildung beim Verkaufe elektrischer Energie.
Von Dipl.-Ing. Robert Arbeiter, Wien (Schluß) . . . 507
Internationale Elektrotechnische Kommission (I. E. C.) . . 512
Rundschau:
Elektrizitätswerke, Anlagen 513
Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger . . 513
Dynamomaschinen, Transformatoren 513
Stromverteilung 514
Elektrische Beleuchtung 514
Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen 514
Funkentelegraphie und -Telephonie 514
Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 515
Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie 515
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 515
Chronik 515
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Elektrische Apparate (Schluß). Elektrische Meßinstrumente. Telephonie 517
Briefe an die Redaktion 520
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *317—336*

Die elektrotechnische Industrie im Jahre 1913.

Für den Jahresbericht der Niederösterreichischen Handels- und Gewerbekammer

von **Emil Honigmann.**

I. Allgemeines.

Bei den feinverästelten Beziehungen der Elektrotechnik zu fast allen Teilen der modernen Zivilisation ist es nur natürlich, daß wie Blüte und Gedeihen auch Schmerzen und Nöte des allgemeinen Wirtschaftslebens sich in der Geschäftslage der elektrotechnischen Gewerbe widerspiegeln. So konnten diese auch nicht von den verhängnisvollen Folgen der Orientwirren verschont bleiben, obwohl die Mannigfaltigkeit und Vielseitigkeit ihres Arbeitskreises, ihre Unentbehrlichkeit für viele Lebensnotwendigkeiten und ihre gesunde finanzielle Organisation sicher die Wirkungen der kritischen Zeitläufte abgeschwächt haben. Das Jahr 1913 hat ihnen sogar eine Sensation gebracht, die unter anderen Umständen sicher einen gewaltigen Aufschwung verursacht hätte, so aber nur zu heftigen Kämpfen innerhalb ihrer eigenen Sphäre Anlaß bot. Es ist nämlich gelungen, die in den letzten Jahren Schlag auf Schlag sich folgenden Verbesserungen der Glühlampen von den 3 W pro NK konsumierenden Kohlenfadenlampen über Osmium-, Tantal-, Wolframfaden- bis zur Metalldrahtlampe durch die Konstruktion der sogenannten „Halbwattlampe" zu krönen, in der man eine neue starke Lichtquelle mit einer Helligkeit bis zu 3000 NK und einem Stromverbrauch von nur 0·5 W pro NK geschaffen hat. Während man aber glauben sollte, daß eine derartige Erfindung den sie exploitierenden Fabriken reichen Gewinn abwerfen müßte, ist beinahe das Gegenteil der Fall gewesen. Es entwickelte sich ein so heftiger Konkurrenzkampf innerhalb der Glühlampenindustrie, daß die nicht ganz fest fundierten Fabriken hart um ihre Existenz kämpfen müssen. Auch das Installationsgewerbe profitierte bisher wenig von dem Fortschritte, da der ungestüme Wettbewerb die Lampenfabriken schon längst veranlaßt hat, sich unter Umgehung der Installateure direkt an das Privatpublikum zu wenden. Auf der anderen Seite litt auch das Installationsgewerbe außerordentlich unter der Lähmung der Bautätigkeit, bildet doch die Einrichtung elektrischer Anlagen in den Neubauten mit ihr Hauptabsatzgebiet. Die allgemeinen schlechten Zeiten wirkten auch auf die Wohnungsinstallationen zurück, da das große Publikum sich in seinen Ausgaben sehr einschränkte und auch ein geringer Wohnungswechsel stattfand. Die größeren Installateure hatten wieder darüber viel zu klagen, daß behördliche Bestellungen so gut wie ganz ausblieben und daß sich auch die Großfirmen infolge des schlechten Geschäftsganges um Arbeiten geringeren Umfanges bewarben, die sie unter besseren Verhältnissen den Installateuren zu überlassen pflegen. Die Industrie investierte nur das Allernotwendigste und um die wenigen zu vergebenden Objekte entbrannte ein so heißer Kampf, daß die Abschlüsse in vielen Fällen zu Preisen getätigt wurden, bei denen von Nutzen kaum noch die Rede sein konnte. Offiziell wurde zwar der gemeinsam vereinbarte Teuerungszuschlag aufrecht erhalten, de facto aber wurde er durch Rabatte und andere Vergünstigungen paralysiert. Wenn trotzdem der finanzielle Erfolg der großen Gesellschaften nicht unbefriedigend war, so liegt dies darin, daß dieselben noch mit der Ausführung im Vorjahre abgeschlossener und begonnener großer Arbeiten beschäftigt blieben, daß ferner einzelne bedeutendere Aufträge infolge finanzieller Beziehungen zu günstigeren Bedingungen abgeschlossen werden konnten und daß schließlich auch für die Bemessung der Dividenden aus Gründen der Gleichmäßigkeit latente

Digitized by Google

Reserven zu Hilfe genommen werden konnten. Übrigens dürfen die großen Firmen einen zu weit gehenden Pessimismus auch nicht aufkommen lassen, weil derselbe auf die Stimmung ihrer Auftraggeber rückwirken müßte und weil schließlich die elektrotechnische Industrie über soviel innere Kraft, Gesundheit und Chancen verfügt, daß sie auch in schlechten Zeiten die Hoffnung auf neue Blüteperioden nicht aufgeben darf. Bricht sich doch die Erkenntnis immer mehr Bahn, daß die Nation in der aus den Wasserkräften, Kohlenfeldern und Mooren gewinnbaren elektrischen Energie einen fast unerschöpflichen und noch lange nicht genügend ausgebeuteten Schatz besitzt und daß in Stadt und Land, Wohnung und Werkstatt es noch reichlich für die Einführung elektrischen Lichtes und elektrischer Kraft zu tun gibt. Vor allem macht der Zentralenbau immer noch Fortschritte. Im Jahre 1913 sind im ganzen wohl nur gegen

Zahlentafel I. **Außenhandel.**

Mengen und Werte der in der gesamten Gruppe XLI behandelten elektrischen Maschinen und Apparate und elektrischen Bedarfsartikel.

Monat	Monatsnachweis							
	Einfuhr				Ausfuhr			
	q		K		q		K	
	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913
Jänner	5 350	6 176	3 012 376	3 239 823	3 334	2 242	992 438	853 172
Februar	5 925	5 698	3 452 034	3 009 458	2 502	2 551	896 566	849 492
März	6 060	4 748	3 164 867	2 586 841	2 673	2 647	826 382	950 278
April	6 711	5 424	3 389 114	2 733 733	3 650	2 893	924 030	855 169
Mai	5 444	5 556	2 944 686	2 675 339	3 265	2 719	1 061 324	767 682
Juni	7 711	5 237	3 464 515	2 600 998	3 033	2 586	1 068 235	871 645
Juli	6 791	4 975	3 560 141	2 927 331	4 319	2 951	1 417 361	981 530
August	6 310	6 287	3 292 903	2 970 342	3 144	3 049	1 057 972	995 878
September	6 409	5 907	3 340 221	3 273 811	3 512	3 756	1 180 629	1 316 829
Oktober	7 157	5 296	4 064 086	3 130 624	3 040	3 398	1 159 567	1 337 418
November	5 761	6 925	3 385 972	3 651 326	2 428	3 323	913 133	1 204 539
Dezember	6 367	5 794	3 432 416	3 483 412	3 094	3 196	1 164 732	1 147 038

Zahlentafel III. **Außen-**

Tarif-Nr.	Warenbenennung	Zoll in K	Ein- Mengeneinheit: 1 q in K		
			1911	1912	1913
539 *a*	Dynamomaschinen usw. im Stückgewichte von 25 *kg* und darunter	50	780	710	710
539 *b*	von mehr als 25 *kg* bis 5 *q*	50	—	—	—
	„ „ „ 25 „ „ 2 *q*	40	430	365	365
	„ „ „ 2 *q* „ 5 *q*	32	290	260	260
539 *c*	„ „ „ 5 *q* „ 30 *q*	27	210	210	210
539 *d*	„ „ „ 30 *q* „ 80 *q*	25	180	180	180
539 *e*	über 80 *q*	20	165	165	165
	Dynamomaschinen zusammen				
540 *a*	Telegraphen- usw. Apparate, im Stückgewichte von 5 *kg* oder darüber	120	300	300	300
540 *b*	unter 5 *kg*	200	540	540	540
540 *a*	Telephone und Mikrophone im Stückgewichte von 5 *kg* oder darüber	120	1 220	1 200	1 200
540 *b*	unter 5 *kg*	200	1 480	—	—
	nebst zugehörigen Blitzschutzvorrichtungen	140	1 700	1 700	1 700
540 *a*	Blitzschutzvorrichtungen usw. im Stückgewichte von 5 *kg* oder darüber	120	500	500	500
540 *b*	unter 5 *kg*	200	800	800	800
540 *a*	Meß- und Zählapparate usw. im Stückgewichte von 5 *kg* oder darüber	120	1 500	1 450	1 450
540 *b*	unter 5 *kg*	200	2 200	2 000	2 000
541	Schalt- und Kontaktvorrichtungen usw.	150	680	680	680
542	Montierte Fassungen usw.	200	520	520	520
543	Apparate, elektrische usw.	120	600	600	600
	von mehr als 10 *kg* bis 25 *kg*	80	600	600	600
	„ „ „ 25 „ „ 2 *q*	45	500	500	500
	„ „ „ 2 *q*	30	400	400	400
542	Bogenlampen usw.	200	700	700	700
	Glüh- u. dgl. elektrische Lampen	200	2 500	2 500	2 500
	Montierte Glaskörper usw.	120	10 500	10 500	10 500
544 *a*	Kabel usw. mit Metallbewehrung	48	160	171	171
544 *b*	„ „ ohne „ mit Papier	60	170	196	196
544 b_2	„ „ „ „ „ Kautschuk	70	480	545	545
544 b_3	„ von Gespinstfäden	145	890	915	915
	„ „ Seide in Verbindung usw.	90	210	235	235
545	Akkumulatoren usw.	36	120	115	115
546 *a*	Beleuchtungskohle usw.	40	226	226	226
546 *b*	Elektroden usw.	24	60	226	226
	andere elektrische Kohlen	24	120	1 000	1 000

Digitized by Google

50 Werke zur Eröffnung gelangt oder zum Ausbau gekommen gegen 93 im Vorjahre, doch befinden sich noch sehr bedeutende Überlandzentralen im Bau, wie das Elektrizitätswerk Ebenfurth der Stadt Wien, das Wiestalwerk der Stadt Salzburg, die Myra-Werke für Wr.-Neustadt, die weite Gebiete mit ihren Netzen umspannenden Elektrizitätswerke Ostböhmens (Parschnitz), Reichenberg, Kratzau, Siercza, Faalwerke usw. Andere bedeutende Unternehmungen befinden sich im Projektierungsstadium, zum Beispiel die Versorgung Mährens durch ein Landeselektrizitätswerk, worüber noch zu sprechen sein wird. Die Überlandzentralenbewegung, also die Versorgung weiter Gebiete mit elektrischer Energie nimmt auch in Österreich so große Dimensionen an, daß die Fabriken, welche Kraftmaschinen für Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft herstellen, ernste Besorgnisse zu hegen beginnen. So wie die elektrische Lampe dem Gaslicht und neuerdings sogar der Petroleumlampe ihr Absatzgebiet immer mehr streitig macht, so verdrängt der Elektromotor mehr und mehr die kleinen und mittleren Dampfmaschinen, Explosions- und Wärmemotoren, obwohl auch diese, durch den Wettbewerb angespornt, fortschreitend sich vervollkommnen und zu einer Vollendung gediehen sind, die man früher kaum für möglich gehalten hätte.

Zahlentafel II. **Außenhandel. Wachstum.**

Monat	Einfuhr K		Ausfuhr K	
	1912	1913	1912	1913
Jänner	3 012 376	3 239 823	992 438	853 172
Februar	6 464 410	6 249 281	1 889 004	1 702 664
März	9 629 277	8 836 122	2 715 386	2 652 942
April	13 018 391	11 569 855	3 639 416	3 508 111
Mai	15 963 077	14 245 194	4 700 740	4 275 793
Juni	18 802 702	16 372 897	5 801 260	5 146 123
Juli	22 362 843	19 300 228	7 218 621	6 127 653
August	25 655 746	22 270 570	8 276 593	7 123 531
September	28 995 967	25 544 381	9 457 222	8 440 360
Oktober	33 060 053	28 675 005	10 616 789	9 777 778
November	36 446 025	32 326 331	11 529 922	10 982 317
Dezember	39 878 441	35 809 743	12 694 654	12 129 355

Die Einfuhr hat dem Werte nach im Jahre 1913 gegenüber dem Jahre 1912 um rund 10·2%, die Ausfuhr in der gleichen Zeitperiode um rund 4·5% abgenommen.

II. Gestaltung der Absatzverhältnisse auf dem inländischen Markte.

Durch die zunehmende Verbreitung der elektrischen Anlagen wächst naturgemäß auch der Bedarf an elektrotechnischen Installations- und Betriebsmaterialien, der sich

handel.

fuhr			Ausfuhr					
Handelswert in Kronen			Mengeneinheit: 1 q in K			Handelswert in Kronen		
1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913
1 829 100	2 442 400	2 117 930	510	520	520	38 250	108 680	93 600
—	—	—	290	250	250	334 660	437 750	585 000
5 455 840	5 905 700	4 035 440	—	—	—	—	—	—
1 469 720	1 380 080	1 133 600	—	—	—	—	—	—
1 974 000	1 602 930	1 551 480	190	190	190	226 860	504 830	483 360
344 340	532 260	496 260	160	160	160	31 520	172 640	229 120
687 555	1 182 060	1 232 220	145	145	145	—	78 155	99 760
11 760 555	13 045 430	10 566 930				631 290	1 302 055	1 490 840
52 260	34 200	48 000	250	250	250	20 250	44 750	20 000
81 540	97 740	69 120	430	430	430	46 440	113 950	48 590
106 140	156 000	147 600	1050	1000	1000	288 750	205 000	220 000
17 760	—	—	1300	1300	1300	130 000	149 500	176 800
409 700	564 400	613 700	—	—	—	—	—	—
32 500	43 500	43 500	320	320	—	3 200	640	—
56 800	48 000	54 400	—	—	—	—	—	—
756 640	943 840	976 320				488 640	513 840	465 390
2 272 500	2 699 900	2 262 000	980	950	950	37 240	53 200	70 300
4 681 600	5 050 000	4 136 000	1450	1250	1250	37 700	57 500	53 750
1 096 840	1 417 120	1 143 080	630	630	630	65 520	252 000	161 280
282 360	392 080	386 360	430	430	430	55 470	52 030	52 890
2 563 200	3 537 600	3 424 200	480	480	480	809 280	1 349 280	1 923 360
675 000	1 003 800	1 045 800	—	—	—	—	—	—
1 895 500	2 848 000	3 038 000	—	—	—	—	—	—
461 200	759 600	1 211 200	—	—	—	—	—	—
13 928 200	17 708 100	16 646 640				1 005 210	1 764 010	2 261 580
352 100	424 900	222 600	420	420	420	302 820	419 160	404 880
3 592 500	5 655 000	5 377 500	625	625	625	6 260 000	6 595 000	5 811 250
210 000	210 000	357 000	6000	6000	6000	240 000	216 000	234 000
4 154 600	6 289 900	5 957 100				6 802 820	7 230 160	6 450 130
57 600	67 032	53 865	70	80	80	360 430	537 600	323 360
4 590	6 076	28 028	160	180	180	55 360	189 720	63 720
61 440	117 720	145 515	205	230	230	45 920	57 500	10 120
53 400	80 520	58 560	210	235	235	149 940	366 835	381 170
65 310	91 180	79 665	--	—	—	—	—	—
242 340	362 528	365 633				611 650	1 151 655	778 370
73 680	144 095	65 550	95	95	95	81 700	90 060	31 635
793 938	998 920	855 410	104	104	104	538 408	628 888	640 120
39 082	17 628	36 160	42	42	42	14 784	12 306	7 770
28 560	368 000	340 000	80	80	80	16 320	1 680	3 520
861 580	1384 548	1 231 570				569 512	642 874	651 410

Digitized by Google

Zahlentafel IV. **Außenhandel 1911 bis 1913 (Monatsübersicht). Einfuhr.**

Monat	Elektrische Maschinen						Schwachstromapparate						Elektrische Starkstromapparate						Lampen					
	Menge in q			Wert in Kronen			Menge in q			Wert in Kronen			Menge in q			Wert in Kronen			Menge in q			Wert in Kronen		
	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913
Jänner	2776	3117	3440	1 005 940	1 101 590	1 021 415	46	60	70	48 300	61 530	85 500	1198	1341	1955	1 016 800	1 250 560	1 516 880	151	217	193	385 920	470 630	493 500
Februar	2503	3082	3031	872 900	1 158 330	966 110	38	56	53	45 090	58 120	63 220	1172	1704	1776	974 000	1 663 850	1 376 900	140	216	188	347 700	501 675	451 800
März	2256	3593	2417	884 230	1 201 095	834 395	59	69	44	59 220	77 940	55 260	1194	1600	1727	946 220	1 283 420	1 262 320	107	215	143	314 520	522 170	333 900
April	2259	3937	2864	828 340	1 306 960	905 385	41	100	88	48 445	90 580	82 340	1016	1898	1615	955 940	1 480 860	1 322 420	128	189	156	295 740	416 650	284 600
Mai	2299	3040	3110	877 060	1 166 970	952 065	75	64	92	67 620	70 350	106 000	1148	1746	1838	899 360	1 377 040	1 272 520	112	132	101	262 080	274 875	246 900
Juni	2849	4873	2871	701 370	1 305 845	416 175	105	50	75	81 695	52 340	68 500	1240	1866	1624	990 150	1 728 450	949 860	129	166	176	125 950	293 700	421 800
Juli	3248	3916	2456	1 142 310	1 348 950	801 690	72	78	78	55 150	94 440	81 800	1270	2052	1765	1 007 830	1 631 020	1 313 120	172	249	236	418 465	523 000	597 800
August	3622	3485	3753	1 208 195	1 232 450	1 034 130	82	79	68	70 710	77 960	81 880	1277	1950	1937	1 037 670	1 540 360	1 361 080	171	207	155	364 295	468 700	388 100
Septem.	3125	3570	2910	1 042 665	1 215 730	865 760	78	77	99	71 600	87 380	86 720	1408	1968	2158	1 132 450	1 436 200	1 504 860	170	300	282	397 325	632 000	682 200
Oktober	3876	3685	2603	1 253 665	1 347 560	824 385	75	99	102	73 300	97 220	114 320	1657	2235	1751	1 352 350	1 657 840	1 310 610	239	415	317	559 805	959 900	736 300
Novemb.	3513	2906	3757	1 248 100	1 001 585	1 046 545	77	108	93	84 270	98 720	81 160	1847	1947	2268	1 685 390	1 607 680	1 671 650	191	312	303	453 045	690 000	723 900
Dezemb.	3244	3395	2816	1 176 510	1 093 765	898 875	64	66	65	62 960	83 260	69 620	1746	1923	2192	1 519 820	1 650 240	1 784 420	252	253	253	559 175	535 900	596 300

Monat	Kabel und Drähte						Akkumulatoren						Kohlen					
	Menge in q			Wert in Kronen			Menge in q			Wert in Kronen			Menge in q			Wert in Kronen		
	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913
Jänner	43	39	74	8 886	12 270	26 300	61	42	17	7 930	5 040	2 040	334	350	427	74 212	74 936	94 188
Februar	44	50	98	10 199	17 600	34 720	25	302	25	3 250	36 240	3 000	437	515	527	96 178	110 054	113 708
März	60	49	112	15 265	16 750	37 000	54	57	10	7 020	6 840	1 200	356	477	295	73 638	104 012	62 766
April	99	170	158	16 823	34 450	48 660	56	60	279	7 280	7 200	33 480	443	357	264	72 846	77 514	56 848
Mai	63	68	109	15 619	18 180	35 930	34	168	25	4 420	20 160	3 000	292	226	281	58 578	48 226	58 934
Juni	73	80	139	31 168	23 220	67 688	48	274	34	3 460	32 880	2 130	405	402	318	55 388	82 730	201 550
Juli	65	100	75	27 680	32 370	23 791	59	28	18	7 080	3 360	2 070	258	368	347	55 908	78 992	107 000
August	177	91	102	35 890	26 540	23 343	22	85	19	2 640	10 200	2 185	211	413	253	45 552	91 854	79 624
September	44	77	93	14 200	26 540	23 371	59	93	16	7 080	11 160	1 840	292	324	349	61 948	69 186	109 060
Oktober	57	129	79	20 500	30 160	19 354	52	80	23	6 240	9 600	2 645	520	514	421	107 848	111 578	123 010
November	81	72	50	19 790	22 890	14 160	90	40	69	10 800	4 800	7 935	543	386	409	103 652	81 806	117 976
Dezember	80	172	39	26 590	70 500	11 316	54	24	35	6 480	2 880	4 025	317	534	394	69 310	116 872	106 846

Ausfuhr

Monat	Elektrische Maschinen						Schwachstromapparate						Elektrische Starkstromapparate						Lampen					
	Menge in q			Wert in Kronen			Menge in q			Wert in Kronen			Menge in q			Wert in Kronen			Menge in q			Wert in Kronen		
	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913
Jänner	100	449	304	29 580	96 755	67 690	46	52	28	42 400	52 630	22 640	122	179	155	59 640	94 760	80 120	1000	985	960	715 640	645 880	597 310
Februar	121	459	448	32 560	93 230	96 940	50	31	43	47 660	28 860	40 610	166	170	221	82 850	88 800	110 700	679	944	819	502 880	635 680	486 455
März	213	387	173	58 480	87.785	46 920	63	48	45	53 085	37 400	33 250	185	135	395	91 490	71 850	201 540	823	706	912	566 710	501 480	550 570
Apr	141	498	372	39 620	115 120	99 440	105	48	67	111 560	36 980	59 370	205	207	468	105 270	107 490	233 530	994	787	535	667 600	507 340	330 160
Mai	208	396	575	60 620	98 460	125 535	40	74	30	35 280	44 370	29 020	201	343	299	99 120	175 560	149 080	762	999	560	537 320	660 140	340 205
Juni	140	476	257	21 720	90 830	37 030	51	12	53	30 790	6 710	35 160	184	259	437	90 760	132 590	209 960	835	1079	703	470 130	472 005	423 430
Juli	323	1009	677	75 660	190 665	146 540	23	79	27	20 150	58 260	20 190	136	702	285	68 840	351 450	145 070	786	1018	860	536 280	627 450	534 675
August	171	783	973	44 880	160 680	195 805	30	49	48	24 950	22 440	40 470	82	273	274	41 600	144 330	137 790	1024	956	834	695 660	630 645	525 850
Septemb.	288	655	1414	65 180	146 400	245 650	42	44	61	36 885	33 940	57 960	134	306	293	66 740	157 330	147 160	916	1040	1090	620 660	627 905	767 340
Oktober	336	333	634	81 100	84 850	137 920	53	134	50	43 430	71 540	46 940	139	330	673	71 770	167 320	345 480	1243	1276	1105	835 620	676 640	696 295
Novemb.	241	258	743	64 500	67 600	157 550	40	69	47	30 249	54 660	41 420	199	271	487	100 120	140 680	242 490	897	895	974	665 600	559 055	611 345
Dezemb.	288	447	614	70 280	111 800	133 820	31	126	33	25 810	76 300	38 360	200	248	516	105 530	128 250	258 660	815	1079	949	538 340	684 895	586 495

Monat	Kabel und Drähte						Akkumulatoren						Elektrische Kohlen					
	Menge in q			Wert in Kronen			Menge in q			Wert in Kronen			Menge in q			Wert in Kronen		
	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1911	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913
Jänner	316	969	266	34 280	87 172	33 080	106	110	2	10 070	10 450	190	512	590	527	89 822	101 910	52 142
Februar	225	369	446	26 595	51 023	55 625	61	10	36	5 795	950	3 420	666	519	538	118 212	89 430	55 742
März	516	692	317	55 005	98 744	36 830	3	12	68	285	1 140	6 460	567	692	737	93 258	120 750	75 708
April	506	1299	780	56 875	123 472	65 765	78	185	10	7 410	17 575	950	403	626	661	67 404	105 170	65 954
Mai	711	1263	795	72 265	113 720	75 040	254	6	6	24 130	570	570	483	184	454	83 590	31 436	46 782
Juni	477	555	532	27 883	51 454	102 915	15	87	1	1 425	8 265	95	270	565	603	47 246	— 129 536	61 800
Juli	454	1080	571	47 628	140 965	80 630	39	54	13	3 705	5 130	1 235	359	377	518	57 238	36 456	53 190
August	722	896	388	63 342	79 430	40 950	90	10	35	8 550	950	3 325	354	177	497	53 002	17 182	51 68
September	223	570	518	23 004	86 980	60 955	30	294	32	2 850	27 930	3 040	571	603	348	99 032	62 650	35 114
Oktober	556	810	419	54 857	78 915	57 900	98	112	43	9 310	10 640	4 085	627	225	474	108 328	22 298	48 738
November	775	698	551	68 272	63 690	99 955	75	40	37	7 125	3 800	3 515	360	197	472	61 508	20 488	47 724
Dezember	938	384	479	97 251	42 535	68 725	11	27	50	1 045	2 565	4 750	561	783	555	92 772	79 152	56 828

Zahlentafel V. **Einfuhr nach Herkunftsländern spezialisiert.**

Stat. Nr.	Warenbenennung	Gesamtmenge in q		Belgien		Deutsches Reich		Frankreich		Großbritannien		Italien		Schweden		Schweiz		Verein. Staaten		Retourwaren	
		1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913
	Dynamomaschinen usw.																				
1628	von 25 kg oder darunter	3.440	2 983	—	—	2911	2534	—	—	—	—	144	87	—	—	—	—	134	158	—	—
	Stück	20.956	17.211	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1629	von mehr als 25 kg bis 5 q	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Stück	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	„ „ „ 25 kg „ 2 q	16 180	11 056	—	—	15 258	10 492	—	—	—	—	—	—	—	—	381	268	—	—	—	—
	Stück	18 685	13 030	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	„ „ „ 2 q „ 5 q	5 308	4 360	—	—	4661	3822	—	—	—	—	—	—	—	—	466	356	—	—	—	—
	Stück	1 503	1 289	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1630	„ „ „ 5 q „ 30 q	7 633	7 388	—	—	6868	6312	—	—	—	—	—	—	—	—	525	728	—	—	—	—
	Stück	597	623	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1631	„ „ „ 30 q „ 80 q	2 957	2 757	—	—	2072	2036	—	—	—	—	—	—	—	—	821	622	—	—	—	—
	Stück	49	49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1632	über 80 q	7 164	7 468	—	—	5894	5898	—	—	—	—	—	—	—	—	1270	1570	—	—	—	—
	Stück	35	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Telegraphenapparate usw.																				
1633	von 5 kg oder darüber	114	160	—	—	103	149	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1634	unter 5 kg	181	128	—	—	178	126	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Telephone und Mikrophone																				
1635	von 5 kg oder darüber	130	123	—	—	123	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1636	unter 5 kg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	nebst zugehörigen Blitzschutzvorrichtungen	332	361	12	44	309	267	—	—	—	—	—	—	8	33	—	—	—	—	—	—
	Blitzschutzvorrichtungen (exkl. Blitzableiter)																				
1637	von 5 kg oder darüber	87	87	—	—	84	87	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1638	unter 5 kg	60	68	—	—	58	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Meß- und Zählapparate																				
1639	von 5 kg oder darüber	1 862	1 560	—	—	1798	1519	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1640	unter 5 kg	2 525	2 068	—	—	2451	1938	—	—	—	—	—	—	—	—	52	95	—	—	—	—
	Schalt- und Kontaktvorrichtungen																				
1641	bis zu 250 g	2 084	1 681	—	—	2044	1659	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1642	**Bogenlampen**	607	318	—	—	580	307	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1643	**Glüh- und andere elektrische Lampen**	2 262	2 151	—	—	2136	2071	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1644	**Montierte Fassungen**	754	743	—	—	651	670	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1645	Montierte Glaskörper für elektrisches Licht	20	34	—	—	19	34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1646	**Elektrische Apparate**	5 896	5 707	—	—	5587	5384	—	—	—	—	—	—	—	—	105	109	—	—	—	—
	von mehr als 10 bis 25 kg	1 673	1 743	—	—	1540	1596	—	—	—	—	—	—	—	—	64	81	—	—	—	—
	„ „ „ 25 kg bis 2 q	5 696	6 076	—	—	4987	5383	—	—	200	233	196	138	—	—	232	213	—	—	—	—
	„ „ „ 2 q	1 899	3 028	—	—	1786	2633	—	—	58	76	—	—	—	—	18	277	—	—	—	—
	Kabel und isolierte Drähte																				
1647	mit Metallbewehrung	392	315	—	—	153	179	—	—	30	51	71	65	—	—	—	—	—	—	—	—
1648	ohne Metallbewehr. m. Isloation von Papier	31	143	—	—	31	141	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1649	ohne Metallbewehrung mit Isolation von Kautschuk	216	267	—	—	195	239	—	—	—	—	11	16	—	—	—	—	—	—	—	—
1650	von Gespinstfäden	88	64	—	—	86	64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	von Seide in Verbindung usw.	388	339	—	—	362	305	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1651	Akkumulatoren usw.	1 253	570	—	—	1232	532	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Elektrische Kohlen																				
1652	Beleuchtungskohle usw.	4 420	3 785	—	—	4086	3698	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1653	Elektroden usw.	78	160	—	—	73	37	—	—	—	31	—	—	—	—	—	—	—	90	—	—
1654	andere elektrische Kohlen	368	340	—	—	274	299	32	24	58	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

leider nur zu sehr zersplittert. Da die Elektrizität in unserem Leben eine so große Rolle spielt, ist irrtümlich die Meinung verbreitet, daß die mit ihrer Verwertung sich beschäftigenden Gewerbe auch großen finanziellen Gewinn abwerfen, zumal in die Öffentlichkeit immer nur Nachrichten von den hervorragenden Erfolgen der Riesenkonzerne dringen, nicht aber von der unendlichen Kleinarbeit und dem schweren Kampfe der mittleren und kleineren Betriebe. Es ist eine in der Branche allgemein bekannte Tatsache, daß ein überwiegend großer Teil der Installationsfirmen keinen oder einen nur sehr beschränkten Kredit verdient. Um den Bedarf der gut fundierten Installateure, der Zentralen und der Industrien, ja teilweise schon sogar der Privatkunden streitet aber eine unübersehbare Menge von Lieferanten. Viele Fabriken, welche gar nicht der Elektrotechnik angehören, haben jetzt die Herstellung einzelner ihrer Fabrikation nahestehenden elektrotechnischen Artikel aufgenommen; so werden Litzen und Schnüre von Posamentieren, Fassungen, Schalter, elektrische Koch- und Heizapparate von Metallwarenfabriken, kompliziertere Apparate von Mechanikern usw. auf den Markt geworfen, die ohne tiefere Sachkenntnis die marktgängigen Modelle recht und schlecht nachbauen und zu billigen Preisen anbieten und diejenigen Firmen, welche Unsummen auf Konstruktionen, Versuche und Erfahrungen ausgegeben haben, um die Früchte ihrer Arbeit bringen. Nicht nur die in Österreich sich langsam aber erfreulich entwickelnden Spezialfabriken und die durch ihre Qualitätswaren renommierten führenden deutschen Spezialfirmen, sondern auch ungezählte deutsche, schweizerische, ja sogar italienische zum Teil elektrotechnische Artikel nur nebenbei erzeugende Häuser, die ihren Absatz vergrößern wollen, überschwemmen das Land mit ihren Offerten und bewirken dadurch nur, daß die ohnehin gedrückten Preise oft bis zu einem verlustbringenden Niveau fallen. Da infolge der erhöhten Konkurrenz die Anstrengungen und damit die Kosten der Akquisition immer mehr gesteigert werden und sich der Bedarf auch auf immer mehr Verkäufer verteilt, wird eine Schädigung der Solidität unumgänglich. Die Sicherheitsvorschriften, die der Elektrotechnische Verein erläßt, bilden wohl ein gewisses Korrektiv gegen allzu schlechte Ware und Montage, aber der Drang Geschäfte zu machen ist stärker und zwingt die meisten, weniger auf die Qualität als auf die Preise zu sehen. Eine Verbesserung dieser Zustände wäre nur durch eine Organisie-

Digitized by Google

rung des Vertriebes zu erreichen, die aber bei der Vielseitigkeit der in Betracht kommenden Artikel kaum jemals zustandekommen wird.

Trotz alledem war der Absatz in der ersten Hälfte des Berichtjahres noch einigermaßen zufriedenstellend. Es lagen eben noch zahlreiche bedeutende halb oder gar nicht abgewickelte Aufträge vor. Auch glaubte man damals, daß die gefürchteten Folgen des Balkankrieges ausbleiben und dem Friedensschluß ein rascher Aufschwung sich anschließen würde. Es wurden mehrere Kapitalsvergrößerungen vorgenommen; so erhöhten die Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke ihr Aktienkapital von 24 auf 30 Millionen Kronen, die A. E. G.-Union Elektrizitäts-Gesellschaft das ihre von 16 auf 20 Millionen Kronen, die Stern & Hafferl A.-G. von 6 auf 8 Millionen Kronen. Die Glühlampenfabrik „Watt" wurde in eine Aktien - Gesellschaft mit 2 Millionen Kronen um-

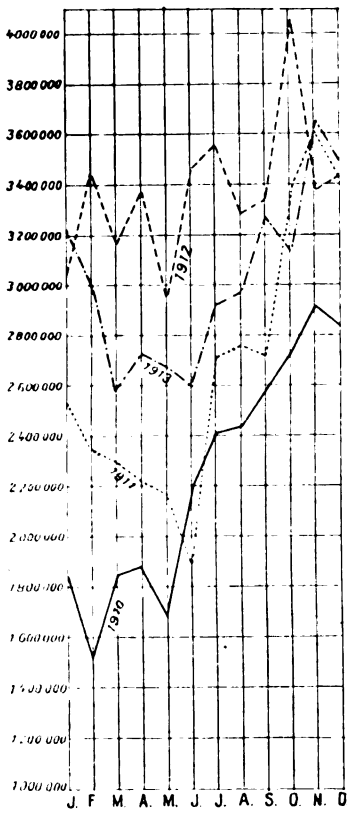


Fig. 1. Außenhandel. Einfuhr.

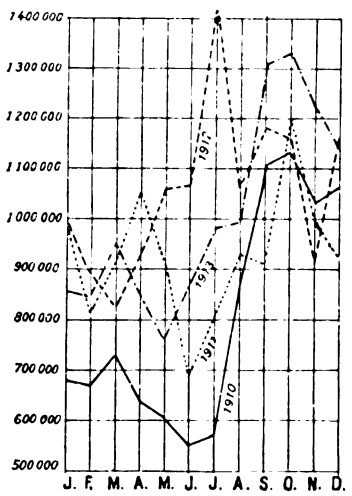


Fig. 1 *a*. Außenhandel. Ausfuhr.

gewandelt. Auch die Baseler Bauunternehmungsfirma Alb. Buss & Co., welche in Graz eine Zweigniederlassung besitzt und große elektrische Kraftanlagen in Steiermark gebaut hat, gründete unter Mitwirkung des Wiener „Merkur" die „Österreichische Baugesellschaft für Verkehrs- und Kraftanlagen" mit vorläufig 1 Million Kronen Kapital. Die Kreditanstalt wandelte einen Teil des der Dalmatinischen Wasserkraft-Gesellschaft „Kerka" vor zwei Jahren eingeräumten Hypothekarkredits in der Höhe von 3 Millionen Kronen in Aktienkapital um. Die Vereinigte Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, die eine größere Anzahl von elektrischen Zentralen und Bahnen kontrolliert, erwarb die Majorität der Aktien der Mähr.-Ostrauer Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, welche früher zum Ganz-Konzern gehört hatte. Mit der fortschreitenden Depression hatten aber alle Firmen Mühe, ihre Fabriken ausreichend zu beschäftigen, besonders litten alle Unternehmungen auch unter dem schlechten Geldeingang. Die außerordentlich langsame Zahlweise der Behörden gab zu großer Unzufriedenheit Anlaß und der Staat, der verspätete Steuereingänge durch hohe Zinsen und Gebühren bestraft, scheute sich nicht, ein weit über das vertraglich ausbedungene Maß gehendes Ziel zu beanspruchen; bei Gemeinden war zum Teil das Inkasso noch schwieriger. Verluste, insbesondere in Galizien und Ungarn blieben selbst bei vorsichtigster Gebarung nicht aus und mancher Lieferant sah sich genötigt, infolge seiner traurigen Erfahrungen sich selbst von solchen Kunden zurückzuziehen, denen er ein Jahr vorher unbedenklich Kredite von einigen tausenden Kronen gewährt hatte. Die schwierige Situation der Installateure und ihre Ursachen sind bereits erwähnt worden. Dieselben klagen auch darüber, daß in der Provinz ihnen vielfach Anschlußarbeiten an öffentliche Elektrizitätswerke teils wesentlich erschwert teils völlig verboten werden. Dies ist auf die zuweilen berechtigte Anschauung der Werksleitungen zurückzuführen, daß sich unter den Installationsfirmen eine Anzahl solcher befinde, die weder technisch noch kaufmännisch ihrer Aufgabe gewachsen sei; deshalb wird auch angestrebt, die Konzessionserteilung an strengere Bedingungen zu knüpfen. Ein diesbezüglicher Entwurf wird im Handelsministerium vorbereitet. Eine weitere Erschwernis besteht darin, daß die mächtigen Kon-

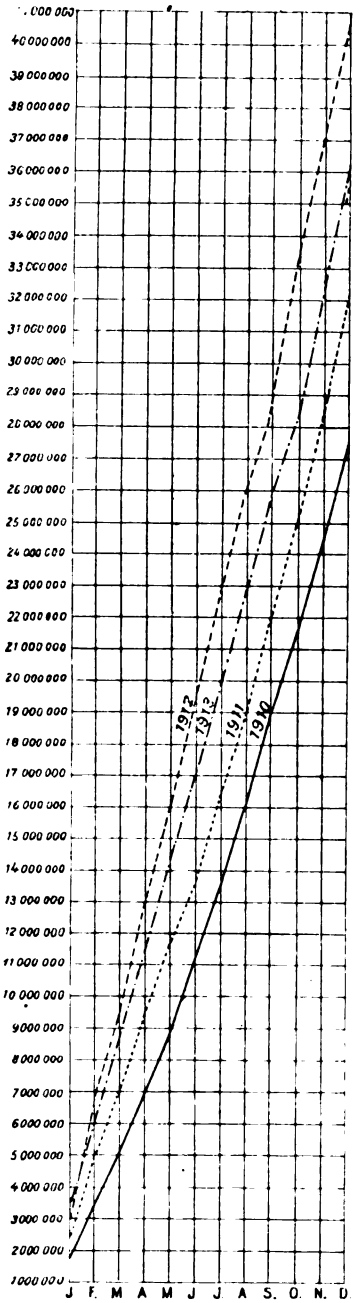


Fig. 2. Außenhandel. Wachstum.

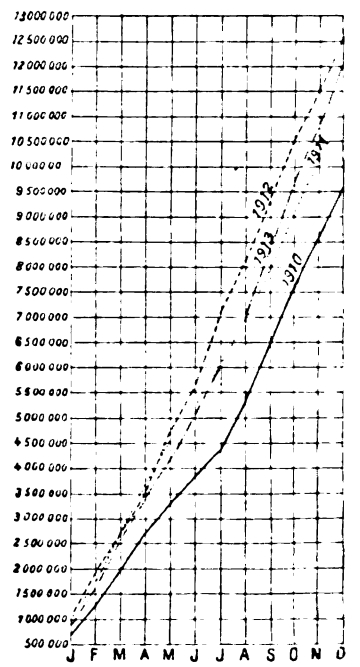


Fig. 2*a*. Außenhandel. Wachstum. Ausfuhr.

zerne sich offene oder versteckte Lieferungs- und Installationsmonopole zu sichern wissen und dadurch den Markt für andere Lieferanten wesentlich einengen. Die Lieferungen an die Großindustrie sind den Spezialfabriken und Händlern fast ganz verschlossen, weil bei der Vergebung von Aufträgen fast immer bestehende Personen- und Bankverbindungen ausschlaggebend sind. Bei der Gelegenheit sei auch des hier wie in anderen Branchen üblichen und schon öffentlich wiederholt zur Dikussion gestellten Mißbrauches gedacht, der darin besteht, daß die Vergebung der Aufträge vielfach an die Bedingung eines Gegengeschäftes geknüpft wird, also ein Rückfall in die Wirtschaftsperiode

Digitized by Google

des Tauschsystems. Daß durch solche Beschränkungen der Absatzmöglichkeit diejenigen Firmen, welche sich weder auf finanzielle Beziehungen berufen noch statt Geld Ware einzutauschen in der Lage sind, im Wettbewerb auch manchmal, um sich zu behaupten, zu Mitteln greifen, welche vor einer höheren kaufmännischen Moral nicht bestehen können, ist nicht verwunderlich und deshalb gehören Fälle illoyaler Konkurrenz, Schmiergelder usw. auch in unserer Industrie nicht zu den Seltenheiten. Verkaufsorganisationen bestehen hier nur in geringem Maße. Wie bereits erwähnt, haben die großen Firmen sich über gemeinsame Lieferungsbedingnisse und Anrechnung eines 10%igen Teuerungszuschlages geeinigt, doch wird durch Sondervergünstigungen dies Bestreben zur Hebung der deroutierten Preise vielfach illusorisch gemacht. Das seit Jahren bestehende internationale Syndikat der Glühlampenfabriken ist gekündigt worden und vom Frühling 1914 an werden die Kohlenfadenlampenfabriken sich auf offenem Markte wieder bekämpfen. Zu einer Kartellbildung in der Metallfadenlampenbranche dürfte es voraussichtlich in absehbarer Zeit nicht kommen. Offenbar besteht das Bestreben der führenden Firmen darin, durch fortlaufende Preisunterbietungen die kleineren Fabriken zu ruinieren und wenn der Markt von diesen gesäubert ist, die Preise zu diktieren. Da heute von Spezialfabriken fast alle Bestandteile der Lampen, insbesondere auch der Draht, beziehbar sind, erfordert die Einrichtung von Glühlampenfabriken nicht mehr die hohen Investitionskapitalien wie früher, so daß auch zahlreiche weniger bemittelte Firmen sich diesem Fabrikationszweige zuwenden konnten. Der Kampf wird voraussichtlich also noch längere Zeit dauern. Der Markt wurde auch durch andere Maßnahmen, insbesondere patentrechtlicher Natur beunruhigt und die einheimischen Fabriken hatten Mühe, das eingeschüchterte Publikum bis zur Austragung der Streitigkeiten zu Kunden zu behalten. Daß die neue Halbwattlampe von vornherein zu verhältnismäßig sehr billigen Preisen auf den Markt geworfen wurde, ist schon berichtet worden. Die Kabel- und Drahtfabriken haben außer dem Bleikabelkartell eine Vereinbarung über die Konstruktion und Abstufung der verschiedenen Sorten und über die Grundpreise sowie über die Staffelung der Rabatte getroffen, also eine nicht gerade straffe, immerhin aber nützliche Verkaufsorganisation inauguriert. Ferner ist auch eine Preiskonvention bezüglich des Verkaufes von Isolierrohren zustande gekommen. Andere Verkaufs- und Preisvereinbarungen bestehen in der Branche nicht.

(Fortsetzung folgt.)

Tarifbildung beim Verkaufe elektrischer Energie.

Von Dipl.-Ing. **Robert Arbeiter**, Wien*).

(Schluß von Heft 23, Seite 492.)

Der Doppeltarif verfolgt den Zweck, das Maximum der Zentrale tunlichst zu reduzieren und bietet damit dem Stromabnehmer außerhalb der Sperrzeit — der Hauptbelastungszeit des Werkes — wesentlich niedrigere Strompreise, damit er seinen Energiebedarf möglichst in dieser Zeit befriedigt. Es wird sogar in einzelnen Fällen so weit gegangen, daß der Konsument auf Grund besonderer Abmachungen während der Sperrzeit überhaupt keinen Strom beziehen darf und sind für diesen Zweck automatisch wirkende Sperrschalter konstruiert worden.

Im allgemeinen erfolgt die Umschaltung im Zähler von einem Tarif auf den anderen automatisch mit Hilfe einer Uhr. Die Sperrzeiten beginnen bei uns meist je nach der Jahreszeit zwischen 4 und ½7 Uhr nachmittags und endigen um 9 Uhr abends. Der Strompreis innerhalb der Sperrzeit schwankt gewöhnlich zwischen 40 und 70 h, außerhalb derselben zwischen 20 und 40 h.

Dieser Tarif hat wegen der hohen Zählerkosten in noch höherem Maße den Nachteil aller Zählertarife, der darin besteht, daß er für Kleinkonsumenten nicht in Frage kommt. In einer Reihe von Werken wurden mit demselben gute Erfolge erzielt, während von anderer Seite wieder beobachtet wurde, namentlich dann, wenn im Orte auch Gas vorhanden war, daß in der Zeit des starken Konsums von der elektrischen zur Gasbeleuchtung übergegangen wurde, wodurch dem Werke die Einnahmen aus dem höheren Strompreise entgingen. Man kann dem nun wieder durch Gewährung eines Benutzungsdauerrabattes entgegenarbeiten, doch verliert diese Berechnungsart dann schon vollkommen die Übersichtlichkeit.

Es sind eine Reihe guter Vorschläge gemacht worden, die alle den Zweck verfolgen, den teuren Doppeltarifzähler sowie die mit dem Aufziehen desselben eventuell verbundene Arbeitsleistung zu umgehen. Mohl schlägt die Verwendung eines Stromrelais vor, welches bei starker Inanspruchnahme der Beleuchtungsanlage, zum Beispiel Einschalten der Schaufensterbeleuchtung in Geschäften, automatisch die Umschaltung des Zählers vornimmt. Auch ist versucht worden, die Umschaltung von Hand aus in der Weise durchführen zu lassen, daß mit dem Handschalter, welcher die Hauptbeleuchtung einschaltet, gleichzeitig die Umschaltung auf das Zählwerk für Lichttarif erfolgt. Meines Wissens haben die beiden vorgenannten Vorschläge größere Bedeutung bisher nicht gewonnen, obwohl sie in vielen Fällen sicher vorteilhaft Anwendung finden können.

Wir empfinden bei allen Zählertarifen als mehr oder weniger beengend für die Propagierung der Elektrizität jene Auslagen, welche der Kunde für die Aufstellung, Instandhaltung, Ablesung und Kontrolle (Eichung) des Zählers zu entrichten hat.

Bei größeren Anlagen fällt dieser Umstand immer weniger ins Gewicht, kommt jedoch um so mehr zur Geltung, je mehr man sich bemüht, auch in Kleinwohnungen und auf dem flachen Lande, also unter der armen Bevölkerung, die Anwendung der Elektrizität für Beleuchtungs- und Kraftzwecke einzuführen.

Nehmen wir beispielsweise an, daß in einer Anlage drei Glühlampen zu 16 Kerzen, eine Glühlampe zu 25 Kerzen mit einem gesamten Installationswert von 80 *W* während 500 Stunden pro Jahr in Benutzung stehen. Der Strompreis pro *kWh* betrage 60 h, die Zählermiete pro Jahr K 6. Der Stromkonsument verbraucht demnach pro Jahr 40 *kWh* und bezahlt im Mittel $\frac{(24+6)\,.\,100}{40} = 75$ h pro *kWh*. Das Elektrizitätswerk liefert 40 *kWh* Nutzverbrauch plus 13 *kWh* Eigenverbrauch des Zählers, also insgesamt 53 *kWh* und erhält hiefür K 24, wenn wir annehmen, daß die Selbstkosten des Werkes für Instandhaltung, Erneuerung usw. des Zählers, mit K 6 jährlicher Miete gedeckt sind. Der Strompreis, den das Elektrizitätswerk bezahlt bekommt, stellt sich demnach auf $\frac{24\,.\,100}{53} = 45{\cdot}2$ h. Setzen wir diesen Strompreis mit dem vorher berechneten in Vergleich, so ergibt sich das unmittelbare Resultat, daß durch den Einbau des Zählers die Stromkosten um rund 66% erhöht wurden. — Es könnte daher bei Fortfall des Zählers die Benutzungsdauer der Anlage von 500 Stunden auf 830 erhöht werden, ohne daß das Elektrizitätswerk den ge-

*) Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein in Wien am 4. Februar 1914.

Digitized by Google

ringsten Schaden hätte. Unter Annahme obigen Strompreises und eines Satzes von 6 *h* für bewegliche Kosten der Elektrizitätserzeugung erreichen wir einen Betrag der Grundtaxe von K 325. Ermitteln wir hieraus unter Benutzung der im Anfange genannten Gleichungen die Stromkosten für 2000 Benutzungsstunden, so ergibt sich ein Kilowattstundenpreis von $\frac{325 + 2000 \,.\, 0{\cdot}06}{2000} = 22{\cdot}3$ h.

Bei einem Anschlußwert von 80 *W* und 2000 Benutzungsstunden betragen somit die gesamten Stromkosten

$$0{\cdot}08 \,.\, 2000 \,.\, 0{\cdot}223 = \text{K } 35{\cdot}5.$$

Aus dieser Rechnung ergibt sich die Tatsache, daß bei Fortlassung des Zählers eine Erhöhung der gesamten Stromausgaben um nur 18%, eine Steigerung der Benutzungsdauer auf den vierfachen Wert ermöglicht. Bei Wasserkraftanlagen liegen die Verhältnisse noch wesentlich günstiger, da die veränderlichen Kosten, welche im vorliegenden Falle reichlich angenommen wurden, fast ganz in Wegfall kommen. Auch die festen Kosten sind mit einem Betrage eingesetzt, welcher wesentlich über dem Durchschnittswert liegt. Es ist hiebei zum Teil darauf Rücksicht genommen, daß der Gleichzeitigkeitskoeffizient bei kleinen Beleuchtungsanlagen erheblich größer ist als bei großen, und unter Umständen bis nahe an 1 heranrücken kann.

Aus dem Ergebnis dieser Rechnung läßt sich ohne weiteres die Berechtigung des Pauschaltarifs herleiten.

Im Gegensatze zum Zählertarif ist das hervorstechende Charakteristikum des Pauschaltarifs das Fehlen jeglicher Messung des Energieverbrauches. Die Festsetzung des Pauschalpreises stützt sich vielmehr entweder auf die direkt bestimmte Höhe des Belastungsmaximums einer Anlage oder auf eine Reihe schätzungsweise angenommener Daten, welche einen Anhalt über die Höhe des Stromverbrauches, die Benutzungsdauer des Anschlußwertes, die Lage des Konsums im Tagesdiagramm usw. geben. Hiebei ist die Variation des Preises je nach dem Verwendungszweck fast ganz allgemein.

Anfänglich begegnete man dem Pauschaltarif mit großem Mißtrauen und nur widerwillig, fast gezwungen, entschlossen sich viele Werke zur Einführung desselben. Die äußerst günstigen Erfahrungen jedoch, welche mit demselben fast durchwegs gemacht wurden, soferne die Pauschalpreise von vorneherein richtig kalkuliert waren, hatten eine stets steigende Anwendung desselben zur Folge.

In diesem Zusammenhange sei speziell das Elektrizitätswerk Linz erwähnt, welches im Februar 1912 die Einführung des Pauschalsystems unter gleichzeitiger Verwendung von Strombegrenzern bewerkstelligt hat und damit einen außerordentlichen Erfolg erzielte. Die Veränderung bezw. Steigerung der Einnahmen zeigt die folgende Zusammenstellung:

	Einnahmen in Kronen		
Jahr	Zähler	Pauschal	Gesamt
1911	644 014	—	644 014
1912	658 614	69 949	728 563
1913	531 700	272 955	804 655

Pauschaliert werden Anlagen mit einem Pauschalwert von 50 bis 300 *W*, und zwar muß das Pauschale mindestens 40% des Anschlußwertes betragen.

Der Pauschalpreis beträgt ohne Installation für 10 Watt K 6 pro Jahr, mit Installation inklusive Beleuchtungskörper und erster Lampe, alles in einfachster Ausführung für 10 Watt K 7·20 pro Jahr.

Die Installationskosten gehen hiebei zu Lasten des Mieters.

Es ist hier gleichzeitig mit dem Pauschaltarif das System der sogenannten Freiinstallation zur Ausführung gekommen, worauf später noch näher eingegangen werden soll.

Der Hauptvorteil des Tarifs, welchem er auch seine ganz außerordentliche Beliebtheit verdankt, ist die Einfachheit und die absolute Sicherheit, mit welcher der Konsument in der Lage ist, die ihm erwachsenden Kosten im voraus zu bestimmen. Das meist in gleichen Monatsraten erfolgende Inkasso schützt ihn vor größeren Ausgaben, namentlich während der Winterszeit, in welcher der Stromverbrauch ein größerer ist.

Für das Elektrizitätswerk erscheint der Pauschaltarif günstig, weil es die Jahreseinnahmen direkt übersehen kann, vor Verlusten durch das gewöhnlich im voraus erfolgende Inkasso bewahrt bleibt und überdies noch Zinsengewinn erzielt. Ferner werden durch den Fortfall der Zählerverluste, der Zählerablesungen, der Kontrolleichung sowie die Vereinfachung der gesamten Verwaltung, Buchhaltung usw. nicht unerhebliche Ersparnisse erzielt. Nicht zu übersehen ist ferner die große werbende Kraft, welche der Tarif in zweckmäßiger Verbindung mit einem Gratisinstallationssystem auszuüben vermag.

Als Nachteil des Pauschaltarifes gilt der Umstand, daß das Elektrizitätswerk in Unsicherheit über die Benutzungsdauer des Anschlusses und daher des Stromverbrauches ist und daß diese Unsicherheit in dem Maße sich steigert, als die im Hausgebrauch zur Anwendung kommenden Stromverbraucher an Zahl und Verbreitung zunehmen. Ferner können leicht Betrügereien dadurch vorkommen, daß andere Stromverbraucher als vom Werke zugestanden verwendet werden. Um sich gegen zu hohe Ausnutzung des Anschlusses zu sichern, hat eine Reihe von Werken in ihren Stromlieferungsbedingungen Bestimmungen aufgenommen, ähnlich den folgenden:

Bei Überschreitung der zugestandenen jährlichen Benutzungsdauer erfolgt eine Erhöhung des Pauschalpreises oder es erfolgt Kündigung des Pauschalvertrages und Aufstellung eines Zählers usw. Speziell letzteren Vorbehalt der Kontrolle durch einen Zähler findet man fast allgemein; er scheint auch die praktischeste Maßnahme, da alle übrigen Vorschriften den Pauschaltarif nur wieder unnötig komplizieren und meist wenig Erfolg haben. Allen sonstigen Betrügereien sucht man einerseits durch Maßnahmen, wie Anwendung unverwechselbarer Fassungen usw. sowie durch folgende Bestimmungen zu steuern: Wenn mehr Lampen oder solche von höherer Kerzenzahl brennen als vereinbart, so wird der doppelte Betrag in Rechnung gestellt, in einem anderen Falle der zehnfache Betrag oder es tritt entsprechende Mehrberechnung ein. Vielfach wird mit Stromentziehung, Lösung des Vertrages oder ganz allgemein mit Geltendmachung von Schadenersatzansprüchen gedroht. Alle diese Vorschriften werden für besondere Verhältnisse in gewissem Maße ihre Berechtigung haben, im allgemeinen werden sie das Werk, je größer es ist, desto mehr durch häufig vorzunehmende Kontrollen, unliebsame Differenzen mit der Kundschaft usw. in wenig angenehmer Weise belasten.

Man geht diesen Schwierigkeiten aus dem Wege, wenn man nicht die Anzahl der Lampen bezw. deren Kerzenstärke pauschaliert, wie dies bei uns noch fast allgemein üblich ist, sondern ein bestimmtes Maximum an Energie, welches durch Einbau eines sogenannten Strombegrenzers bestimmt wird. Diese Art der Pauschalierung bietet den großen Vorteil, daß sie keinerlei Beschränkung hinsichtlich der Zahl und Größe der installierten Lampen aufweist und dem Stromabnehmer die Entscheidung über die Art und

Digitized by Google

Weise der Verwendung vollkommen überläßt. Dem steht allerdings der Nachteil gegenüber, daß der Konsument tatsächlich nur über dieses Maximum auch in jenen vereinzelten Fällen verfügen kann, in welchen er seine Installation in größerem Umfange benutzen will. Dieser Nachteil ist aber nicht so bedenklich, da er für Kleinkonsumenten kaum eine Rolle spielt und ihm andererseits durch zweckentsprechende Wahl des Maximums leicht begegnet werden kann. Trotzdem hat eine Reihe von Werken besondere Einrichtungen und Maßnahmen getroffen, um nach dieser Richtung entgegenkommen zu können. Bei dem früher erwähnten Elektrizitätswerk Linz kann dem Konsumenten ausnahmsweise gegen Erlag von K 1·50 die Ausschaltung des Strombegrenzers und die volle Benutzung der Installation während eines Abends bewilligt werden.

Für Verwendung des Pauschalbezuges gewisse Belastungsgrenzen festzusetzen, ist im allgemeinen nur nach unten gerechtfertigt, und zwar auch nur dann, wenn der Konsument die dem Elektrizitätswerk durch den Anschluß entstehenden Auslagen nicht vergütet. Nach oben wird eine Begrenzung schon automatisch dadurch erfolgen, daß ein richtig aufgestellter Pauschaltarif von einer gewissen Höhe der Belastung an ungünstiger wird als der Zählertarif.

Die Pauschalpreise für Licht schwanken innerhalb sehr weiter Grenzen, ungefähr zwischen K 12 und 50 für eine Lampe zu 50 *W*, je nach den Herstellungskosten des Stromes und je nach der vereinbarten Benutzungsdauer. Die Preise sind auch danach verschieden, ob sie auf der Basis des Anschlußwertes oder unter Benutzung eines Strombegrenzers festgesetzt sind. Für motorische Zwecke ist eine Pauschalierung nur dort möglich, wo man die Betriebsdauer und die Betriebszeit einigermaßen sicher übersehen kann. So ist vor allem in landwirtschaftlichen Betrieben eine Pauschalierung vielfach mit Erfolg durchgeführt worden, da man aus der Größe des Grundstückes und der Art der Bebauung desselben einen ziemlich genauen Schluß auf den Stromverbrauch ziehen kann. So gibt B ü g g e l n an, daß in Württemberg der Pauschaltarif für Kraft ziemlich allgemein eingeführt sei, wobei mit einem Satz von im Mittel Mk. 4·50 pro *ha* gerechnet wird. Es ist mit Hilfe des Pauschaltarifs möglich geworden, selbst in dünn besiedelten Gebieten Überlandzentralen noch rentabel zu gestalten, dadurch, daß in einzelnen Anlagen Stromeinnahmen bis zu Mk. 17 pro Kopf und Jahr erzielt wurden, während andere Anlagen mit Zählertarif pro Kopf und Jahr kaum mehr als Mk. 3·50 bis 4 erzielten, in vielen Fällen noch weit weniger. Ist vorwiegend Viehzucht vorhanden, so rechnet man Pauschal nach dem Viehbestand, und zwar pro Stück Vieh im Jahre Mk. 3. Für Pferde werden die doppelten Beträge, für Jungvieh die halben Beträge eingehoben. Der Berechnung wird der Viehbestand am 1. April jedes Jahres zugrunde gelegt, an welchem die ämtlichen Viehzählungen stattfinden. Über die Wahl der Berechnung nach der Grundfläche oder nach dem Viehbestand entscheidet das Elektrizitätswerk. Jeder Stromabnehmer ist verpflichtet, auch Lichtstrom zu beziehen. Die Motoren dürfen während der Hauptbelastungszeit nicht benutzt werden.

G e b ü h r e n t a r i f. Derselbe nimmt, wie schon früher erwähnt, eine Mittelstellung zwischen dem Zählertarif und dem Pauschaltarif ein. A g t h e nennt ihn mit Recht die gerechteste und richtigste Tarifform, die ermöglicht, den Strompreis am besten den Erzeugungskosten anzupassen. Die Strompreisberechnung erfolgt, wie im Anfang bei der Ermittlung der Selbstkosten gezeigt, auf Grund einer festen Taxe, der sogenannten Grundtaxe, und der zusätzlichen oder veränderlichen Kosten. Bereits in den Gründerjahren der Elektrizitätswerke waren in Deutschland und Amerika Stromtarife in Verwendung, welche sich an diese Berechnungsart anlehnten, nur war die Grundtaxe bedeutend niedriger, zirka K 6, und der zusätzliche Strompreis, zirka 95 h, wesentlich höher als im Durchschnitt heute. Dieser Tarif war jedoch beim Publikum sehr unbeliebt, da es die Berechtigung der festen Kosten nicht einsehen wollte. Die Elektrizitätswerke waren daher gezwungen, die feste Taxe im Laufe der Zeit ständig zu verringern und schließlich gänzlich fallen zu lassen, wodurch der Übergang zum reinen Kilowattstundenpreis gegeben war. Den heute gänzlich veränderten Verhältnissen konnte jedoch der Zählertarif sowie der Pauschaltarif auf die Dauer nicht genügen und man begann zuerst auf Seite der Großabnehmer dem Gebührentarif Interesse entgegenzubringen. Dies ist nun wohl natürlich, da es sich hier in den weitaus meisten Fällen um Interessenten handelt, welche über das zum vollen Verständnisse des Gebührentarifs erforderliche technische Wissen verfügen. Weit schwerer ist es, den Tarif in eine solche Form zu bringen, daß er auch für die Allgemeinheit verwendbar wurde. Hier hat nun W a r r e l m a n durch Schaffung des sogenannten Potsdamer Tarifs versucht, den bestehenden Schwierigkeiten zu begegnen. Der Tarif verdankt seine Entstehung dem Bestreben, die Ausnutzung der Elektrizitätsanlagen und somit die Rentabilität derselben zu erhöhen, ohne beim Übergang zur neuen Tarifform das Risiko eines eventuellen Einnahmeausfalles zu haben. Andererseits sollte der Tarif möglichst die Benutzung der vorhandenen Einrichtungen, also vor allem der in Verwendung stehenden Zähler weiterhin gestatten und dabei infolge seiner Eigenart ebenso einen Anreiz für stärkeren Stromverbrauch wie für die Ausführung von Neuinstallationen bilden. Der Tarif fußt auf einer festen Grundtaxe, welche je nach der Zimmerzahl der Wohnungen verschieden festgesetzt ist, und einem zusätzlichen Kilowattstundenpreis von 10 Pfg. Als Unterlage für die Bestimmung des Grundpreises dienten die Beträge, welche die einzelnen Konsumenten im letzten Jahre vor Einführung des Tarifs bezahlt hatten. Die Zahl der abgenommenen Kilowattstunden wurden mit 10 Pfg. multipliziert und der so erhaltene Betrag von den gesamten Stromkosten des letzten Jahres abgezogen. Der so übrigbleibende Betrag bildet nun die Grundtaxe. Unter der im allgemeinen zutreffenden Annahme, daß der Stromverbrauch auch im neuen Jahre der gleiche bleibt, würden demnach auch die Einnahmen sich nicht ändern. Der Umstand jedoch, daß der Mehrverbrauch an Energie nur mit 10 Pfg. pro *kWh* berechnet wird, enthält einen starken Anreiz, den Konsum über das bisherige Ausmaß zu steigern, und auch Räume, wie zum Beispiel Küchen usw., die vielleicht vorher mit Gas beleuchtet waren, nun gleichfalls elektrisch zu beleuchten. Die Grundtaxe ist nach der Zimmerzahl entsprechend abgestuft, außerdem ist hinsichtlich des Installationswertes eine gewisse Begrenzung eingeführt.

Dieser Tarif hat kurz zusammengefaßt die folgenden Vorteile:

1. Er läßt den größten Teil der Einnahmen, zirka 75%, mit Sicherheit übersehen, schützt so das Elektrizitätswerk vor nennenswerten Einnahmeausfällen und hat dem Kunden gegenüber die werbende Kraft des Pauschaltarifs mit der möglichst gleichmäßigen Verteilung der Stromkosten auf die einzelnen Monate.

2. Er enthält bis auf die Festsetzung eines bestimmten Installationsmaximums keine Beschränkung hinsichtlich

Digitized by Google

des benutzbaren Belastungsmaximums, ist also in dieser Hinsicht dem Pauschaltarife mit Strombegrenzer überlegen. Für landwirtschaftliche Überlandzentralen ist er noch dadurch günstig, daß er unter Umständen die Verwendung nur eines Zählers gemeinsam für Licht und Kraft ermöglicht.

3. Der einheitliche Kilowattstundenpreis gestattet die Verwendung von Münzeinwurfzählern, eventuell in Verwendung mit Rabattmarken.

4. Der geringe Zusatzpreis pro *kWh* bildet einen Anreiz für gute Ausnutzung des Anschlusses, also auch Erhöhung der Benutzungsdauer und ermöglicht außerdem die Verwendung elektrischer Heiz- und Kochapparate. Der Jahresverbrauch der angeschlossenen Konsumenten steigt beträchtlich, während der Preis pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde in verhältnismäßig geringerem Maße fällt, wodurch das Nettoerträgnis des Elektrizitätswerkes gehoben wird. Der Tarif hat hingegen, wie alle Zählertarife, den Nachteil der Verwendung eines Zählers und ist daher für Kleinkonsumenten nicht geeignet. Es existiert daher in Potsdam neben dem Gebührentarif auch noch ein besonderer Pauschaltarif. Man hat dem Potsdamer Tarif hauptsächlich noch vorgeworfen, daß der Grundpreis zu hoch und der Zusatzpreis zu niedrig sei, wodurch er direkt als Kampfpreis gegen Gas wirke, außerdem die Elektrizität entwerte. Es sei hiezu gesagt, daß das Wesen des Tarifs ja nicht unbedingt an die für Potsdam angewendeten Sätze gebunden ist und daß es jeder Elektrizitätswerksverwaltung unbenommen bleibt, die Zusatzpreise entsprechend zu erhöhen, wenn sie eine übermäßige Ausnutzung fürchtet oder die Konkurrenz gegenüber Gas mit Rücksicht auf Heizen und Kochen etwas unterbinden will. Was die Entwertung der Elektrizität anbetrifft, so ist, wie W a r r e l m a n selbst sagt, dagegen nichts einzuwenden, solange die erzielten Preise die Nettoeinnahmen des Werkes heben.

Es sind auch Vorschläge gemacht und durchgeführt worden, die Grundtaxe auf der Basis der Wohnungsmiete, derWohnungsfläche (wie in Amerika), der Zahl der Anschlußstromkreise usw., zu bemessen. Letztere Tarifform ist in Hannover zur Ausbildung gekommen.

Alle diese Tarife, mögen sie den Grundpreis bezw. den Zusatzpreis etwas nach oben oder unten festlegen, verfolgen den einen grundliegenden Gedanken, den Strompreis den Erzeugungskosten möglichst anzupassen und gesetzmäßig mit der Benutzungsdauer des Anschlußwertes zu ändern. Dies ist der gesunde und werbende Gedanke in ihnen. Die schönsten Tarife werden zur Popularisierung der Elektrizität nichts beitragen, wenn der Kunde wohl umständliche und unverständliche Berechnungen, aber am Ende des Jahres keine Ersparnis sieht, sei es, daß dieselbe sich tatsächlich in Form geringerer Gesamtkosten oder in Form gleicher Gesamtkosten bei höherem Stromverbrauch geltend macht.

In gleicher Weise sind, glaube ich, auch alle übrigen Bestrebungen zu werten, welche auf eine Popularisierung der Elektrizität abzielen. Eine wirksame Propagierung wird überall dort nennenswerte Erfolge aufweisen, wo die Annehmlichkeit, welche die Verwendung elektrischer Energie bietet, durch entsprechend geringe Kosten oder Zahlungserleichterungen, zum Beispiel Verwendung von Münzeinwurfszählern, erst so recht geschmackvoll gemacht wird. Zu diesen Kosten zählen bei allen schon installierten Anlagen natürlich die reinen Stromkosten und die Zählermiete, während bei den neu zu gewinnenden Anlagen hiezu noch die Auslagen für Herstellung des Hausanschlusses der ersten Installation und der Beschaffung der Beleuchtungskörper kommen. Es läßt sich daher in neuer Zeit bei allen tarifarischen Maßnahmen das Bestreben beobachten, einerseits Strompreis und Zählermiete herabzusetzen, andererseits den Anschluß von minderzahlungskräftigen Konsumenten dadurch zu ermöglichen, daß das Werk den Hausanschluß und die Steigleitungen auf eigene Kosten ausführt Die Kosten für Ausführung der Installation werden noch in den meisten Fällen dem Kunden verrechnet, dem jedoch die Bezahlung derselben durch langfristige Ratenzahlung wesentlich erleichtert wird.

Die Vereinigung der Elektrizitätswerke in Deutschland hat nun, um über den Erfolg der Installationsvergünstigungen, der sogenannten Freiinstallationen, einen Überblick zu gewinnen, im vergangenen Jahre Erhebungen durchgeführt. Es zeigte sich hiebei, daß von 38 Werken, über welche nähere Angaben vorliegen, nur einige über einen vollen Erfolg berichten können. So hat Straßburg 14.000, Bochum 4363, Neusalza 2262 und Eltville 2000 Anlagen auf Grund besonderer Bedingungen installiert. Außerdem ist bei einer Reihe anderer Werke durch Sonderbedingungen der Stromabsatz günstig beeinflußt worden.

Von den vorgenannten 38 Werken installieren neun nach dem sogenannten Beisteuersystem und gewähren Beisteuern in bar, Lieferung von Gratisstrom — ich erinnere an die vorjährigen interessanten Ausführungen von W i k a n d e r hier im Verein — oder kostenlose Ausführung der Installation. 28 Werke haben das System der Ratenzahlung eingeführt, entweder in Form tatsächlicher Teilzahlungen oder in Form eines Zuschlages zum Kilowattstundenpreis usw. Die Zeitdauer der Teilzahlungen schwankt zwischen zwei und zehn Jahren und beträgt im Mittel fünf bis sechs Jahre. Als Gegenleistung für die Gewährung von Freiinstallationen wird seitens der Werke in vielen Fällen eine gewisse Mindestgarantie an Stromeinnahmen verlangt (Mk. 10 bis 20 pro Jahr). Befürchtungen, daß durch häufigen Wohnungswechsel große Verluste entstehen, scheinen sich nicht zu bewahrheiten, da zum Beispiel in Bochum trotz des im Kohlenreviere häufigen Wohnungswechsels zirka 95% aller Mietinstallationen im Gebrauche sind, in Straßburg sogar 97%. Interessant ist ferner die Tatsache, daß überall dort gute Erfolge mit Freiinstallationen erzielt wurden, wo die Anlagen ganz oder zum Teile durch Installateure ausgeführt werden.

Die Frage, welcher Tarif wohl der zweckmäßigste ist und daher in der Zukunft am meisten wird verwendet werden, läßt sich in dieser präzisen Form nicht beantworten. Die Anforderungen, welche die Verwendung elektrischer Energie an die Beweglichkeit eines Tarifs stellt, sind derart vielseitig, daß keiner der bestehenden Tarife ihnen in vollem Maße gerecht zu werden vermag, und es ist auch kaum zu erwarten, daß dies sich jemals ändert. Jeder Tarif hat seine Vor- und Nachteile und wird mit fortschreitender Erkenntnis derselben auf das ihm natürlich zugewiesene Gebiet gedrängt werden. So eignet sich im wesentlichen

1. Der Pauschaltarif mit oder ohne Strombegrenzer für kleine Beleuchtungsanlagen und landwirtschaftliche Betriebe.

2. Der Gebührentarif für mittlere und Großabnehmer.

3. Der Zählertarif mit Benutzungsdauerrabatt, welcher in zweckentsprechender Weise den Erzeugungskosten angepaßt ist, für ungefähr den gleichen Bereich wie der Gebührentarif.

Auf einen Umstand soll zum Schlusse noch besonders hingewiesen werden. Die Gestehungskosten elek-

Digitized by Google

trischer Energie werden wie früher ausgeführt unter sonst gleichen Bedingungen durch zwei Momente beeinflußt:

1. Durch die Anlagekosten, welche bei dem von uns gewählten Beispiel die gesamten festen Ausgaben mit zirka 84% beeinflussen.

2. Durch die laufenden Betriebskosten.

Wenn wir daher der Allgemeinheit billige elektrische Energie zur Verfügung stellen wollen und dies ist vom volkswirtschaftlichen Standpunkte tatkräftigst anzustreben, so müssen wir in erster Linie zweckmäßig und billig bauen und fernerhin auch billig produzieren.

Wir stehen heute im Zeichen der mächtigen Überlandzentralenbewegung, welche durch weitgehendste Zentralisierung in Bau und Betrieb sich diese Grundsätze zu eigen gemacht hat. Möge diese Bewegung im Zusammenhange mit der weiteren Entwicklung der städtischen Elektrizitätswerke das Ideal verwirklichen helfen, welches uns allen vor Augen schwebt: kein Haus, kein Anwesen ohne Elektrizität!

Diskussion.

Dr. Paul Beck: Ich möchte nur kurz zwei Fragen streifen, welche bei der Beurteilung der verschiedenen Tarifformen große Wichtigkeit haben und über die nicht hinweggegangen werden kann.

Die erste betrifft die meiner Ansicht nach vollkommen unrichtige Einführung der Preisstaffelung, wie solche noch heute größtenteils bei den Elektrizitätswerken üblich ist und von dem Herrn Vortragenden gleichfalls eingehend besprochen wurde. Wenn auf die Gesamtstromabnahme nach Überschreiten einer bestimmten Benutzungsstundenzahl ein Rabatt gewährt wird, entstehen in der Tarifkurve Sprünge, welche Sie auch in den Figuren genau sehen und die zur Folge haben, daß der Konsument, wenn er die Benutzungsstundenzahl, bei welcher der höhere Rabatt einsetzt, nur um ein Geringes überschreitet, zufolge des Umstandes, daß der Rabatt auf seinen Gesamtstromkonsum gewährt wird, eine ganze Reihe Kilowattstunden umsonst erhält.

Gegen diese Art der Tarifierung müßte, meiner Ansicht nach, mit der größten Energie angekämpft werden, damit die durch dieselbe verursachten Ungerechtigkeiten aus der Welt geschafft werden.

In zweiter Linie möchte ich bemerken, daß, so richtig auch das Prinzip des Gebührentarifs, wie dasselbe vornehmlich von den Oberschlesischen Elektrizitätswerken eingeführt wurde, ist, auch hierin nicht übermäßig weit gegangen werden darf, was der Herr Vortragende durch seinen Vorschlag bezweckt, wonach diejenige Leistung, welche in derjenigen Tageszeit auftritt, zu welcher die Höchstleistung der Zentrale herrscht, mit einer höheren Grundtaxe belegt werden soll, da hiedurch die Konsumenten von der Benutzung ihrer Anlage zu diesen Tagesstunden noch mehr abgehalten werden; die einfache Folge ist, daß das Maximum der Zentrale bei starkem Kraftkonsum aus der Zeit der Lichtstunden einfach auf eine andere Tagesstunde rückt. Dies ist auch bei den Oberschlesischen Elektrizitätswerken meines Wissens in den letzten Jahren eingetreten und waren dieselben gezwungen, sich dagegen durch Einführung einer Frühsperrzeit zu wehren, wobei es fraglich ist, ob diese Maßnahmen genügen werden, um eine einigermaßen gleichmäßige Verteilung der Zentralenleistung über den vollen Tag zu erzielen.

Ing. L. Rosenbaum: Zu den Ausführungen des Herrn Vortragenden möchte ich zunächst bemerken, daß ich bereits in einer Arbeit über „Die Rentabilität und Tarifbildung der Elektrizitätswerke" in E. u. M. 1912, S. 564 (u. 1025) auf die Mängel des als klassische Arbeit allgemein bekannten Agtheschen Verfahrens hingewiesen habe, insbesondere die Nichtberücksichtigung des Einflusses des sogenannten Verschiedenheitsfaktors der Abnehmer und des täglichen Verlaufes der Belastungskurven der Zentralen. Ich möchte hier jedoch vornehmlich die Praxis der Stromtarife in Österreich kurz zur Sprache bringen, über die ich auf Grund meiner statistischen Arbeiten in E. u. M. 1913, S. 573 berichtete. Es zeigt sich dort, daß nahezu die Hälfte aller Werke mitZählertarifen die Vorzüge des gestaffelten Tarifs noch nicht anerkannt hat und bei dessen primitivster Form, dem Zählertarif ohne Rabatt, verharrt, wodurch deren Rentabilität im ungünstigen Sinne beeinflußt wird. Es kommt dies zum Teile daher, daß, namentlich seitens kleinerer Anlagen, meist die Preisbestimmung nach einer bestimmten Schablone erfolgt und man die Kosten und Mühen der Tarifausarbeitung scheut oder aber deren Ausarbeitung von nichtsachkundigen Personen durchgeführt wird. Solange in dieser Hinsicht nicht eine durchgreifende Änderung eintritt, sind rein theoretische Betrachtungen über Stromtarife von geringen Erfolgen in der Praxis begleitet.

Hermann Schacht führt aus, daß ein Vergleich der Tarife der städtischen Elektrizitätswerke Wien mit den Tarifen anderer Werke zeigt, daß in Wien sowohl für Licht, als auch für Kraft höhere Tarifsätze festgesetzt sind.

Der tarifmäßige Strompreis für Beleuchtung wird jedoch nur für Wohnungen aufrecht erhalten, während für Beleuchtung von Werkstätten und Geschäftslokalen fallweise Ermäßigungen eintreten, welche abhängig sind vom Umfang der Anlage, von der Benutzungsdauer usw. Auch bei Kraftanlagen, deren Tarife kürzlich herabgesetzt worden sind, kommen für Ermäßigungen die vorangeführten Umstände und außerdem noch bei größeren Anlagen die Möglichkeit der Herstellung der Energie in Eigenregie in Frage.

Es wäre zu wünschen, daß die städtischen Elektrizitätswerke den Zeitpunkt der Verstadtlichung der letzten privaten Elektrizitätsgesellschaft zum Anlaß nehmen würden, fixe Tarife zu schaffen, welche derart billig gestellt sind, daß die Konsumenten größere Mengen elektrischer Energie verbrauchen und so die Rentabilität des Elektrizitätswerkes fördern, indem sie gleichzeitig ihre eigene Leistungsfähigkeit erhöhen und der elektrischen Industrie neue Absatzgebiete eröffnen.

Ing. R. Arbeiter: Hinsichtlich der Mängel, welche dem Staffeltarif anhaften, bin ich, wie aus meinen Ausführungen hervorgeht, mit Herrn Dr. Beck einer Meinung und habe darum auch besonders auf den Tarif der Oberschlesischen Elektrizitätswerke hingewiesen, welcher die Unstetigkeit im Verlaufe der Strompreiskurve vermeidet. Es ist jedoch nicht zu verkennen, daß der Staffeltarif in seinem Aufbau ungemein einfach und leicht verständlich ist und daß dies für die Praxis ein entscheidendes Moment darstellt, selbst für den Fall als die Tarifform unverkennbare Mängel besitzt. Wenn, wie Herr Dr. Beck meint, sich bei den Oberschlesischen Elektrizitätswerken durch die Einführung des O. E. W.-Tarifes das Belastungsmaximum von den Abendstunden auf eine andere Tageszeit verschoben hat, so kann dies nur dann als Mißerfolg des Tarifes gelten, wenn bei sonst gleichem Stromabsatz beide Maxima gleich hoch sind. Daß wir mit zunehmender Verwendung der elektrischen Energie für die verschiedensten Zwecke vor allem auch im Haushalte weitere Veränderungen der heute charakteristischen Belastungsdiagramme zu erwarten haben, steht außer Zweifel. Prof. Klingenberg hat in seinem kürzlich vor dem Elektrotechnischen Verein in Berlin gehaltenen, äußerst interessanten Vortrage*), welcher durch umfangreiches Zahlenmaterial unterstützt war, gezeigt, daß der Verlauf des Belastungsdiagrammes in Großstädten, wo das Gesetz der großen Zahl eine gewisse Rolle spielt, eine bestimmte Gesetzmäßigkeit nicht verkennen läßt, jedoch auch gleichzeitig darauf hingewiesen, daß heute die Entwicklung nicht übersehen werden kann, welche eintritt, sobald die Verwendung elektrischer Energie für Heiz- und Kochzwecke allgemein platzgreift.

Herrn Ing. Rosenbaum, welcher mit Recht den geringen Wert rein theoretischer Betrachtungen für die Praxis der Tarifbildung erwähnt, möchte ich erwidern, daß gerade aus diesem Gesichtspunkte der Wert der von Agthe angegebenen Methode nicht hoch genug angeschlagen werden kann, da sie in äußerst einfacher und überaus verständlicher Weise auch dem Laien das grundlegende Prinzip einer gesunden Tarifbildung vor Augen führt und darauf kommt es ja an, wenn die große Menge der Außenstehenden zu einer Änderung ihres bisherigen Verhaltens angeregt werden soll. Wenn Agthe auf den Verschiedenheitsfaktor nicht direkt hinweist, so will ich dies nicht als einen Mangel der Methode, sondern besser als eine Unterlassung bezeichnen, welche dem Umstand zuzuschreiben ist, daß eben in der Praxis eine Reihe von Momenten ohne Rücksicht auf rechnerisch ermittelte Resultate die Preisbildung beeinflußt, wodurch es zweckmäßig erscheint, die Genauigkeit bei der Rechnung nicht weiter zu treiben als dies nach der Genauigkeit der Rechnungsunterlagen gerechtfertigt ist. Daß im Einzelfalle, wenn es sich um den Abschluß eines größeren Stromgeschäftes handelt und alle näheren Bedingungen genau bekannt sind, eine detailliertere Preisberechnung platzgreift, welche die direkten und indirekten Betriebsausgaben berücksichtigt, habe ich ja kurz erwähnt. Wenn Herr Rosenbaum sagt, daß in Österreich noch nahezu die Hälfte aller Werke den Zählertarif ohne Rabatt benutzt, so gibt dies ein falsches Bild der bestehenden Verhältnisse, welches sich sofort zugunsten des Tarifs mit Rabatt verschiebt, wenn der gesamte Geschäftsumfang der Werke, was ja das Ausschlaggebende ist, und nicht die Zahl derselben in Vergleich gesetzt wird. Außerdem gibt es eine Reihe von Werken, welche wohl offiziell in ihren Stromlieferungsbedingungen keinen Rabatt vorsehen, einen solchen in Wirklichkeit aber ihren Konsumenten einräumen.

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 749.

Digitized by Google

Internationale Elektrotechnische Kommission (I. E. C.).

Liste der Symbole.

(Einheits- und Formelzeichen.)

Vorbemerkung: Bereits auf dem Kongreß in London 1908 hat sich die I. E. C. mit der Frage der einheitlichen Symbole beschäftigt, wobei vorerst nur die hauptsächlichsten Prinzipien für eine internationale Vereinheitlichung derselben aufgestellt wurden. Dann wurde auf der Brüsseler Versammlung 1910 eine Liste von wenigen Symbolen zur Besprechung in den einzelnen nationalen Komitees vereinbart und auf dem Turiner Kongreß die einheitliche Bezeichnung der drei Größen des Ohmschen Gesetzes (E, J, R) angenommen. Ein für die Feststellung einer Liste von einheitlichen Bezeichnungen eingesetztes Komitee hat dann in Paris, März 1912, und in Zürich, Jänner 1913, eingehende Beratungen gepflogen und nach Anhörung der einzelnen nationalen Komitees hat dann der Berliner Kongreß, September 1913, die nachstehende Liste der Symbole angenommen.

Das im Jahre 1911 in Turin eingesetzte Komitee umfaßte je einen Vertreter von Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Holland, Italien, Schweiz, Spanien, Vereinigte Staaten von Amerika. In Berlin hat sich das Komitee, das auf zwei Jahre wiedergewählt wurde, durch je einen Vertreter aus Österreich, Dänemark und Norwegen ergänzt.

Allgemeine Grundsätze: Die Zeichen müssen, wenn man mit einer Feder auf Papier, mit Kreide auf einer Tafel, und mit der Schreibmaschine schreibt, deutlich voneinander zu unterscheiden sein. Im Druck ist es ratsam, für die Zeichen eine von dem Text verschiedene Type anzuwenden; zum Beispiel wenn der Text in geraden lateinischen Buchstaben gesetzt ist, sollten die Zeichen in Schrägschrift sein, und umgekehrt. Es ist wünschenswert, daß bei gewöhnlicher Handschrift man nicht gezwungen sein sollte, den Symbolen Anmerkungen hinzuzufügen, um die anzuwendende Type zu bezeichnen. Es sollte möglich sein, die Zeichen zu buchstabieren, wenn man sie auf die Tafel schreibt. Endlich sollte den schon allgemein gebräuchlichen Zeichen der Vorzug gegeben werden. Daraus ersieht man, daß es unmöglich ist, bei gewöhnlicher Handschrift einen Unterschied zwischen lateinischer und Schrägschrift zu machen und daß kleine Rundschrift nicht angewendet werden kann, da sie von ersteren schwer unterschieden werden kann. Man ist übereingekommen, die gotische Schrift, als zu mühsam, nicht in Verwendung zu nehmen. Schließlich sind viele griechische große Buchstaben mit den lateinischen gleich.

Wenn man das Vorhergehende zusammenfaßt, bleiben gegen 100 Zeichen in lateinischer, Kursiv- und griechischer Type zulässig, von welchen mehrere schon für mathematische Zeichen längst in Anspruch genommen werden.

Von den Größen, die für den Unterricht und die Praxis am gebräuchlichsten sind, sind in der folgenden Tabelle die Symbole hiefür und die Bedeutungen, welche für einen Teil derselben festgelegt wurden, angefügt. Man kann in derselben Formel manchmal elektrotechnische Zeichen und auch solche für mechanische oder allgemeine physikalische Größen verwenden; dieser Fall kommt häufig vor bei Gleichungen, welche Masse, Trägheitsmoment, Geschwindigkeit, Dichte, Temperatur, Hitzegrad usw. enthalten. Die I. E. C. empfiehlt daher für diesen Fall, für die physikalischen und mechanischen Größen, die von den Physikern gewöhnlich gebrauchten Zeichen zu verwenden; wenn aber ein solches Zeichen in der Formel schon als elektrotechnisches Zeichen vorkommt, so ist es ratsam, es entweder mit einem Unterscheidungszeichen zu versehen oder die Bezeichnung ganz zu verändern.

Regeln für die Bezeichnung der Größen:

a) Momentanwerte der Größen, die mit der Zeit variieren, sind mit kleinen Buchstaben zu bezeichnen; um Verwechslungen zu vermeiden, können die Größen gegebenenfalls den Index „t“ erhalten.

b) Effektive oder konstante Werte der elektrischen Größen sind mit großen Buchstaben zu bezeichnen.

c) Maximalwerte periodischer elektrischer und magnetischer Größen sind mit großen Buchstaben und dem Index „m“ zu bezeichnen.

d) Erscheint es wünschenswert, die magnetischen von den elektrischen Größen zu unterscheiden, so können die ersteren durch Rundschrift oder sonstige spezielle Letterntypen bezeichnet werden. Die Rundschrift wird nur für magnetische Größen verwendet.

e) Winkel sind mit kleinen griechischen Buchstaben zu kennzeichnen.

f) Ebenso soll man dimensionslose und spezifische Größen mit kleinen griechischen Buchstaben bezeichnen.

In den nachstehenden Tafeln sind die Formeln und Einheitszeichen zusammengestellt.

I. Formelzeichen.

Name der Größe	Symbol	Eventualvorschlag*)
1. Länge	l	L, M, T für Dimensions-Gleichungen
2. Masse	m	
3. Zeit	t	
4. Winkel	$\alpha, \beta, \gamma \ldots$	
5. Beschleunigung d. Schwere	g	
6. Arbeit	A	W
7. Energie	W	U
8. Leistung	P	**)
9. Wirkungsgrad	η	
10. Tourenzahl pro Zeiteinheit	n	
11. Temperatur in Zentigraden	t	ϑ
12. Temperatur, absolute	T	Θ
13. Periode	T	
14. Kreisfrequenz $2\pi/T$	ω	
15. Frequenz	f	ν ***)
16. Phasenverschiebung	φ	
17. Elektromotorische Kraft	E	
18. Stromstärke	I	
19. Widerstand	R	
20. Spezif. el. Widerstand	ρ	
21. Leitfähigkeit	G	**)
22. Elektrizitätsmenge	Q	
23. Elektrostatische Induktion	D	
24. Kapazität	C	
25. Dielektrizitätskonstante	ε	
26. Koeffizient der Selbstinduktion	L	$\mathfrak{L}$
27. Koeffizient der gegenseitigen Induktion	M	$\mathfrak{M}$
28. Reaktanz	X	$\mathfrak{X}$
29. Impedanz	Z	$\mathfrak{Z}$
30. Reluktanz	S	$\mathfrak{R}$
31. Magnetischer Fluß	Φ	$\mathfrak{F}$
32. Magnetische Induktion	B	$\mathfrak{B}$
33. Magnetische Feldstärke	H	$\mathfrak{H}$
34. Magnetische Intensität	J	$\mathfrak{J}$
35. Permeabilität	μ	
36. Suszeptibilität	$\varkappa$	

Rundschrift oder irgendeine Spezialschrift

*) Wenn das Hauptsymbol nicht für passend erachtet wird.
**) Das Österreichische und Deutsche Komitee können hiefür ein zweites Symbol einsetzen.
***) Das Symbol ν wird fallengelassen, wenn das Österreichische und Deutsche Komitee zustimmen.

II. Zeichen für die Maßeinheiten.

Name der Einheit	Zeichen
1. Ampere	A
2. Volt	V
3. Ohm	*)
4. Coulomb	C
5. Joule	J
6. Watt	W
7. Farad	F
8. Henry	H
9. Volt-Coulomb	VC
10. Wattstunde	Wh
11. Volt-Ampere	VA
12. Amperestunde	Ah
13. Milliampere	mA
14. Kilowatt	kW
15. Kilovolt-Ampere	kVA
16. Kilowattstunde	kWh

*) Die I. E. C. empfiehlt hier den Buchstaben O oder Ω anzunehmen; letzterer darf jedoch nicht als Bezeichnung für Megohm dienen.

m Zeichen für milli- (10^{-3}) μ Zeichen für micro- oder micr- (10^{-6})
k Zeichen für kilo- (10^{3}) M Zeichen für mega- oder meg- (10^{6})

1. Exponenten in arabischen Zahlen sollen ausschließlich zur Bezeichnung von Potenzen dienen.

2. Ob die Ganzen von den Dezimalen durch einen Punkt oder ein Komma zu trennen sind, hängt von dem jeweilig in dem betreffenden Land herrschenden Gebrauch ab. Eine Gruppe von drei Ziffern soll aber immer nur durch einen größeren Zwischen-

Digitized by Google

III. Mathematische Symbole und Regeln.

Name	Symbol	Eventualvorschlag
Totales Differential	d	d
Partielles Differential . . .	∂	
Basis der natürlichen Logarithmen	e	ε
Imaginäre Einheit $\sqrt{-1}$ . .	i	j
Verhältnis von Kreisumfang zum Durchmesser . . .	π	
Summenzeichen	Σ	
Integralzeichen	$\int$	

raum und nicht durch Strich oder Beistrich getrennt werden (zum Beispiel 1 000 000)*).

3. Eine Multiplikation von zwei Zahlen oder von durch Buchstaben bezeichneten geometrischen Größen ist mit einem ×-Zeichen anzuzeigen; mit einem Punkt nur dann, wenn eine Verwechslung ausgeschlossen ist.

4. Eine Division soll durch einen horizontalen Strich oder durch einen Doppelpunkt angedeutet werden, durch einen schiefen nur dann, wenn eine Verwechslung nicht möglich ist; erforderlichenfalls kann man eine der Klammern ( ) [ ] { } anwenden.

IV. Zeichen für Maße und Gewichte.

Länge: m; km; dm; cm; mm; μ = 0·001 mm.
Fläche: a; ha; m^2; km^2; dm^2; cm^2; mm^2.
Volumen: l; hl; dl; cl; ml; m^3; km^3; dm^3; cm^3; mm^3.
Maße: g; t; kg; dg; cg; mg.

V. Name für eine elektrische Einheit.

Die I. E. C. wird dem Internationalen Elektrotechnischen Kongreß in San Francisco 1915 empfehlen, den Namen „Siemens" für die Einheit der Leitfähigkeit anzunehmen.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Die Stromversorgung von Groß-London. In dem Bericht von Merz & Mc Lellan an den London County Council wird darauf hingewiesen, daß gegenwärtig 65 Unternehmungen mit 70 Werken die Stromlieferung in London durchführen und daß durch die Errichtung eines gemeinsamen Kraftwerkes mit hohem Belastungsfaktor an Stelle dieser kleinen Werke die Möglichkeit der billigen Stromerzeugung für Koch- und Heizzwecke bei Vermeidung der Rauchbelästigung geboten werde. Als Alternativen kämen die Erweiterung und Umgestaltung von zehn bestehenden Werken oder die Errichtung eines Werkes im Kohlengebiet mit Übertragungsleitung nach London in Betracht. Die Stromverteilung wäre, da gegenwärtig 49 verschiedene Systeme bestehen, zu vereinheitlichen und an Stelle der bestehenden Netze sukzessive ein Hochspannungsnetz (50 Perioden Drehstrom) zu errichten; mit Rücksicht auf die gegenwärtige vorherrschende Gleichstromdreileiterverteilung für Licht wäre dieselbe auch in Hinkunft beizubehalten. Es werden die verschiedenen Möglichkeiten der Organisation in Betracht gezogen und schließlich die sukzessive Durchführung der Umwandlung der bestehenden Unternehmungen auf Grund eines Parlamentsbeschlusses empfohlen.

Zusammenfassend gelangen die Berichterstatter zu folgenden Ergebnissen:

1. Die geeignetste Maßnahme ist die Errichtung eines großen Kraftwerkes an der unteren Themse unter vorläufiger Ausschaltung anderer Alternativen.

2. Zur Durchführung dieses Planes mit den geringsten Kosten soll das primäre Hochspannungsnetz so rasch wie möglich vereinheitlicht werden.

3. Die Stromverteilung für häusliche Zwecke soll aus wirtschaftlichen Gründen im Anschlusse an dieses Hochspannungsnetz erfolgen.

4. Die zu gründende neue Unternehmung soll die Stromerzeugung nach und nach unter eine gemeinsame Verwaltung bringen, welche aus den bestehenden Unternehmungen gebildet werden soll.

In einem Anhange wird noch die bisherige Entwicklung der Londoner Werke geschildert und vergleichende Angaben über die Elektrizitätswerke anderer Großstädte gemacht. Die Kosten der neuen Anlage (ohne Leitungsnetz) werden auf 144 bis 168 Millionen Kr. geschätzt; nähere Angaben darüber sowie über Tarife und Selbstkosten fehlen jedoch. Die jährliche Ersparnis im Vergleiche mit den bestehenden Werken wird mit 12 bis 20% veranschlagt**). (El. Times, 16. und 23. 4. 1914.)

*) In Österreich ist es Vorschrift, einen Dezimal p u n k t zu setzen.
**) Vergl. auch E. u. M. 1914, Seite 124, 316.

Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger.

Betriebsversuche an einer Dieselmaschinenanlage. Dipl.-Ing. Otto Fritze. Die Kraftanlage der Beleuchtungskörperfabrik Gebr. Israel in Berlin besteht aus einer liegenden 160 PS_e = Dieselmaschine der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg und dient zum direkten Antrieb einer AEG-Dynamo für Gleich- und Wechselstrom. Die an zwei aufeinanderfolgenden Tagen durchgeführten vier Versuche haben folgendes ergeben:

Versuche Nr.	1	2	3	4
Versuchsdauer in Min. . .	120	211	155	180
Maschinenleistung in kW .	65·5	96·5	93	68·6
„ „ PS_i .	—	—	256	—
Teerölverbrauch pro h in g .	23 650	33 554·5	34 063·2	22 666·6
Zündölverbrauch pro h in g	1 460	1 279·6	1338·63	2 733·3
Teerölverbrauch pro kWh in g	369·16	347·71	366·26	345
Zündölverbrauch pro kWh in g	22·29	13·27	13·31	39·8
Teerölkosten pro kWh in Pfg.	1·66	1·56	1·648	1·55
Zündölkosten pro kWh in Pfg.	0·21	0·126	0·126	0·378
Gesamtkosten an Brennstoff in Pfg.	1·87	1·686	1·774	1·928
Kühlwasserverbrauch pro kWh in g	45·3	34·8	32·3	—

Der Mehrverbrauch an Zündöl beim ersten Versuch erklärt sich aus der geringeren Dynamobelastung, aber nicht geregelten, sondern konstanten Zündölzuführung, beim vierten Versuch aus der absichtlich erhöhten Zündölzuführung, um ein günstigeres Endergebnis zu erzielen. Die Brennstoffpreise beziehen sich auf 100 kg zu Mk. 4·5 frei Hof für Teeröl und Mk. 9·5 für Zündöl. Der hohe Kühlwasserverbrauch wird durch die Wiederverwendung des Wassers wettgemacht; letzteres wird in der Maschine von 12° C auf 42° C erhitzt und dann als Heißwasser in anderen Betrieben (Metallwäscherei usw.) verwendet. Die Abgase der Maschine dienen zur Vorwärmung des aus der Dampfheizung der Fabrik zurückfließenden Kondenswassers. Die zweistufige Luftpumpe für das Einblasen des Brennstoffes erzeugt einen Überschuß an Luft, der zur Enteisenung und Sterilisation von Brunnenwasser verwendet wird.

Legt man die beim dritten Versuch gefundenen, der Normalleistung von 160 PS_e am nächsten kommenden Werte der Berechnung für die Ausnutzung des Brennstoffes in der Maschine zugrunde, so ergibt sich, daß von den pro Stunde in der Maschine verbrannten 353 000 WE 45·5% in Arbeit umgesetzt, 25·5% im Kühlwasser und 12·5% im Vorwärmer gewonnen werden. Bei neunstündiger Arbeitszeit (300 Arbeitstage) und einer Leistung von 93 kW ergibt sich unter Berücksichtigung aller Unkosten (Verzinsung, Amortisation, Reparaturen, Wartung, Schmierung, Miete usw.) ein Preis von 4·5 Pfg. pro kWh.

(Z. f. Dampfk. u. Maschinenbetr., 3. 4. 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Die Resonanz der dritten Harmonischen bei Drehstromgeneratoren*). Swyngedauw. Bezeichnen C' die Kapazität der Kabel, die zu den Verbrauchsstellen führen an den Enden, C'' die Kapazität der Generatorwicklungen im Sternpunkt lokalisiert, L die Selbstinduktion des Generators und der Leitung, a die Frequenz der Harmonischen, so erhält man als Resonanzbedingung für die dritte Harmonische $L \cdot C' \cdot \omega^2 = 1 + \frac{C'}{C''}$.

Ist der neutrale Punkt des Generators an die Masse angeschlossen, so entspricht dies einem unendlich großen Wert von C'' und man kann setzen $L \cdot C' \cdot \omega^2 = 1$. Die durch die dritte Harmonische in den drei Drehstromleitungen erzeugten Ströme sind synchron, wodurch die Leitungsinduktion beträchtlich erhöht wird. Nach den Messungen von Lichtenstein an mit Eisendrähten armierten Kabeln beträgt dieselbe 4·5 bis 7·5 mH./km, nach den Messungen des Autors an mit Eisenbändern armierten Kabeln 0·045 mH./km. Hiedurch sind beträchtliche Überspannungen zu gewärtigen, wie zum Beispiel im Berliner Netz. Selbst wenn die Verbrauchsstellen in Dreieckschaltung verbunden sind, ist die Resonanzgefahr nicht geschwunden.

Sind die Verbrauchsstellen in Sternschaltung verbunden und deren neutraler Punkt an die Masse angeschlossen, so entspricht dies dem Fall einer im Nebenschluß zur Leitungskapazität liegenden Reaktanz, wobei der Wert der letzteren sich mit der Leistung der Verbrauchsstelle und der Spannung des Kabelnetzes ändert. Die Resonanzgefahr wird vermieden, wenn die im Nebenschluß zur Leitung liegende Selbstinduktion einen wattlosen Strom erfordert, welcher gleich oder größer als jener ist, der der Kapazität der Leitung entspricht.

*) Vergl. E. u. M. 1914, Heft 22, Seite 470.

Digitized by Google

Ist sowohl beim Generator als auch bei der Verbrauchsstelle der neutrale Punkt der Sternschaltung isoliert, so ist, da C'' sehr klein ist, $L\,C''\,\omega^2 = 1$. Diese Bedingung ist schwer zu erreichen, denn bei der heute herrschenden Kapazität der Kabel in den verlegten Netzen ist Resonanz der dritten Harmonischen praktisch unmöglich. (Revue Electrique, 20. 2. 1914.)

Stromverteilung.

Eine neue Schaltung für kleine Drehstromzentralen beschreibt Ch. T. Weiland. Für ein Dorf von 2000 Einwohnern ist eine Drehstromzentrale für 220 *V*, 50 ∼ zu entwerfen, dabei soll die Bedienung von einem ungeschulten Arbeiter besorgt werden und der Betrieb sehr wirtschaftlich sein. Es wurden zwei Drehstromgeneratoren von je 10 *kVA* und 230 *V* Klemmenspannung bei 1500 Touren pro Minute mit Antrieb durch Benzolmaschinen eingestellt und mit dem Generator eine Erregermaschine für 0·9 *kW*, 65 *V* gekuppelt, welche die Erregung für beide Maschinen übernehmen sollte, die auch noch von der Batterie von 36 Zellen und 360 *Ah* Kapazität bei zehnstündiger Entladung geliefert werden konnte. Für die Nachtbeleuchtung waren ungefähr 2·4 *kVA* erforderlich. Hiefür hat man eine kleine Drehstromdynamo für diese Leistung und 220 *V* Spannung aufgestellt und mit einer Gleichstrommaschine gekuppelt, die wieder durch eine lösbare Kupplung mit einem asynchronen Drehstrommotor von 8·5 *PS* gekuppelt war. Kurz vor dem Nachtbetrieb wurde die Gleichstromdynamo als Ladedynamo zum Laden der Batterie verwendet, um dann während der Nacht, von der Batterie gespeist, als Antriebsmotor für den kleinen Drehstromgenerator zu dienen, der dabei von dem Strom des antreibenden Motors kompoundiert wird. Die Spannung wird dadurch konstant gehalten. Die Magnetwicklung der Gleichstrommaschine liegt immer an Spannung, so daß sie als Motor nicht durchgehen kann. Die Spannung am Entladehebel des Zellenschalters, der durch ein Steuerrelais beeinflußt ist, wird konstant gehalten, dadurch auch die Tourenzahl der kleinen Drehstrommaschine. Während des Überganges vom Tag- zum Nachtbetrieb tritt eine kleine, nur wenige Sekunden andauernde Stromunterbrechung ein. Sinkt die Spannung des Nachts unter einen bestimmten Wert, so wird ein Alarmapparat in Tätigkeit gesetzt.

Das Anlagekapital ist K 48 000, die jährliche Abschreibung rund K 2300. Im Jahre werden an 20 000 *kWh* erzeugt, wovon 2000 *kWh* für die Nachtbeleuchtung dienen. Bei 60 h Stromkosten sind die Gesamteinnahmen K 13 000. Der Autor berechnet die Betriebskosten, indem er den im Netz zur Verwendung kommenden Strom von dem Strom zur Batteriebeladung trennt. Es ergeben sich dann die Gesamtbetriebskosten etwas höher als die Einnahmen, so daß ein jährlicher Verlust von K 140 entsteht, dabei sind für Löhne und Verwaltung K 1200 angesetzt und der Benzolpreis unter der Annahme von 0·41 *kj* für 1 *kWh* mit K 29 festgesetzt. (E. T. Z. Heft 15, 1914.)

Elektrische Beleuchtung.

Wechselstromquecksilberlampe mit zwei Elektroden. M. Leblanc fils und Darmois. Die Untersuchungen der Verfasser haben gezeigt, daß es möglich ist, den Quecksilberlichtbogen im Wechselstrom aufrechtzuerhalten, wenn die Leitfähigkeit bezw. Temperatur der Elektroden und die Induktanz der Stromkreise in gewissen Grenzen gehalten wird, das heißt wenn die Zündung an der Kathode in der Periode der Stromumkehr nicht dauernd unterbrochen wird. Diese Bedingung kann bei Spannungen über 600 *V* und 50 ∼ und hohen Dampfdrücken aufrechterhalten werden. Die Lampe gleicht im wesentlichen der Gleichstromquecksilberlampe für 600 *V* ohne inneres Vakuum (für Straßenbahnen), die in Reihe mit einer Induktionsspule geschaltet wird*). An Hand der Strom- und Spannungskurven dieser Lampe läßt sich nachweisen, daß die Zündung bei 350 *V* auf etwa $^1/_{1000}$ Sekunde unterbrochen bleibt und erst bei einem bestimmten Punkt der Spannungskurve wieder erfolgt; um diese Zündspannung möglichst niedrig zu halten und die Unterbrechung des Lichtbogens zu verhindern, muß die Stromstärke bezw. Stromdichte an den Elektroden entsprechend hoch sein und der Lichtbogen eine bestimmte Länge und Dampfdruck erhalten.

Die Untersuchungen an Lampen verschiedener Rohrlänge zeigten folgende Ergebnisse:

Rohrlänge in *cm*	25	50
Sekundärspannung in *V*	1000	1760
Klemmenspannung am Lampenbrenner in *V*	350	900
Leistungsfaktor	0·36	0·5

Die Verfasser glauben einen cos φ von 0·75 bis 0·8 bei sehr hohen Spannungen erreichen zu können, wobei an Stelle des induktiven ein Ohmscher Widerstand in Reihe geschaltet wird; dabei soll ein Wirkungsgrad von 5 Kerzen pro *W* erreicht werden. Die Polgefäße und Brenner erhalten zu diesem Zwecke die in Fig. 1 angedeutete Form (Vakuumlampe für 1 *A*, 1000 *V*); in der Mitte der Ω-förmig gekrümmten Lampe ist eine Heizspirale angeordnet, welche nach erfolgter Zündung des Bogens abgeschaltet wird.
(Bull. Soc. Intern. Electr., April 1914.)

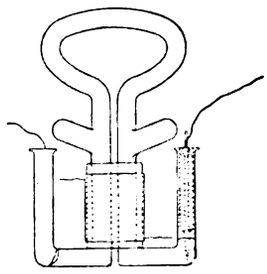


Fig. 1.

*) Vergl. E. u. M. 1912, Seite 834.

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Elektrische Förderung. W. Philippi. In einem Bericht über den gegenwärtigen Stand der elektrischen Förderung weist der Verfasser darauf hin, daß nur bei kleinen Anlagen schwungradlose Umformer direkt an das Kraftnetz angelegt werden können. Bei größerer Förderung ist ein Schwungrad unbedingt erforderlich, insbesondere beim Abteufen von Schächten und Anschluß an ein Überlandnetz. Man macht aber den Umformer so einfach wie möglich, indem man die Gewichte der Schwungräder stark herabsetzt. Zur Schlupfregelung dienen Flüssigkeitswiderstände, deren Verstellung durch ein Motorrelais erfolgt. Vor dem Rotor dieses als Drehstrommotor ausgebauten Relais ist ein fester Widerstand gelegt. Früher hat man Öl in die Lager der Schwungräder gepreßt, jetzt verwendet man Ringschmierlager in ausgedehntem Maße.

Schwungradlose Umformer für kleine Förderbetriebe sind einfache Maschinen, die man im Keller, wie die Kondensationsanlagen einer Dampfturbine aufstellen kann; sie brauchen wenig Platz und fast gar keine Bedienung. Nach jedem Zug wird der Umformer abgestellt und verbraucht wenig Leerlaufenergie. Man braucht dabei nur den Steuerhebel aus dem Längsschlitz des Steuerbocks in den Querschlitz überzuführen.

In neuerer Zeit kommen Drehstromkollektormotoren entweder mit Doppelbürsten oder mit Reihencharakteristik bei Förderbetrieben zur Verwendung. Bei beiden erfolgt die Drehzahländerung durch Bürstenverschiebung, wobei ein fester und ein beweglicher Bürstensatz vorhanden ist. Ihre Tourenzahl ist aber nicht eindeutig von der Stellung des Steuerhebels abhängig, sondern ändert sich mit der Belastung, so daß der Maschinist sich nach dem Geschwindigkeitszeiger richten muß. Der Sicherheitsapparat ist natürlich auch nicht mehr so einfach wie bei der Leonardsteuerung. Bei dem von den Siemens-Schuckert-Werken ausgeführten Apparat werden durch einen Fliehkraftregler je nach der herrschenden Geschwindigkeit drei durch den Teufenzeiger eingestellte Kontaktschienen in Wirkung gebracht und dadurch stufenweise entweder nur ein Warnsignal ausgegeben oder der Steuerhebel zurückgeschoben oder die Bremse zum Einfallen gebracht. Bei solchen Drehstrommotorbetrieben hat man aber den Vorteil durch Zurückziehen des Steuerhebels den Motor zu bremsen, wobei zur Verhinderung der Selbsterregung ein Widerstand vor den Stator geschaltet werden muß. Der Betrag der zurückgegebenen Energie ist nicht groß, aber die elektrische Bremsung ist eine wesentliche Erleichterung für den Betrieb.

Bei großen Förderanlagen kommen nur das Ilgnersystem und das System Iffland in Betracht, bei welch letzterem die Steuerdynamo direkt durch eine Dampfturbine angetrieben wird, welche aber auch noch einen Drehstromgenerator antreibt. Kann dabei die Dampfturbine mit 3000 Touren in der Minute laufen, so sind beim Ifflandsystem die Betriebszahlen günstiger; ist man aber genötigt, auf 1500 Touren herabzugehen, so ist der Ilgnerantrieb günstiger. Letzterer hat aber noch die größere Betriebssicherheit für sich und nur den Nachteil des größeren Leerlaufsverbrauches. Welche Umstände überwiegen, muß für den einzelnen Fall gesondert untersucht werden. (E. T. Z. Heft 17, 18, 1914.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen in der drahtlosen Telegraphie. H. Barkhausen. Bezeichnet *J* den Strom, *R* den Ohmschen Widerstand, *d* das logarithmische Dekrement, *h* die Antennenhöhe, λ die Wellenlänge und *r* die Reichweite und deutet der Index *s* auf die Sendestation, *e* auf die Empfangsstation, so gilt die Beziehung

$$J_e = \frac{377}{\sqrt{1+\frac{d_s}{d_e}}} \cdot \frac{J_s \,.\, h_s \,.\, h_e}{R_e \,.\, \lambda \,.\, r}.$$

Man kann also den Strom in der Empfangsantenne rechnen, wenn die anderen Daten bekannt sind, oder bei bekanntem Strom die Reichweite *r* ermitteln. Bei größeren Entfernungen ist die Erdkrümmung zu berücksichtigen, was durch den Beugungsfaktor *B*

Digitized by Google

geschieht, wobei $B = \varepsilon^{-0{\cdot}0018 \frac{r}{\sqrt[3]{\lambda}}}$; dabei sind r und λ in km auszudrücken. Für $r = 55\ km$ und $\lambda = 1\ km$ ist $B = 0{\cdot}9$, das heißt die Intensität wird um 10% geschwächt; bei $r = 3900\ km$ wird nur $1‰$ der Stromstärke auf ebener Erdoberfläche erhalten.

Exakte und umfangreiche Messungen haben gezeigt, daß für Entfernungen bis 100 km die erstangegebene Formel vollkommene und richtige Werte liefert, insbesondere auf hoher See, was für die Richtigkeit der Theorie spricht. Bei größeren Entfernungen, bei welchen also der Beugungsfaktor mit in die Rechnung einbezogen werden muß, zeigt sich, daß man am Tage gleichmäßigere, mit den errechneten Werten übereinstimmende Ströme, des Nachts viel stärkere (20 bis 30 mal), aber innerhalb weniger Minuten stark schwankende Ströme erhält. Daraus ist zu schließen, daß die schwachen Tageswerte der normalen Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen entsprechen; die stärkeren Werte in der Nacht werden durch eine außergewöhnliche Ausbreitung hervorgerufen. Diese ist durch Spiegelungen der Wellen in der ungleichmäßigen Atmosphäre zu erklären, wie sie beim Licht als Fata Morgana bekannt ist. Deshalb sind auch am Tag die langen Wellen den kurzen überlegen. Denn bei der Beugung wären, wie die Formel für B zeigt, die langen Wellen im Vorteil, während bei Spiegelung kurze Wellen eher günstiger sind. Für den Tagverkehr gibt es eine günstigste Wellenlänge $\lambda = (0{\cdot}0006 r)^3$, also für

$r = 1{\cdot}4$	2	3	4	5	$6 \times 1000\ km$
$\lambda = 0{\cdot}6$	1·73	5·83	13·8	27	47 km.

Die Ursache der Spiegelungen ist noch nicht aufgeklärt.
(E. T. Z. Heft 16, 1914.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Versuche über den Einfluß der Überlagerung von Wechselstrom auf die Gleichstromelektrolyse. O. Reitlinger. Die elektrolytische Wirkung von übergelagertem Gleichstrom und Wechselstrom ist zu wiederholtenmalen untersucht worden und wurde der entstehende asymmetrische Wechselstrom auch in der Technik angewendet. Bürgin erhielt in alkalischer Boraxlösung durch asymmetrischen Wechselstrom an Zinkanoden Wasserstoffsuperoxyd in reichlicher Ausbeute. Die Norddeutsche Affinerie-A.-G. hat vor vier Jahren (D. R. P. Nr. 207 555) ein Verfahren angegeben, wodurch auch stark silberhaltiges Gold durch Elektrolyse in saurer Chloridlösung gereinigt werden kann. Das durch bloßen Gleichstrom sonst anodisch frei auftretende Chlor wird durch Überlagerung von Wechselstrom zur Auflösung der Anodenplatten benutzt.

Den Verfasser hat bei der Vornahme seiner Versuche der folgende Gedanke geleitet: Der übergelagerte Wechselstrom zerstört die Überspannung und ermöglicht daher die Bildung desjenigen Körpers, zu dessen Bildung ein geringeres Potential erforderlich ist. Es würden daher die Zwischenprodukte bei einer Reaktion in größerer Menge, das Endprodukt in verminderter Ausbeute auftreten. Zur Bildung von Perschwefelsäure durch Elektrolyse von Schwefelsäure ist ein hohes Potential erforderlich, da dieselbe auch nur an Anoden mit hoher Überspannung entsteht. Da die Überspannung durch den Wechselstrom vernichtet wird, so war vorauszusehen, daß eine Herabminderung der Ausbeute an Perschwefelsäure eintreten würde. Bei den Versuchen beobachtet man tatsächlich eine deutliche Abnahme an gebildeter Perschwefelsäure bei wachsendem Maximalwert der Wechselstromstärke. An Stelle der Perschwefelsäure entsteht Ozon. Bei der Elektrolyse von Alkoholen entstehen anstatt der betreffenden Säuren die Aldehyde. Dadurch sind die Versuche von Dony-Hénault indirekt bestätigt, denn dieser zeigte, daß, wenn das Potential der Anode genug niedrig gehalten wird, aus Alkohol Aldehyd entsteht, während bei höherem Potential in überwiegender Menge sich Essigsäure bildet.

Die Elektrolyse von Ammoniak an Platinelektroden mit Gleichstrom hatten, wie W. Traube auch angibt, gar keine Bildung von HNO^2 zur Folge. Überlagert man aber Wechselstrom, so bildet sie sich mit 36 bis 40 Stromprozenten. Da sich Platin stark auflöste, so wurde eine in Alkalien unlösliche Elektrode gesucht, jedoch ohne Erfolg. Achesongraphit wird zerstäubt, am Hammerschlag und Zink war keine Bildung von salpetriger Säure zu verzeichnen.

Bloß der negative Stromstoß des Wechselstromes verursacht die Herabminderung des Potentials und ermöglicht die Bildung des Zwischenproduktes in größerer Menge. Dies wurde durch die Versuche über Ozonbildung gezeigt, da erst, wenn die Anode zeitweise zur Kathode wird, das Potential sinkt und die Ausbeute an Ozon steigt. Bei hochfrequenten Strömen ist die depolarisierende Wirkung eine schwächere. Die Ursache ist die starke Phasenverschiebung, welche die Kapazität der Elektroden bewirkt.
(Z. f. Elektroch. Heft 9, 1914.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Elektrische Beheizung von Straßenbahnwagen. O. Stegemann bespricht die Vorzüge der elektrischen Beheizung der Wagen für die sich auch der Internationale Straßenbahnkongreß ausgesprochen hat. Die Heizung durch die Anfahr- und Bremswiderstände ist nicht zu empfehlen, sondern nur die Speisung der Heizkörper mit Fahrleitungsstrom. Beim Preis von 12 h pro kWh stellen sich die Kosten der Heizung auf K 1.20 bis 1.80 pro Tag. Als Heizkörper kommen entweder Heizregister aus Drahtspiralen oder ein auf einer Platte aus Isoliermaterial aufgewickelter Draht oder gußeiserne Mäntel mit Rippenrohren zur Verwendung, die einen Heizkern, Widerstandsdrähte und einen Isolierkern besitzen. Alle diese Einrichtungen besitzen eine Reihe von Mängeln.

Der Verfasser bespricht die von der Firma Brockdorff-Witzenmann G. m. b. H., Berlin-Pforzheim, hergestellten Metallschlauchwiderstände, die aus schraubenförmig gewundenen profilierten Metallbändern aus Stahl bestehen*); die Isolierung erfolgt durch Pertinax. Spannungsschwankungen, Erschütterungen und Feuchtigkeit schaden den Elementen, die in den Öfen angebaut werden, nicht. Dies zeigen gute Erfahrungen bei der Bahn in Ohlsdorf, die mit 3 kW Heizkörpern, später mit 2·4 kW, versehen wurden.

Ein Ofen für 500 W wiegt 4·5 kg, wovon 15 Elemente für einen Wagen der Stadt- und Ringbahn ausreichen, um 15° C zu erzielen. Die aufrechtstehenden Rohre saugen unten die kalte Luft ein, erwärmen sie und werfen die warme Luft oben in starkem Strom hinaus; dadurch wird die ganze Luftmenge im Wagen durcheinandergetrieben und eine schnelle Mischung der kalten mit der heißen Luft erzielt. Die Regulierung erfolgt in drei Stufen, die Einschaltung und Abschaltung kann auch automatisch erfolgen. Es wird die Heizung mit diesen Heizkörpern auch für andere Bahnlinien in Aussicht genommen.
(E. T. Z. Heft 15, 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über die Aktivierung von Stickstoff und Sauerstoff im Gleichstrom-Glimmbogen). A. Koenig und E. Elöd. Vor kurzer Zeit hat A. Koenig die Meinung geäußert, daß die Stickstoffoxydation in elektrischen Entladungen wohl als die Folge einer vorausgehenden Aktivierung beider Komponenten anzusehen ist, da weder aktiver Stickstoff mit Sauerstoff, noch Ozon mit gewöhnlichem Stickstoff Stickoxyd liefert. Die Richtigkeit dieser Auffassung wird nunmehr durch weitere Versuchsresultate bestätigt. Das goldgelbe Nachleuchten des Stickstoffs ist eine Begleiterscheinung des aktiven Stickstoffs, aber nicht ein Beweis für seine Existenz. Um dem möglichen Einwand zu begegnen, daß vielleicht das zugemischte Gas bei den Versuchen von Strutt bis in die Entladungsbahn gelangt sei und dort mit dem Stickstoff reagiert habe oder daß eine Nebenentladung auf das bereits gemischte Gas wirkte, haben die Verfasser die Aktivierung des Stickstoffs nicht durch Funkenentladungen, sondern durch einen Gleichstrom-Glimmbogen bewirkt. So war weder Durchmischung noch Nebenentladung zu befürchten.

Aus den Versuchen ergibt sich, daß auch außerhalb der Bahn der elektrischen Entladung Stickstoff und Sauerstoff bei niedriger Temperatur nachweisbare Mengen von Stickoxyd zu bilden vermögen, demnach als aktiviert anzusehen sind. Der durch die Stoßionisation in der Entladung erzeugte aktive Zustand geht beim Stickstoff, wie Strutt gefunden hat, langsamer zurück als die Ionisierung, das Gas behält eine zeitlang eine auffallend hohe Reaktionsfähigkeit gegenüber anderen aktiven Stoffen. Beim Sauerstoff liegen die Verhältnisse komplizierter, weil der molekulare Sauerstoff durch den aktiven (ob elektrisch geladenen oder ungeladenen atomistischen, muß vorläufig unentschieden bleiben) zu Ozon oxydiert werden kann. Ist einmal aber aktiver Sauerstoff in Ozon oder gewöhnlichen Sauerstoff übergegangen, so vermag er mit aktivem Stickstoff nicht mehr anders zu reagieren, als daß er dessen Übergang in gewöhnlichen Stickstoff katalytisch beschleunigt.
(Ber. d. deutsch. chem. Ges. Heft 3, 1914.)

Chronik.

AEF. Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen***).

Der Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen stellt die nachfolgenden Entwürfe: XVII. Normaltemperatur. — XVIII. Feld und Fluß. — gemäß § 4, Abs. 3 seiner Satzung zur Beratung und lädt die beteiligten Vereine ein, ihm das Ergebnis ihrer Beratungen bis Mitte Mai 1915 mitzuteilen. Zur gleichen Frist kann auch jedes Mitglied der beteiligten Vereine sich zu den Entwürfen äußern. Es wird gebeten, von Äußerungen in Zeitschriften dem AEF stets wenigstens einen Abdruck zu senden.

*) Vergl. E. u. M. 1907, Heft 17, Seite 332 (D. R. P. Nr. 178 459).
**) Vergl. E. u. M. 1914, Heft 22, Seite 473.
***) Vergl. E. u. M. 1914, Seite 189.

Digitized by Google

Entwurf XVII: Normaltemperatur.

Die Eigenschaften von Stoffen, Systemen, Geräten und Maschinen sind tunlichst bei einer bestimmten einheitlichen Temperatur zu messen oder für eine solche zu berechnen und anzugeben. Sofern nicht besondere Gründe für die Wahl einer anderen Bezugstemperatur vorliegen, ist als Normaltemperatur + 20° C zu wählen.

Die Bezugstemperatur 0° C ist beizubehalten:

in der Festlegung der Maßeinheiten „Meter" und „Ohm";

in der Festlegung der Druckeinheit „Atmosphäre" und bei Barometerangaben.

Die Bezugstemperatur + 4° C ist beizubehalten in der Festlegung der Maßeinheit „Liter" und für Wasser als Vergleichskörper bei Dichtebestimmungen.

Begründung.

Von Fr. Auerbach, G. Dettmar, Eugen Meyer und K. Scheel.

Da es zu den Aufgaben der Physik und Chemie gehört, die Eigenschaften und Wirkungen der verschiedenen Stoffe und Energien unter den verschiedensten Bedingungen zu ermitteln, so werden die Messungen naturgemäß bei den verschiedensten Temperaturen, bis zu den tiefsten und höchsten überhaupt erreichbaren, ausgeführt. Aber auch innerhalb des engen Gebietes, das man als Zimmertemperatur bezeichnet und etwa von + 15° bis + 25° C rechnen kann, herrscht die größte Mannigfaltigkeit in den für physikalische und chemische Messungen verschiedener Art bevorzugten Temperaturen. Das gilt selbst für amtliche Vorschriften.

So ist in der 5. Aufgabe des Deutschen Arzneibuches für die Bestimmung des spezifischen Gewichtes als Normaltemperatur 15° vorgeschrieben, für die Messung der Drehung des polarisierten Lichtes 20°, für Tropfenzähler wieder 15°, während unter „Zimmertemperatur" 15 bis 20° verstanden sein soll. In den Ausführungsbestimmungen zum Zuckersteuergesetz ist 20° als Normaltemperatur festgesetzt, in der Weinzollordnung und in der Anweisung zur chemischen Untersuchung des Weines 15°. Auch in der Alkoholometrie gilt 15° als Normaltemperatur. Nach der amtlichen Anweisung zur chemischen Untersuchung von Fetten soll die Refraktion von Ölen bei 25° gemessen werden, während für die refraktometrische Prüfung der Milch 17·5° üblich ist.

Ebenso groß ist die Verschiedenheit der angewandten Temperaturen bei rein wissenschaftlichen Messungen. Von Eigenschaften, die ihrer Natur nach bei sehr vielen Temperaturen bestimmt werden müssen, wie Löslichkeit, spezifische Wärme und ähnlichen, soll dabei ganz abgesehen werden. Aber auch für Dichtemessungen gibt es keine bevorzugte Temperatur mit Ausnahme der Gasdichte, für die 0° die allgemeine Normaltemperatur darstellt. So werden die Volumina gläserner Meßgefäße meist bei 18°, 17·5° oder 15° bestimmt. Die Polarisationsdrehung wässeriger Lösungen wird vorwiegend bei 20°, die Viskosität solcher meist bei 25°, chemische Gleichgewichte und Reaktionsgeschwindigkeiten werden bei 15°, 18°, 20°, 25° und anderen Temperaturen gemessen. Verhältnismäßig große Übereinstimmung herrscht bei der Bestimmung des elektrischen Leitvermögens wässeriger Lösungen, für das im Gebiet der Zimmertemperatur nach dem Vorgange von Kohlrausch 18° oder nach dem von Ostwald 25° als Normaltemperatur benutzt wird. Von den galvanischen Normalelementen ist bekanntlich das Clarkelement auf 15°, das Kadmiumelement auf 20° bezogen.

Es ist klar, daß diese Verhältnisse Unzuträglichkeiten mit sich bringen. Die für eine Temperatur geeichten Maßgefäße oder Geräte können bei genauen Messungen nicht ohne weiteres für andere Temperaturen benutzt werden. Für Anbringung von Korrekturen wegen der Temperaturverschiedenheit fehlen häufig genaue Unterlagen. Oft wird der Beobachter veranlaßt, seine Untersuchungen bei einer anderen als der gewünschten Temperatur zu machen, nur weil er sich nach der Temperatur richten muß, für die gewisse Eigenschaften der benutzten Stoffe schon früher gemessen worden sind.

Auch für die Technik besteht das dringende Bedürfnis nach Vereinbarungen über eine Normaltemperatur. In den Kupfernormalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker aus dem Jahre 1906 war 15° als Normaltemperatur festgesetzt, in den neueren Bestimmungen aber 20°, ebenso auch für die Prüfung von Eisenblech. Für die Maschinentechnik ist es unter anderem aus folgendem Grunde von Bedeutung, eine Normaltemperatur, und zwar eine über 0° liegende festzusetzen: Wenn man Gasmengen, Luftmengen, die für einen Gasmotor, einen Luftkompressor verbraucht werden, auf 0° C bezieht, so erhält man kleinere Verbrauchszahlen, als dann im Betriebe an Gaszählern oder Luftzählern gemessen werden; die Maschinen erscheinen dadurch wirksamer, als sie sind. Bisher ist in den Regeln für Leistungsversuche an Gasmaschinen und Gaserzeugern die Vorschrift enthalten, daß der Heizwert von gasförmigen Brennstoffen auf 1 m^3 bei 0° und 760 *mm* Barometerstand bezogen werden soll.

Es besteht also zweifellos das Bedürfnis, eine im Gebiete der „Zimmertemperatur" gelegene Normaltemperatur zu vereinbaren, die tunlichst auf allen physikalischen, chemischen und technischen Gebieten gelten soll, soweit nicht besondere Gründe dagegen sprechen. Bei der Wahl einer solchen Temperatur könnte man für die Gebiete der reinen Physik und Chemie zwischen den bisher am meisten angewandten Temperaturen 18° und 20° schwanken. Für 18° liegt ein ungeheures Zahlenmaterial an physikochemischen Messungen der verschiedensten Stoffe vor. Indessen spricht gegen 18° der Umstand, daß diese Temperatur in Deutschland im Sommer meist nicht ohne künstliche Kühlung aufrechtzuerhalten ist; noch mehr gilt dies für die südlicher gelegenen Arbeitsstätten, die sich in immer steigender Zahl an genauen Messungen beteiligen. Da zudem seitens der Elektrotechniker eine Internationale Vereinbarung auf der Grundlage von 20° abgeschlossen ist, so empfiehlt es sich, dieser Wahl zu folgen.

Es versteht sich von selbst, daß der Physiker und Chemiker auch weiterhin bei wissenschaftlichen Forschungsarbeiten sich in den seltensten Fällen mit Messungen bei einer einzigen Temperatur begnügen wird, da er auch den Temperaturverlauf der betreffenden Werte zu ermitteln streben wird. Doch erscheint es entbehrlich, hiefür bestimmte Vorschläge zu machen. Es genügt, wenn die Messungen dieser Art jedenfalls unter anderem auch bei 20° vorgenommen werden, und wenn diese letztere Temperatur bei praktischen Messungen, zum Beispiel bei technischen Prüfungen, bei Analysen usw. allgemein angewandt wird.

Es versteht sich weiter von selbst, daß Fälle denkbar sind, in denen besondere Gründe für die Wahl anderer Temperaturen sprechen. Solche Fälle, in denen man sogar notwendigerweise die Bezugstemperaturen 0° und 4° beibehalten muß, sind oben aufgeführt.

Auch für die Begriffsbestimmung des Normalzustandes von Gasen für physikalische und chemische Zwecke wird man aus praktischen Gründen bei der Bezugstemperatur 0° bleiben, da vielbenutzte Formeln, Zahlenwerte und Tabellen sich auf die Bedingungen 0° und 760 *mm* Druck beziehen. Ein innerer Grund für die Bevorzugung der Temperatur 0° bei Gasen liegt aber nicht vor, und daher erscheint es erforderlich, in allen Fällen, wo praktische Anwendungen der Gase in Frage kommen, besonders also für technische Zwecke, die Eigenschaften der Gase, wie Dichte, spezifische Wärme, Heizwert, für die der Anwendungstemperatur naheliegende Normaltemperatur 20° anzugeben; die einfache Benutzung der auf 0° bezogenen Werte für die gewöhnliche Arbeitstemperatur ohne Umrechnung würde zu mehr oder minder großen Ungenauigkeiten führen.

Entwurf XVIII: Feld und Fluß.

1. Den Raum; in welchem sich elektrische und magnetische Erscheinungen abspielen, bezeichnet man allgemein als elektromagnetisches Feld. Beschränkt sich die Betrachtung im besonderen auf die elektrischen oder auf die magnetischen Erscheinungen, so spricht man von einem elektrischen oder magnetischen Felde.

2. Das Integral der Normalkomponente eines Feldvektors über eine Fläche bezeichnet man als Fluß des Vektors durch die Fläche.

Im besonderen bezeichnet man das Integral der Normalkomponente der magnetischen Induktion über eine Fläche als Induktionsfluß und das Integral der Normalkomponente der dielektrischen Verschiebung über eine Fläche als Verschiebungsfluß.

3. Den Induktionsfluß durch eine von allen Windungen einer Spule umrandete Fläche bezeichnet man als Spulenfluß. Der Fluß durch die Fläche einer einzelnen Windung heißt Windungsfluß.

Erläuterungen.

Von K. Sulzberger, R. Richter und K. W. Wagner.

In der Physik ist es üblich, das Raumgebiet, in dem ein bestimmter physikalischer Zustand herrscht, der an jeder Stelle durch eine bestimmte Größe und Richtung definiert ist, als Vektorfeld zu bezeichnen. Wenn es sich um einen Raum handelt, in dem sich elektrische und magnetische Erscheinungen abspielen, der physikalische Zustand an jeder Stelle des Raumes also durch einen elektrischen und einen magnetischen Vektor bestimmt ist, so spricht man von einem elektromagnetischen Felde. Entsprechend nennt man im besonderen „elektrisches Feld" das Wirkungsgebiet des elektrischen Vektors und „magnetisches Feld" das Wirkungsgebiet des magnetischen Vektors. Wenn es zweifelsfrei ist, welches Feld gemeint ist, spricht man auch von dem Felde schlechtweg.

In vielen Fällen interessiert jedoch nicht die Verteilung des Feldvektors, sondern es genügt zu wissen, welchen Wert das Integral der Normalkomponente des Vektors durch eine bestimmte Fläche hat, zum Beispiel, wenn es sich darum handelt, die EMK zu bestimmen, die in einer Leiterschleife induziert wird. Sie ist nach dem Induktionsgesetz gleich der Änderungsgeschwindigkeit des Integrals der Normalkomponente der magnetischen Induktion durch eine

Digitized by Google

Fläche, deren Randkurve die betrachtete Schleife ist. Dieses Flächenintegral des Feldvektors bezeichnet man als den Fluß durch die Fläche der Schleife.

Der magnetischen Induktion im magnetischen Felde entspricht die dielektrische Verschiebung im elektrischen Felde; dem Induktionsfluß entspricht also hier der Verschiebungsfluß. Seine Änderungsgeschwindigkeit liefert bekanntlich den dielektrischen Verschiebungsstrom.

Der Fluß ist ein Skalar. Hieraus ergibt sich, daß der Fluß durch eine bestimmte Fläche stets zahlenmäßig angegeben werden kann, während das Feld eines Vektors nur das Wirkungsgebiet bezeichnet, in dem der Vektor vorherrscht.

So kann man zum Beispiel bei einem Transformator von einem Hauptfelde und einem Streufelde nur insofern sprechen, als man mit Hauptfeld das Raumgebiet bezeichnet, in dem die Induktionslinien verlaufen, die sowohl die primäre wie die sekundäre Wicklung durchsetzen, das ist im wesentlichen der Eisenkern, und mit Streufeld das Gebiet der magnetischen Streulinien, das heißt der Induktionslinien, die nicht sämtliche Windungen beider Wicklungen umschlingen*), das ist im wesentlichen der Luftraum zwischen den beiden Wicklungen. Zur Beurteilung der magnetischen Beanspruchung ist der Feldvektor maßgebend, die Induktion im Eisenkern, zur Berechnung der induzierten EMKe die entsprechenden Induktionsflüsse, zum Beispiel für die Haupt-EMK, kurz EMK genannt, das Integral der Induktion über den Querschnitt des Eisenkerns, das heißt der Hauptfluß, während für die Berechnung des Spannungsabfalles der Streufluß maßgebend ist.

Ferner sind beispielsweise bei einem stabförmigen Magneten die Flüsse in den verschiedenen Querschnitten desselben verschieden, während alle diese Querschnitte im nämlichen Felde liegen.

In der Praxis handelt es sich häufig um die Berechnung der induzierten EMK in einer Spule. Dazu hat man nach dem Induktionsgesetz eine Fläche zu konstruieren, die von den sämtlichen Windungen der Spule sowie von der Linie umrandet wird, die die Enden der Spulenwicklung auf dem kürzesten Wege verbindet, ohne das magnetische Feld zu durchschneiden. Wie man sich eine derartige Fläche vorzustellen hat, ist von F. Emde gezeigt und durch ein Modell erläutert worden (E. u. M., Wien, 1912, Heft 47); den Fluß durch diese Fläche bezeichnet man als den Spulenfluß. Bisher wurde der Spulenfluß als Zahl der Kraftröhrenverkettungen oder Zahl der Kraftflußwindungen, zuweilen auch als Kraftlinienwindungszahl bezeichnet.

Häufig will man auch die in einer Windung induzierte EMK berechnen. Hiezu braucht man nach dem Induktionsgesetz den Fluß durch eine Fläche, die von der Windung und der kürzesten Verbindungslinie ihrer Enden umrandet ist. Diesen Fluß nennt man den Windungsfluß. Er kann wegen der Streuung der Induktionslinien für die verschiedenen Windungen einer Spule verschieden sein. Aber stets ist die Summe aller Windungsflüsse einer Spule gleich dem Spulenfluß. Sind im besonderen Falle die Windungsflüsse sämtlich einander gleich, so ist der Spulenfluß gleich dem Produkt aus dem Windungsfluß und der Windungszahl.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrische Apparate.

(Schluß von Heft 23, Seite 500.)

Selbsttätige Unterbrecher.

Der elektromagnetische Selbstunterbrecher, insbesondere für Motorwagen, von J. Bijur in New York, zeichnet sich dadurch aus, daß der Ankerkontakt infolge elastischer Verbindung mit dem Anker im Raume Bewegungen ausführen kann, so daß jedesmal ein anderer Punkt der Ankerkontaktfläche mit dem Gegenkontakt in Berührung kommen kann. Eine weitere Verbesserung besteht darin, daß der Gegenkontakt dann ebenfalls infolge elastischer Lagerung in einer vorzugsweise zur Schwingungsebene des Ankerkontaktes senkrechten Ebene schwingen kann. (D. R. P. Nr. 265 426.)

Nach Vorschlag der Firma W. C. Heraeus G. m. b. H. in Hanau a. M. werden die Kontakte aus Blechen ausgestanzt, welche durch Aufeinanderschweißen zweier verschiedener Sorten erzielt werden. Während die als Kontakt dienende Fläche aus einer beispielsweise 20- oder 25%igen Platiniridiumlegierung besteht und etwa vielleicht ein Drittel bis ein Fünftel der Stärke des Bleches ausmacht, besteht diejenige Seite, welche durch Löten oder elektrisches Schweißen mit der Schraube verbunden wird, aus weichem Platin. Die eine von der anderen Fläche kann man dadurch unterscheiden, daß man das Ganze in der Luft auf 800 bis 900° erhitzt; die iridiumhaltige Schicht läuft dabei blau an. (D. R. P. Nr. 267 629.)

*) Die hierbei vorausgesetzte Unterteilung des Gesamtflusses ist nicht immer die zweckmäßigste. In einer besonderen Aufgabe („Magnetische Streuung") des AEF sollen die Begriffe Hauptfluß und Streufluß definiert werden; die endgültige Fassung der Erläuterungen wird auf diese Definitionen Rücksicht nehmen.

Die Firma Reiniger, Gebert & Schall A.-G. in Berlin führt den in Fig. 7 dargestellten Quecksilber-Motorunterbrecher aus. Beim Umlauf des Gefäßes *a* um seine Achse ordnet sich das in *a* enthaltene Quecksilber vermöge der Fliehkraftwirkung in dem Gürtel *b* an, in den Stab *c* aus leitendem Stoffe taucht, der in der Kapsel *d* drehbar gelagert ist und von dem umlaufenden Quecksilber mitgenommen oder durch einen besonderen Antrieb in Umdrehung versetzt werden kann. Mittels des Rohres *e*, das gleichzeitig zum Einfüllen des Quecksilbers durch die Öffnung *o* dient, steht die Kapsel *d* mit der in dem ruhenden Teil *f* gelagerten Kugel *g* in fester Verbindung, die vermittels des Schneckengetriebes *h* um die zur Zeichenebene senkrechte horizontale Achse stetig verdreht werden kann. Dadurch läßt sich die Eintauchtiefe des Kontaktorganes *c* während des Betriebes stetig verändern. (D. R. P. Nr. 266 716.)

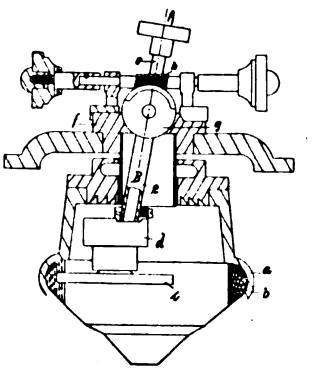


Fig. 7.

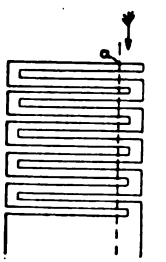


Fig. 8.

Fig. 8 zeigt die von der Firma angewendete Kontaktvorrichtung für Stromunterbrecher. Der eine feststehende Teil besteht aus leitendem Stoff und ist zickzackförmig gestaltet; er ist zum Beispiel kreisbogenförmig gekrümmt. Der andere Teil des Kontaktes ist ein Quecksilberstrahl, der sich längs der Geraden *a* fortbewegt, und dabei den Strom schließt und unterbricht. Beim Schließen bildet demnach der ganze dem zickzackförmig ausgeschnittenen Teile des Kontaktkörpers innewohnende Widerstand einen Teil des Stromkreises und begrenzt dadurch die Stromstärke. In dem Maße, als der Quecksilberstrahl an dem Kontaktkörper fortschreitet, wird der zwischen seiner Auftreffstelle und dem übrigen Teile des Kontaktkörpers liegende Zickzackweg immer kürzer, der Widerstand im Stromkreise also immer kleiner. Dadurch wird bezweckt, die Stromstärke beim Schließen des Stromkreises, in dem der Unterbrecher sich befindet, nur allmählich ihren vollen Betrag erreichen zu lassen und dadurch die beim Schließen des Stromkreises induzierte, das sogenannte Schließungslicht der Röntgenstrahlenröhre hervorrufende EMK in einem sekundären Stromkreise möglichst gering zu halten. (D. R. P. Nr. 268 581.)

Elektrische Meßinstrumente.

Motorzähler.

Einen Wattstunden anzeigenden Magnetmotorzähler hat die Firma Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin angegeben. Die eine der Zählerbürsten wird in Abhängigkeit von der Belastung und die andere in Abhängigkeit von der Netzspannung auf den entsprechend gestalteten Kollektoren, deren Lamellen einander parallelgeschaltet sind, verstellt. An Stelle mehrerer den einzelnen Bürsten zugeordneter Kollektoren kann auch ein einziger Kollektor vorgesehen sein, dessen Lamellen so gestaltet sind, daß durch die von Strom und Spannung beeinflußte Verschiebung der Bürsten das mittlere Drehmoment während jeder Umdrehung so geändert wird, daß die Angaben des Zählers der im Netz verbrauchten Arbeit entsprechen. (D. R. P. Nr. 267 413.)

Von der Firma S. Elster in Wien rührt eine Vorrichtung zur Überwindung der Totpunktslage bei Wattstundenzähler her. Die Erfindung besteht in einer Wendespule, die aus zwei sich entgegenwirkenden Teilen g_1, g_2 gleicher Amperewindungszahl besteht, von denen der eine (g_1) vom vollen Nebenschlußstrom, der andere (g_2) dagegen parallel zu den Bürsten geschaltet ist und nur von einem geringen Bruchteil des Ankerstromes durchflossen wird, so daß bei Kurzschluß der Ankerwicklung durch die Bürsten die Wendespule zur Wirkung kommt und den Anker mittels Anziehung oder Abstoßung von an ihm angebrachten Eisenteilen über den toten Punkt hinwegbringt (Fig. 1). (D. R. P. Nr. 271 319.)

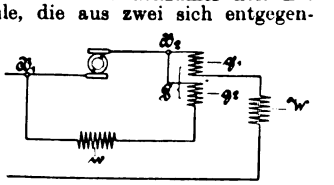


Fig. 1.

Eine Feldanordnung für Gleichstromwattstundenzähler mit Scheibenanker, das heißt mit parallelen Wicklungsebenen von Anker- und Feldwindungen, derselben Firma kennzeichnet sich dadurch, daß die unterhalb des Ankers angeordneten Feldspulen, unabhängig davon, ob sie das gesamte Starkstromsystem ausmachen oder nur einen Teil mit ihren geraden, in Richtung des Ankerdurchmessers verlaufenden Wicklungsteilen dicht aneinander gelegt und in dieser Stellung befestigt werden, um jede Bildung eines schädlichen Feldes zwischen ihnen zu vermeiden, das Feld jeder einzelnen Starkstromspule sich möglichst kräftig entwickeln zu lassen und eine gegenseitige unterstützende Wirkung beider Feldspulen zu erzielen. (D. R. P. Nr. 267 297.)

Digitized by Google

Weiters hat die Firma ein Patent auf einen elektromagnetischen Zählwerksantrieb ohne besonderen Kontakt für Wattstundenzähler dynamometrischer Bauart mit mehreren Ankerabteilungen. Die Erfindung besteht darin, daß durch unsymmetrische Ausführung der Ankerwicklung in dem Widerstande ihrer einzelnen Abteilungen Schwankungen der Bürstenspannung zwischen einem Mindest- und Höchstwert von solcher Größe und Zeitdauer erzeugt werden, daß der parallel zu den Bürsten liegende Zählwerksmagnet seinen Anker unter dem Einfluß der auf diesen einwirkenden Gegenkraft nur zu den Zeiten größter Bürstenspannung anzuziehen vermag, ihn andererseits zu den Zeiten niederer Bürstenspannung sicher losläßt. (D. R. P. Nr. 268.180.)

Schließlich rührt von derselben Firma noch ein Verfahren zum elektromagnetischen Zählwerksantrieb bei Gleichstrom-Wattstundenzählern her, darin bestehend, daß durch Einfügung eines Zusatzwiderstandes passender Größe in den Ankerstromkreis zwischen den Bürsten, zweckmäßig in eine Kollektorverbindung, solche Schwankungen der Bürstenspannung oder der Stromstärke im Nebenschlußkreis hervorgebracht werden, daß hiedurch der parallel zu den Bürsten oder in Reihe mit dem Anker geschaltete Zählwerksmagnet synchron mit den Ankerumdrehungen zum Ansprechen gebracht wird.

(D. R. P. Nr. 261.182.)

Beim Zähler mit Doppelzählwerk zum Registrieren der Energie in Gleichstromanlagen mit wechselnder Stromrichtung der Firma Isaria-Zählerwerke Akt.-Ges. in München wird beim Wechsel der Stromrichtung selbsttätig eine zweite Hilfsspule parallel zum Nebenschluß des Zählers geschaltet, deren Feldwirkung der der ersten Hilfsspule entgegengesetzt und doppelt so groß wie diese ist, zum Zwecke, für beide Stromrichtungen eine gleich wirksame Kompensation der Reibung zu erreichen, ohne daß an dem Nebenschlußstromkreis des Zählers irgend etwas geändert wird.

(D. R. P. Nr. 271 082.)

Eine Einrichtung von derselben Firma an Induktionszählern zur Entnahme von Schwachstrom mittels Sekundärwicklungen, die von dem Spannungsfeld induziert werden, kennzeichnet sich dadurch, daß diese Sekundärwicklung auf denjenigen Schenkeln eines drei- oder mehrzinkigen Nebenschlußstators, auf denen die Nebenschlußspule nicht liegt, angebracht wird. (D. R. P. Nr. 272 238.)

Eine Erfindung der Firma Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin betrifft einen Elektrizitätszähler mit mehreren durch die Hauptstromspulen erzeugten Kraftlinienfeldern, die voneinander unabhängige Bahnen beschreiben und mit dem gemeinsamen Spannungsfeld in magnetische Verkettung treten. Hiebei ist die Einrichtung unter Schutz gestellt, daß die eine Stromwicklung mit den Spannungsspulen auf den Zinken eines E-förmig gestalteten Triebkernes, die andere Stromwicklung auf einem dem ersten Triebkern gegenüberstehenden, etwa T-förmig gestalteten Triebkern angeordnet sind.

(D. R. P. Nr. 271 992.)

Tarifzähler.

Zur Messung des elektrischen Stromes nach dem Doppeltarif hat die Firma Landis & Gyr in Zug eine Anordnung angegeben, unter Verwendung eines Doppeltarifzählers mit elektromagnetischer Zählwerksumschaltung, eines Maximalkontaktes und eines in den Hauptleitungen angeordneten Handschalters, wobei letzterer die Ein- und Ausschaltung von Stromverbrauchern eines besonderen Tarifes ermöglicht, dadurch gekennzeichnet, daß die Zählwerksumschaltung nach dem Einschalten dieser Stromverbraucher erst dann erfolgt, wenn eine bestimmte Größe der Netzbelastung erreicht ist, indem der Umschaltestromkreis außer durch den Handschalter auch noch durch ein vom Gesamtstrom erregtes Maximalrelais geschlossen wird.

D. R. P. Nr. 268.872.)

Eine Schaltung der Isaria-Zählerwerke Akt.-Ges. in München für Installationsanlagen, bei denen durch einen doppelpoligen oder zwei einpolige Umschalter sowohl der Licht- als auch der Kraftstromkreis für sich allein oder beide zusammen in den Stromkreis des Zählers geschaltet werden können, besteht darin, daß hiebei im Lichtstromkreis ein Hauptstromrelais angeordnet ist, welches den Zählwerksrelaisstromkreis auch dann unter Strom setzt, wenn dem Netze nur Strom für Licht entnommen wird, eine bestimmte Belastungsgrenze aber überschritten wird. (D. R. P. Nr. 271 068.)

Von derselben Firma rührt eine Anordnung zur Messung der Verrechnung elektrischer Energie nach verschiedenem Tarif her, bei welcher außer einem Doppeltarifzähler zur Messung des gesamten Verbrauches hinter diesem in einer Zweigleitung noch ein Zähler angebracht ist. Die Erfindung besteht darin, daß während der Sperrzeit durch die Umschalteuhr des Doppeltarifzählers der Nebenschlußstromkreis des einfachen Zählers abgeschaltet oder dessen Anker durch eine elektromechanische Sperrvorrichtung am Rotieren gehindert wird.

(D. R. P. Nr. 270 611.)

Eine Anzahl von Patenten auf Spitzenzähler wurden dem Dpl. Ing. Karl Laudien in Breslau erteilt. Eine Erfindung besteht in der Verbindung eines Zählwerks mit einem Konstruktionsteil, dessen eine Stellung einen oberen Grenzwert und dessen andere Stellung einen unteren Grenzwert der Auslösestromstärke eines Relais festlegt.

(D. R. P. Nr. 269 347.)

Eine weitere Erfindung ist gekennzeichnet durch die Verbindung eines Zählwerks mit der Umschaltevorrichtung eines Relais, welche bei der einen Stellung einen oberen Grenzwert der Auslösestromstärke des Relais festlegt, während sie in der anderen Stellung die Heizvorrichtung eines Ausdehnungskörpers einschaltet, der nach einer von der Höhe der Belastungsspitze abhängigen Zeit den Handgriff von der Umschaltevorrichtung entkuppelt, so daß diese in ihre ursprüngliche Stellung zurückkehrt. (D. R. P. Nr. 272 237.)

Eine weitere Erfindung betrifft eine Vorrichtung für das Zählen der Belastungsspitzen mit einem Strombegrenzer, und zwar dadurch, daß die Rückführung der von Hand in eine die Ansprechstromstärke des Relais erhöhende Stellung gebrachten Vorrichtung, welche mit einem Zählwerk verbunden ist, entweder durch das selbsttätige Umschaltewerk selbst herbeigeführt wird oder dadurch veranlaßt wird, daß das selbsttätige Umschaltewerk die Stromentnahme in normaler Höhe unmöglich macht.

(D. R. P. Nr. 271 899.)

Schließlich hat derselbe Erfinder noch einen Strombegrenzer mit einem in Quecksilber tauchenden, elektromagnetisch bewegten Schwimmer angegeben. Die in Fig. 2 dargestellte Einrichtung wirkt derart, daß der von einer Stromspule 2—3 bewegte Schwimmer *c* zunächst die Einschaltung einer Spannungsspule 9—10 bewirkt (bei *d*) und dann von dieser (9—10) entgegen der Kraft der Stromspule 2—3 zurückbewegt wird und hiedurch die Unterbrechung des Stromkreises (bei *e*) herbeiführt*). (D. R. P. Nr. 271 839.)

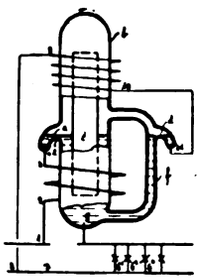


Fig. 2.

Meßgeräte.

Jules Carpentier in Paris hat eine Vorrichtung zum Messen des Verhältnisses zweier Ströme angegeben, oder zweier elektromagnetischer Wirkungen bei Gleich- oder Wechselstrom, die mit zwei Polstücken, einem inneren Kern, der geeignet ist, einen veränderlichen Luftzwischenraum zur Entstehung zu bringen und zwei von den zu vergleichenden Strömen durchflossenen, auf derselben Achse befestigten beweglichen Spulen versehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden beweglichen Spulen in ein und derselben durch die Drehachse gehenden Ebene angeordnet sind, so daß die wirksamen Seiten einer jeden Spule die Gesamtheit des von dem Magnetpol umfaßten Bogens (Polbogens) beschreiben, und hiebei der Kern so gestaltet ist, daß sich die wirksamen Seiten der einen Spule während ihrer Bewegung über den ganzen Polbogen in Richtung stetig zunehmender Feldstärke und die wirksamen Seiten der anderen Spule in Richtung stetig abnehmender Feldstärke bewegen. (D. R. P. Nr. 270 612.)

Ein Verfahren zum Messen der magnetischen Spannung zwischen beliebigen Punkten eines magnetischen Kreises auf einem beliebigen Weg, angegeben von Dr.-Ing. Walter Rogowski in Charlottenburg besteht darin, daß an diese Punkte die Enden einer an ein elektrisches Meßgerät angeschlossenen Spule von konstantem Querschnitt und konstanter Windungszahl pro Längeneinheit angelegt und der bei Wechselstromerregung des magnetischen Kreises unmittelbar, bei Gleichstromerregung in bekannter Weise durch Kommutierung oder Unterbrechung des Erregerstromes erhaltene Ausschlag am Meßgerät abgelesen bezw. aufgezeichnet wird**). (D. R. P. Nr. 269 257.)

Eine Erfindung der Firma Siemens & Halske Akt.-Ges. in Berlin betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Verlustziffern von Eisensorten, darin bestehend, daß auf zwei geometrisch gleichen Eisenproben, welche zweckmäßigerweise je aus einem Stab oder mehreren, in an sich bekannter Weise zu je einem geschlossenen magnetischen Kreis zusammengesetzten stabförmigen Teilen bestehen, und von denen die eine Probe aus dem zu untersuchenden Eisen, die andere aus einer Eisensorte bekannter magnetischer Eigenschaften besteht, geometrisch gleiche, an dieselbe Wechselstromquelle angeschlossene Magnetisierungsspulen in gleicher Weise angeordnet werden, und daß jeder Spule ein deren Kraftverbrauch anzeigendes Wattmeter zugeordnet wird, wobei das Verhältnis der Verlustziffern beider Eisenproben dem Verhältnis der Angaben der beiden Wattmeter näherungsweise gleich ist.

(D. R. P. Nr. 268 714.)

John Stewart Dow in London hat ein Verfahren zum Bestimmen der Spannungsschwankungen eines Stromkreises angegeben, das sich dadurch kennzeichnet, daß die durch die Spannungsschwankungen bedingten ungleichen Änderungen der Lichtstärke von parallel in den Stromkreis geschalteten verschiedenartigen Lampen, zum Beispiel Metallfaden- und Kohlenfadenlampen, mittels eines Photometers miteinander verglichen werden. Die Anwendung des Verfahrens zur Einstellung der Einheitslichtstärke der Normallampe eines Photometers besteht darin, daß parallel zur Normallampe des Photometers eine Vergleichslampe anderer Art geschaltet wird, die bei der Spannung, unter der die Normallampe die Einheitalichtstärke ergibt, die gleiche oder eine in einem bestimmten Verhältnis dazu stehende Lichtstärke aufweist, was an einem photometrischen Schirm beobachtet wird.

(D. R. P. Nr. 268.696.)

Telephonie.

Telephonapparate und Schaltungen.

Von den bemerkenswerten Neuerungen an Körnermikrophonen sei hervorgehoben eine Anordnung von Peder Oluf Pedersen in Kopenhagen zur Vergrößerung der Empfindlichkeit von Mikrophonen oder anderen empfindlichen Kontaktvorrichtungen. Ein oder mehrere der den empfindlichen Kontakt bildenden Teile werden erfindungsgemäß vorübergehend den anderen bewegten Teilen und dem Reste des empfindlichen Kontaktes genähert und gehen dann wieder in die ursprüngliche Lage zurück, während die von den ersten zurückgedrängten Teile infolge Reibung oder inneren Widerstandes gehindert werden, ihre ursprüngliche Lage völlig wieder einzunehmen, so daß der ursprüngliche Kontaktdruck nicht wieder erreicht wird, die Kontaktteile also leichter beweglich bleiben. (D. R. P. Nr. 266 589.)

Anzuführen ist ferner ein doppeltwirkendes Mikrophon der Firma Western Electric Company Limited in London, insbesondere zum Betrieb mit starken Strömen, bei welchem erfindungsgemäß die, die bewegliche Elektrode in ihrer Mitte enthaltende

*) Vergl. E. u. M. 1914, Heft 22, Seite 470.

**) Siehe E. u. M. 1912, Seite 904.

Digitized by Google

Körnerkammer an der Schallplatte derart befestigt ist, daß sie mit der Schallplatte mitschwingt und abwechselnd gegen die festen Elektroden bewegt wird, die die beiden Seiten der Kammer unter Anwendung geeigneter, die Schwingungen der Kammer nicht hindernder Abdichtungen begrenzen. (D. R. P. Nr. 270 399.)

Die Firma Telephon-Apparat-Fabrik E. Zwietusch & Co. G. m. b. H. in Charlottenburg schlägt vor, eine Membran für Körnermikrophone zum Übertragen und Verstärken von Fernsprechströmen aus zwei Metallplatten von verschiedenem Ausdehnungskoeffizienten (zum Beispiel Gold und Eisen) zusammenzusetzen. Die Platte mit dem größeren Ausdehnungskoeffizienten ist dem Inneren der Kammer zugewendet, zum Zwecke, durch die Bewegungen der Membran infolge der Formveränderungen unter dem Einfluß der durch den Mikrophonstrom entstehenden Wärme in der Körnerkammer ein Zusammenbacken der Kohlekörner zu verhindern und die Membran empfindlich zu erhalten. (D. R. P. Nr. 266 462.)

Eine Neuerung auf dem Gebiete der Kathodenstrahlenrelais stellt eine Vorrichtung der Western Electric Company Limited in London dar. Der abgehende, die verstärkten Ströme weiterführende, von der Batterie 27 (Fig. 1) erregte Stromkreis hat eine quer zu einem ionisierten Gas- oder Dampfstrom liegende Öffnungsstelle und ist im übrigen unabhängig von dem, den Gasstrom erzeugenden Stromkreise. Erfindungsgemäß wird während der Wiedererzeugung der Stromänderungen der Gasstrom im wesentlichen gleichmäßig in seiner Dichte aufrechterhalten und die Stromänderungen im abgehenden Stromkreis werden durch seitliche Ablenkungen des Gasstromes in der Nähe der Öffnungsstelle mittels eines Elektromagneten 10 bewirkt. Dieser Elektromagnet 10 besitzt zwei Spulen 11 und 12, die in den ankommenden Stromkreis eingeschaltet und in der Nähe der Öffnungsstellen angebracht sind, so daß je nach seiner Magnetisierung die Verteilung der Ionisation in der Öffnungsstelle sich ändert.

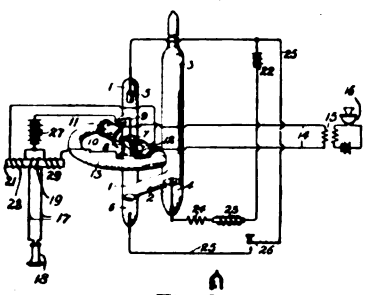


Fig. 1.

(Ö. P. Nr. 65 336.)

Eine eigenartige Schaltung für Telephonrelaissysteme gibt Sidney George Brown in London an. Durch die Sprechströme der einen Station wird nämlich die andere Station von ihrem eigenen Relaisapparat abgeschaltet und an die Quelle der im Relaisapparat der rufenden Station erzeugten, verstärkten Ströme angeschaltet. Erfindungsgemäß werden die vom Relais für Sprechströme erzeugten, vergrößerten Ströme zur Bedienung einer Stromschwächungs- oder einer Stromunterbrechungsvorrichtung (Vibrationsvorrichtung) nutzbar gemacht; letztere überwacht einen elektrischen Stromkreis, der eine elektrische Vorrichtung einschließt, die ihrerseits einen Schalthebel in der Verbindung der angerufenen Station mit ihrem eigenen Relais bedient.

(D. R. P. Nr. 266 463.)

Der eben Genannte beschreibt eine Ausgleichsvorrichtung für Fernsprechanlagen zur Verhütung des störenden Einflusses, den die in einen Geber eindringenden Töne in einem benachbarten Fernsprechempfangsapparat oder einem Fernsprechrelais verursachen. Erfindungsgemäß wird die induktive Wirkung dieses Gebers auf den in der Nähe befindlichen Empfangsapparat oder das Relais durch eine Ausgleichsspule, die den Geber in Nebenschluß schaltet, aufgehoben. Der Stromkreis der Ausgleichsspule ist mit einstellbarer Kapazität, einstellbarem Widerstand und gegebenenfalls auch mit einstellbarer Selbstinduktion ausgestattet. (Ö. P. Nr. 63 020.)

Eine Selbstinduktionsspule zum Belasten eines sogenannten Doppelsprechstromkreises der Bell Telephone Manufakturing Company in Antwerpen ist erfindungsgemäß so eingerichtet, daß die Wicklungen aller Leiter der beiden zum Doppelsprechstromkreise verwendeten Stammstromkreise auf einem gemeinsamen Eisenkern angebracht sind und derart unterteilt sind, daß Wicklungsabschnitte der Wicklungen der zu einem Stammstromkreise gehörigen Leiter auf diametral gegenüberliegenden Teilen des gemeinsamen Kernes liegen. Dabei umschließt auf dem einen Kernteil der Wicklungsabschnitt der einen Wicklung den Wicklungsabschnitt der anderen Wicklung und umgekehrt. Die Verbindung der Wicklungsabschnitte ist so, daß bei Parallelschaltung ihre gegenseitige Induktion ihre Selbstinduktion erhöht, bei Verbindung der beiden parallelgeschalteten Wicklungsabschnitte in Reihe ihre gegenseitigen Induktionen sich addieren. (D. R. P. Nr. 273 065.)

Bei einer Schaltungsanordnung für Linienwähleranlagen der Telephon-Fabrik Aktiengesellschaft vorm. J. Berliner in Hannover ist jeder Station ein besonderes Schaltorgan zum Zweck der Besetztmachung und Erwirkung des Geheimverkehrs zugeordnet. Erfindungsgemäß wird diesem Einschaltrelais der erforderliche Ansprechstrom über eine oder mehrere von den Sprechleitungen unabhängige Leitungen zugeführt, welche als Ringleitung über sämtliche Linienwählerstationen laufen. Dabei sind diesen Stromzuführungsleitungen der Einschaltorgane zweckmäßig zentralisierte Vorschaltwiderstände zugeordnet, um bei jeder Station für die einzelnen Stromzuführungsleitungen denselben Spannungsabfall zu erzielen.

(D. R. P. Nr. 266 865.)

Eine Einrichtung der Western Electric Company Limited in London für Gesellschaftsleitungen mit wahlweisem Anruf der Stationen, insbesondere für den Zugmeldedienst, ist erfindungsgemäß mit einer, beim Anruf einer Station durch ein ausgelöstes Sperrsignal in Gang gesetzten, selbsttätigen Rückmeldevorrichtung versehen. Dieselbe besteht aus einer Kontaktvorrichtung, welche im Mikrophonstromkreis der angerufenen Station auf die ausgehende Leitung mittels induktiver Übertragung weitergegebene Schaltvorgänge verursacht, und durch Unterbrechungen des ausgehenden Leitungszweiges in jeweils bestimmter Anzahl die Rückmeldung der jeweilig gewünschten Station der rufenden Station kenntlich macht. (D. R. P. Nr. 272 799.)

Telephonzentralen.

Von Neuerungen auf konstruktivem Gebiet seien die von der Firma Kapsch & Söhne in Wien angegebenen schnurlosen Klappenschränke für Telephonschaltungen erwähnt, bei denen erfindungsgemäß die Schaltung vermittelst zweier untereinander leitend verbundener, unabhängig voneinander verschiebbarer Schaltorgane hergestellt wird, indem diese längs einer Teilnehmerkontaktreihe verstellt werden, zum Zwecke, jedes Paar von Schaltungsorganen für jede

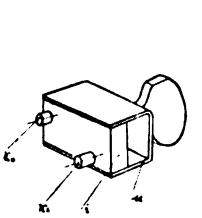


Fig 2.

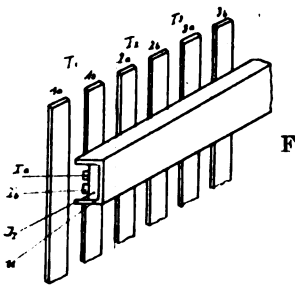


Fig. 3.

beliebige Verbindung von Teilnehmern benutzen zu können. Dabei sind die Schaltungsorgane als Schieber (Fig. 2) ausgebildet, die längs den in vertikalen Schienen endigenden Teilnehmerkontakten 1^a 1^b (Fig. 3) verschoben werden und die korrespondierenden Kontakte 1^a 3^a, 1^b 3^b der zu verbindenden Teilnehmer an je eine durch horizontale Schienen I^a I^b gebildete, leitende Brücke anschließen. (Ö. P. Nr. 63 024.)

Eine Sperrung für Tastenschienen der Firma Siemens & Halske Aktiengesellschaft in Wien-Berlin ist erfindungsgemäß so eingerichtet, daß unterhalb der Tasten (bezw. Druckstifte) *a* Sperrschieber *e* (Fig. 4) angeordnet sind, zwischen denen jeweils nur ein Druckstift hindurchtreten kann, während der Durchgang der übrigen Druckstifte durch die zusammenstoßenden Schieber verhindert wird. Dabei sind die Schieber an der Durchtrittsstelle der Druckstifte mit einer Aussparung versehen, um das Eindringen der Druckstifte zu erleichtern.

(Ö. P. Nr. 62 700.)

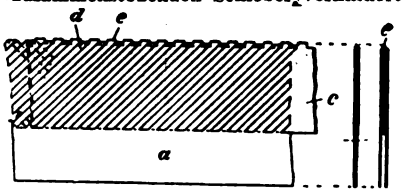


Fig. 5.

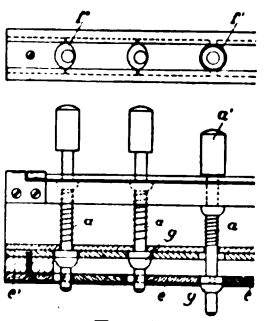


Fig. 4.

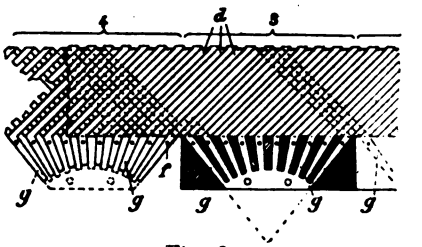


Fig. 6.

Dieselbe Firma beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von Kontaktsätzen für die Vielfachkontaktfelder der Wähler in Selbstanschlußfernsprechanlagen, bei welchem Gitterbleche mit breiten Rändern *a* (Fig. 5) verwendet werden, aus denen die von den Wählern zu bestreichenden Kontakte gebildet werden. Die Erfindung besteht darin, daß die Stege *d* derart schräg zu den Kontakträndern *a* angeordnet sind, daß sie unter Vermeidung besonderer Leitungsdrähte als Verbindungsleiter für die nebeneinander liegenden Wähler dienen können. Dabei werden die Ränder der Gitterbleche durch Umlegen oder Falten derselben in der Richtung ihrer Längsachse und nach Einlegen einer Isolationszwischenlage *c* (Fig. 5) zwischen die sich kreuzenden Gitterstäbe aufeinandergelegt und verlötet oder vernietet. Die Herstellung der Kontakte *g* (Fig. 6) erfolgt durch Ausstanzen der Ränder.

(D. R. P. Nr. 272 483.)

Den Nummernschalter für selbsttätige Fernsprechanlagen der Firma Deutsche Telephonwerke G. m. b. H. in Berlin zeigt Fig. 7. Die Welle *b* einer Impulsscheibe ist im Gehäuse *a* drehbar gelagert und wird beim Aufzug durch den Zahnbogen *d* unter Vermittlung eines Zahnrades *c* gedreht. Der Zahnbogen *d* ist an einem um *f* drehbaren, mit verschieden langen Tasten *t* versehenen Bügel befestigt. Die Tasten und der Bügel werden durch Federkraft in der gezeichneten Lage erhalten, der Hub der einzelnen Tasten wird durch die Nasen *m*, die gegen eine Stufenrast *n* stoßen, begrenzt. Gemäß der Erfindung besitzt

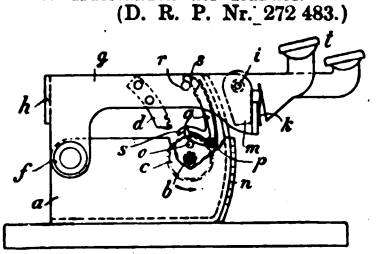


Fig. 7.

Digitized by Google

das Rad einen Stift o, durch den in der Ruhelage eine um p drehbare Klinke q aus der Bahn eines Stiftes r gerückt ist. Gegen r stützt sich eine ebenfalls um p drehbare Sperrklinke s für das Rad c, die erst eingelegt wird, wenn das Rad niedergedrückt wird. Drückt man eine Taste, so wird die Welle b gedreht und durch s gesperrt, bis der Bügel losgelassen und in seine Anfangslage zurückgekehrt ist. Erst dann wird durch r die Klinke s ausgehoben und das Kontaktwerk läuft ab. (D. R. P. Nr. 271 368.)

Der Stromstoßsender von Gotthilf Ausgarius Betulander in Södertörns Villastd in Schweden besteht aus einem oder mehreren, nacheinander arbeitenden Schaltwerken, von denen jedes ein die Stromstöße vermittelndes Schaltglied (einstellbar durch einen Zeiger, Hebelarm oder dgl.) und eine Rückstellvorrichtung für das erwähnte Schaltglied umfaßt, welch letztere durch Einstellen des zugehörigen Zeigers oder dgl. aufgezogen wird. Die Erfindung besteht darin, daß die Rückstellvorrichtung in jeder vorgerückten Lage gesperrt wird, während das die Stromstöße vermittelnde Schaltglied unabhängig von der Rückstellvorrichtung aus einer eingestellten Lage in eine vorhergehende Lage zurückgestellt werden kann, zum Zwecke, die Berichtigung einer fehlerhaften Einstellung vor der Abgabe der Impulse zu ermöglichen. (D. R. P. Nr. 271 488.)

Die Firma Siemens & Halske Aktiengesellschaft in Wien-Berlin richtet einen Fernsprechzentralumschalter mit Anrufrelais und von diesen beeinflußten Anrufzeichen erfindungsgemäß so ein, daß sämtliche Anrufzeichen e_1, e_2, e_3 (Fig. 8) in einem Stromkreis in Reihe mit einem entsprechenden Widerstande f liegen. Die Anrufzeichen sind für gewöhnlich, wenn die Anker d_1, d_2, d_3 der Anrufrelais abgefallen sind, kurzgeschlossen und der Kurzschluß wird erst beim Ansprechen des zugehörigen Anrufrelais c_1, c_2, c_3 aufgehoben. (D. R. P. Nr. 272 809.)

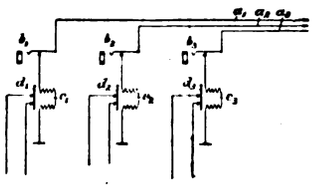


Fig. 8.

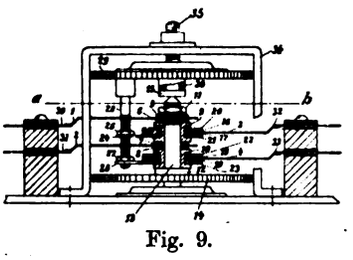


Fig. 9.

Bei den Fernsprechanlagen mit Gruppeneinteilung der Firma, wobei der Nummernschalter vor Abgabe einer Stromstoßreihe mit mehreren zu verschieden bezifferten Gruppen gehörigen Wählern verbunden werden kann, wird erfindungsgemäß durch Schaltvorgänge bei der Vorbereitung zur Abgabe der Nummernstromstöße nur diejenigen Wähler belegt, die zu einer Verbindung mit der gewünschten Gruppe dienen, während die übrigen Wähler durch die Schaltvorgänge unbeeinflußt und für Anrufe von anderer Seite verfügbar bleiben. (Ö. P. Nr. 64 682.)

Bei einer zweiten Anordnung erfolgt das Auswählen einer freien Leitung durch Entmagnetisierung eines in einen Lokalstromkreis eingeschalteten und an den Prüfhebel angeschlossenen Prüfelektromagneten durch einen von der geprüften Leitung über den Prüfhebel und eine zweite Wicklung des Prüfrelais fließenden Strom. Erfindungsgemäß sind die Stromkreise beider Wicklungen des Prüfmagneten über eigene Arbeitskontakte des Prüfelektromagneten geführt, wodurch beim Zustandekommen eines Prüfstromes eine schnelle und gleichzeitige Ausschaltung beider Wicklungen erzielt sind. (D. R. P. Nr. 268 919.)

Bei einer Schaltvorrichtung zum Auswählen von Leitungen von Florian Heide in Berlin-Schöneberg sind mehrere, konzentrisch zueinander gelagerte Schaltarmsysteme 1, 2 bezw. 3, 4 (Fig. 9) angeordnet, welche unabhängig voneinander über den ihnen zugeordneten Kontaktreihen 30, 31, 32, 33 bewegt werden. Erfindungsgemäß werden die verschiedenen Schaltarmsysteme über einen gemeinsamen Kranz von Kontaktreihen bewegt, und zwar je nach der Ausführungsform der Schaltarme oder je nach Art ihrer Anwendung nur auf einer Seite oder teils auf der Ober- und teils auf der Unterseite der Kontaktreihen. (D. R. P. Nr. 271 824.)

Gesprächszähler.

Bei einer Schaltungsanordnung der Firma Siemens & Halske A. G. in Berlin für Fernsprechanlagen mit halbselbsttätigem Betrieb wird eine Gesprächszählung durch die Beamtin nur für bestimmte Teilnehmeranschlüsse vorgenommen und sind den Teilnehmerleitungen im Amt Signaleinrichtungen zugeordnet, die beim Vorliegen eines Anrufes je nach der bezüglich der Zählung verschiedenen Art des Anschlusses in verschiedener Weise in Erscheinung treten. Erfindungsgemäß ist ein die Signaleinrichtungen im Amt in verschiedener Weise beeinflussendes Organ an einem einer jeden Anschlußleitung im Amt individuell zugeordneten Schaltorgan vorgesehen, zu dem Zweck, im Amt eine Unterteilung der Anschlußleitungen bezw. der diesen Leitungen im Amt zugeordneten Schaltorgane in voneinander gesonderte Gruppen für die verschiedenen Arten der Teilnehmeranschlüsse zu vermeiden. (D. R. P. Nr. 269 286.)

Die Firma Deutsche Telephon-Werke G. m. b. H. in Berlin beschreibt eine Gesprächszählerschaltung insbesondere für ein Selbstanschlußfernsprechamt mit wiederholter Zählstromschließung. Erfindungsgemäß wird die Wiederholung der Zählung erst nach einem der Tarifklasse der benutzten Leitung entsprechenden Zeitabschnitt mittels eines selbsttätigen Zählkontaktwerkes bewirkt, zum Zwecke, durch die Verteilung der Zählstromschließungen auf kürzere oder längere Zeit den Tarif zugleich nach der Sprechdauer abzustufen. (D. R. P. Nr. 273 225.)

Briefe an die Redaktion.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Die Steuerungen der Dampfmaschinen.

In Heft 6 der Zeitschrift dieses Jahres bespricht Herr Prof. Körner das Buch von H. Dubbel „Die Steuerungen der Dampfmaschinen".

Einen großen Teil, fast die Hälfte dieser Kritik, widmet er der Salingré-Steuerung. Ich bemerke, daß zwischen Herrn Körner und Herrn Salingré ein Patentstreit geherrscht hat, in welchem Herr Körner versuchte, das Salingrésche Patent zu vernichten. Es wurde jedoch nur eine redaktionelle Umänderung des Patentanspruches vorgenommen. Sehr befremden muß es, daß diese rein persönliche Angelegenheit von Herrn Prof. Körner in die allgemeine Besprechung eines Buches hineingezogen wurde und daß Herr Prof. Körner hiebei ein Werturteil über das Salingrésche Patent abgibt. Dieses Werturteil ist durchaus irreleitend.

Die Angabe des Herrn Prof. Körner, worauf sich das Patent bezieht und daß dasselbe keinen Wert hat, weil es Umgehungen zulasse, ist eine rein persönliche und wird einer gerichtlichen Nachprüfung ebensowenig standhalten, wie seine Nichtigkeitsklage nicht den von ihm gewünschten Erfolg hatte.

Die Nichtigkeitsabteilung des deutschen Patentamtes hat sich dahin ausgesprochen, daß gegenüber der alten durch Patent 83300 bekannt gewordenen Körnerschen Steuerung wesentliche und patentfähige Vorteile bei der Salingréschen Konstruktion vorhanden sind. Es genügt darauf hinzudeuten, daß Herr Körner vor dem Patentamt nur angeben konnte, daß ein einziges Mal der Versuch gemacht wurde, sein bald von ihm fallen gelassenes Patent zur Ausführung zu bringen. Bezeichnend für das Unzutreffende der Beurteilung des Herrn Körner ist, daß die Salingrésche Steuerung in der Praxis Einführung gefunden hat, von zwei bedeutenden Maschinenfabriken gebaut wird, und daß bisher trotz des kurzen Bestehens des Patentes schon 28 größere Maschinen mit der Steuerung ausgerüstet sind und nachweislich ausgezeichnet arbeiten. In Nr. 13 der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure hat Herr Körner zugeben müssen, daß er die tatsächlichen Angaben über die Salingrésche Steuerung nicht bestreiten könne.

Zur Wahrung der Interessen des Herrn Salingré sind die obigen Konstatierungen nötig, welche durch das durchaus unzulässige Vermischen rein privater Streitangelegenheiten mit der allgemeinen Kritik eines Buches durch Herrn Körner hervorgerufen wurden.

Berlin, 29. April 1914.

Patentanwalt Bernhard Bomborn.

Erwiderung.

Wie bereits in meiner Erwiderung auf die Zuschrift des Herrn Bomborn an die Redaktion des Vereins deutscher Ingenieure ausgesprochen ist, betrachte ich die Angelegenheit durchaus nicht als eine persönliche, sondern rein sachlich. Die Steuerung des Herrn Salingré ist ein spezieller Fall meiner vor 20 Jahren entworfenen Konstruktion, der von jedem Ingenieur, der sich mit dem Gegenstande abgibt, hätte in Betracht gezogen werden müssen. Ich habe ihn in der Patentschrift seinerzeit nicht besonders hervorgehoben, weil die von mir gewählten Verhältnisse bessere sind, was einwandfrei nachgewiesen werden kann. Auf meinen Nichtigkeitsantrag beim deutschen Patentamt sind auch die drei wesentlichen Punkte des Patentanspruches Salingré beseitigt worden; übrigens ist die Urteilsbegründung größtenteils unrichtig, der verbleibende Teil des Anspruches unwesentlich und ohne Vorteile. Es würde zu weit führen, diese übrigens bei Kenntnis der Sachlage einleuchtenden Behauptungen hier beweisen zu wollen.

Im Buche Dubbels ist die Vorgeschichte nicht erwähnt, und es wird der Eindruck erweckt, als hätte Herr Salingré eine neue Steuerungsgruppe gefunden. Die dem Buche nachträglich beigegebene Bemerkung berichtigt dies, es ist aber wohl mein Recht und meine Pflicht als Berichterstatter, meine Priorität zu wahren und auch die Maschinenindustrie vor etwaiger Übernahme des Patentes Salingré aufzuklären.

Diese Absicht kann doch nicht als „persönliche Streitangelegenheit" angesehen werden. Was übrigens Herr Bomborn als zulässig oder unzulässig erklärt, ist wohl nicht von Bedeutung, da er selbst gesteht, hier nur die Interessen seines Klienten zu vertreten, während ich ausschließlich die Allgemeinheit und die geschichtliche Wahrheit im Auge habe.

Prag, am 16. Mai 1914. *Prof. Körner.*

Schluß der Redaktion am 9. Juni 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie **Redaktion, Administration** und **Expedition** der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804 423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der **Jahresbeitrag** beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige **Eintrittsgebühr** beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. **Bezugspreise:** Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die **Bezugspreise** sind im **vorhinein** zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Vereinfachung des Gebäudeblitzschutzes. Von Professor Dipl.-Ing. S. Ruppel, Frankfurt a. M. 521
Die elektrotechnische Industrie im Jahre 1913. Von Emil Honigmann (Fortsetzung) 526
Rundschau:
- Elektrizitätswerke, Anlagen 535
- Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 535
- Dynamomaschinen, Transformatoren 535
- Stromverteilung 536
- Leitungen 536
- Elektrische Beleuchtung 537
- Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 537
- Funkentelegraphie und -Telephonie 538
- Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 538
- Stoffe für die Elektrotechnik 538
- Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 539

Chronik 539
Briefe an die Redaktion 542
Vereinsnachrichten 542
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *333—344*

Vereinfachung des Gebäudeblitzschutzes*).

Von Professor Dipl.-Ing. **S. Ruppel**, Frankfurt a. M.

Der Blitzableiter als Uranfang der praktischen Elektrotechnik, der in seinem Entwicklungsstadium etwa bis zu Ende des 18. Jahrhunderts die Gelehrten viel beschäftigte, hat dann etwa ein Jahrhundert geschlummert.

Erst die Arbeiten von Melsens 1865 bis 1878, dessen Konstruktionsprinzip „divide et impera" heute noch den Blitzableiterbau beherrscht, hat aufklärend und befruchtend gewirkt. Er bekämpfte die hohen Auffangstangen und die meist vagen Hypothesen über den Schutzkreis, trat für unbedingten Anschluß der Gas- und Wasserröhren ein, verlangte Bodenleitungen mit möglichst großer Ausdehnung, Gebäudeleitungen aus verzinktem Eisen und suchte auch die Kosten möglichst herabzudrücken.

Wenn auch seine Arbeiten die Anerkennung einsichtiger Gelehrter fanden und weiter ausgebaut wurden, — ich möchte hier an die Österreicher Zenger und Hess erinnern, — den „Blitzableiter fürs Volk" lieferten sie nicht.

Die allgemeine Einführung der Blitzableiter scheiterte bisher und teilweise jetzt noch an der Kostenfrage. Wir haben beim Blitzableiterbau dieselbe Erscheinung wie bei vielen technischen Apparaten, sie werden erst Allgemeingut, wenn sie billig werden. Dies müßte aber beim Blitzableiter, der nicht ein Gebrauchsapparat im gewöhnlichen Sinne ist, unbedingt angestrebt werden.

Wir wollen untersuchen, wie weit dies möglich ist:

Franklin, der seine ersten Versuche über die elektrische Kraft der Wolken im Jahre 1752 ausführte, als die Lehre von der Elektrizität noch in den Kinderschuhen steckte, nahm nach diesen Versuchen an, daß ein wesentlicher Bestandteil des Blitzableiters die vergoldete Spitze sei, durch welche der Wolke die Elektrizität entzogen werde. Der Blitzableiter hätte demnach eine vorbeugende Wirkung besitzen müssen, er sollte das Entstehen eines Blitzschlages verhindern. Daß sich diese vorbeugende Wirkung mehr aus den theoretischen Betrachtungen sowie aus kleinen, mit den wirklichen Verhältnissen nicht zu vergleichenden Experimenten ergibt, hat Franklin, wie es scheint, sehr bald eingesehen, denn schon im Jahre 1755 schreibt er: „Die auf Gebäuden errichteten spitzen Stangen, welche mit der feuchten Erde verbunden sind, werden dem Schlag entweder gänzlich vorbeugen, oder, wenn sie demselben nicht zuvorkommen, werden sie ihn dennoch dergestalt ableiten, daß das Gebäude keinen Schaden davon leiden kann."

Obwohl also Franklin selbst, ehe Erfahrungen über Blitzschläge auf Blitzableiter vorlagen, schon die Schutzwirkung neben der vorbeugenden Wirkung betont, spukt noch heute in vielen Köpfen der Glaube an die vorbeugende Wirkung, der Platin und vergoldete Spitzen verlangt.

Es hatte nur geringen Einfluß, daß die preußische Akademie der Wissenschaften in einem von Helmholtz, Kirchhoff und Siemens unterzeichneten Gutachten sagte:

„Wir können deshalb die früher ausgesprochene Ansicht über die verhältnismäßig unbedeutende Wirkung der Spitzen nicht zurücknehmen und glauben dies hier hervorheben zu müssen, damit nicht die hohen Preise der Platinspitzen oder der nach der Theorie der Schutzkreise hoch hinauszuführenden, schwer zu befestigenden Auffangstangen der Anwendung von Blitzableitern hemmend in den Weg treten."

*) Vortrag gehalten im Elektrotechnischen Verein in Wien am 18. März 1914.

Digitized by Google

In vielen physikalischen Lehrbüchern findet man in erster Linie als Zweck des Blitzableiters angegeben, daß er durch geräuschloses Entziehen der Wolkenelektrizität die Entstehung eines Blitzschlages verhindern soll.

Es ist merkwürdig, wie schwer es selbst Fachleuten fällt, sich an den Gedanken zu gewöhnen, daß die aus wenigen Spitzen ausströmende Elektrizitätsmenge unendlich klein zu den Mengen ist, um die es sich bei Gewittern handelt.

Man sieht und hört auch überall von der Notwendigkeit hoher Stangen, welche angeblich einen durch eine mathematische Regel gegebenen Schutzkreis besitzen. Es hat nichts genutzt, daß sich das oben zitierte Gutachten der preußischen Akademie der Wissenschaften sowie die Äußerungen anderer Forscher gegen diese mathematische Schutzkreistheorie gewandt haben. Noch heute werden vielfach hohe, teuere Stangen benützt, die durch ihr häßliches Aussehen die Gebäude verunzieren, und deren Preis in keinem Verhältnis steht zu dem Schutz, den sie gewähren.

Will man feststellen, was erforderlich ist, um ein Gebäude vor auftreffenden Blitzen zu schützen, so hält man sich am besten an die Beobachtungen bei Blitzschlägen auf ungeschützte Gebäude. Daß man sich keinesfalls auf den sogenannten Schutzkreis verlassen kann, zeigen viele beobachtete Blitzschläge, bei denen der Blitz Teile eines Gebäudes traf, die im Schutzkreis der hohen Stangen lagen. Schon aus dem Jahre 1777 ist ein derartiger Fall bekannt, der damals noch großes Aufsehen erregte. Auch die vorzüglich geführten Statistiken der Feuerversicherungsgesellschaften, die eine große Reihe solcher Schläge nachweisen, können gegen die Schutzkreistheorie angeführt werden.

Die Richtung einer Entladung ist durch andere Einflüsse bestimmt als durch eine Stange, deren Länge weniger als 1% bezw. 0·1% der Blitzbahn beträgt.

Bei Untersuchungen von 9500 mir von der kgl. bayer. Versicherungskammer zur Verfügung gestellten Aufzeichnungen aus den Jahren 1885 bis 1910 fand ich folgende Resultate:

Getroffen wurden:

Turm- oder Giebelspitzen	54·9%
Schornsteine	24·5%
Firste	13·5%
Dachflächen	5·9%

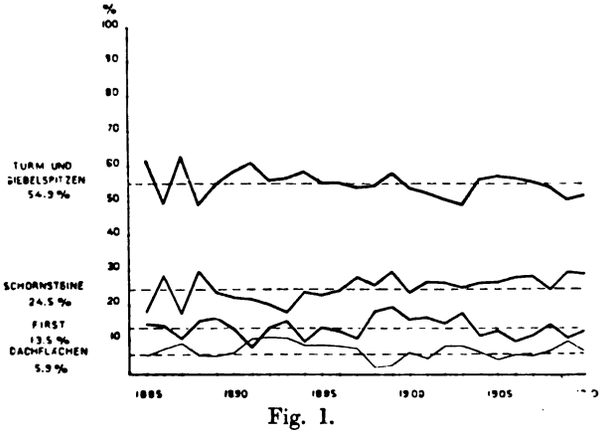


Fig. 1.

Aus den Kurven (Fig. 1) ist ersichtlich, wie gleichmäßig in den verschiedenen Jahren die Verteilung der Einschlagstellen bleibt. Die einzelnen Jahre weichen nur wenig von den Mittelwerten ab.

Der Schutz ist zweckmäßig so durchzuführen, daß an den bekannten Einschlagstellen Metallteile angebracht werden, die mit den Gebäudeleitungen und hiedurch mit den Erdungen Verbindung erhalten.

Bei den Turm-, First- und Giebelspitzen werden am besten und schönsten metallene Zierknäufe als Auffangvorrichtungen ausgebildet. Soll hievon abgesehen werden, dann läßt man einfach die Leitungsenden etwas (10 bis 25 *cm*) hervorragen*).

Bei Kaminen kann die Ausbildung der Auffangvorrichtungen in sehr verschiedener Weise erfolgen. Werden gußeiserne Abdeckplatten verwendet, so können diese als Auffangvorrichtung benutzt werden.

Bei Fabrikschornsteinen hat die Verwendung von hohen Auffangstangen noch weniger Berechtigung als sonst. Sehr zweckmäßig ist hier eine mehrteilige gußeiserne Abdeckplatte, die als Bestandteil des Kaminkopfes an sich vielfach verwendet wird, und an deren Verschraubung die Leitung bequem und sicher angeschlossen werden kann.

Der Weg von den Auffangvorrichtungen zur Erde, der durch die Gebäudeleitungen gebildet wird, hat auch in seiner Konstruktion mit der Zeit manche Wandlungen durchgemacht. Früher dachte man, daß dieser Weg in erster Linie möglichst geringen Ohmschen Widerstand besitzen muß, eine Anschauung, die sich noch heute in der bekannten Messung wiederspiegelt, bei welcher ein Metallhütchen auf die Blitzableiterspitze gebracht und der Widerstand der Leitung von der Spitze bis zur Erdung gemessen wird.

Aber obwohl die Kenntnis des Verlaufes der hochgespannten, rasch verlaufenden Entladungen manche Erscheinung geklärt hat, die früher rätselhaft erschien, der praktische Blitzableiterbau wandelt auf seinen alten ausgetretenen Pfaden weiter.

Man hat nicht gelernt, daß große Oberflächen bevorzugte Leiter sind, ja, daß selbst die nassen Gebäudewände allein schon imstande sind, Schläge abzuführen. Auch, daß die mechanische Festigkeit der Verbindungen oft wichtiger ist als ihr inniger elektrischer Kontakt, (denn kleine Luftstrecken werden leichter überschlagen als zum Beispiel Strecken mit hoher Selbstinduktion), scheint nicht genügend bekannt. Es wird auch noch immer an dem Satze festgehalten, „daß ein schlechter Blitzableiter schädlich sei und ein Gebäude gefährde".

Dabei wird das Gegenteil durch obige Betrachtungen sowie in hunderten von Fällen gezeigt, in denen der Blitz zum Beispiel durch die am Gebäude ohne Rücksicht auf den Blitzschutz angebrachten, unverbundenen Dachrinnen und Regenabfallrohre fast ohne Schaden für das Gebäude abgeleitet wird.

Die Anordnung der Gebäudeleitungen hätte bei einem einfachen Wohnhaus etwa nach folgenden Grundsätzen zu erfolgen (Fig. 2):

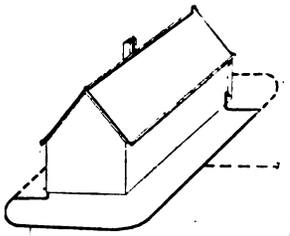
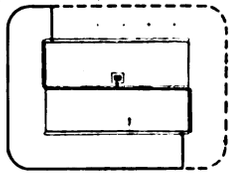


Fig. 2.

Die Auffangvorrichtungen werden unter sich durch eine Leitung verbunden, die längs des Firstes verlegt wird, die sogenannte Firstleitung, die an sich auch als Auffangvorrichtung dient. Von der Firstleitung gehen, um dem Blitz



*) E. v. Braunthal: Herstellung und Prüfung von Gebäudeblitzableitern. Verlag Fr. Deuticke, Wien. Mk. 2.50.

Findeisen: Praktische Anleitung zur Herstellnug einfacher Gebäudeblitzableiter. Verlag Jul. Springer, Berlin. Mk. 2.40.

Ruppel: Vereinfachte Blitzableiter. Verlag Jul. Springer, Berlin. Mk. 1.—

Digitized by Google

gleich von der Einschlagstelle aus die Möglichkeit zu geben sich zu verzweigen, mindestens zwei Leitungen zur Erdung. Hiezu werden zweckmäßig die am Gebäude vorhandenen Abfallrohre verwendet, durch die dann an sich noch die Dachrinnen mit geerdet sind.

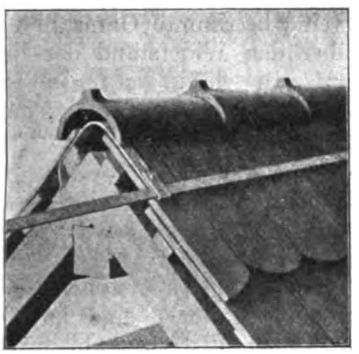


Fig. 3.

Zwischen Firstleitung und Dachrinne bedarf es einer besonderen Verbindungsleitung, wenn nicht an den Windbrettern ein Blechbeschlag vorhanden ist, der als Leitung dienen kann. Ist eine besondere Leitung zu verwenden, so ist diese sowohl auf dem Dache als auch an den Gebäudewänden glatt aufliegend oder auf niederen Haltern zu verlegen (Fig. 3). Die hohen, häßlichen Stützen, die man früher benutzte, um ja die Leitungen vom Gebäude entfernt zu halten, sind unnötig, denn wenn die Gebäudefläche als Leitung mitwirkt, ist dies nur zu begrüßen. Überschläge aufs Gebäude verhindern die hohen Stützen doch nicht, da die metallenen Befestigungsteile die Ziegeln durchdringen und ins Holz hineingehen.

Das Leitungsmaterial, aus dem bei besonderer Verlegung die Leitungen zu wählen sind, kann verschieden sein. Früher war fast allgemein Kupfer vorgeschrieben, da nach den älteren Ansichten in ihrer Ängstlichkeit vor kleinen Schäden am Blitzableiter die Haltbarkeit ein Haupterfordernis war. Kupfer ist aber sehr teuer und deshalb ist verzinktes Eisen vorzuziehen, da es bei ausreichender Haltbarkeit, große mechanische Festigkeit besitzt und verhältnismäßig billig ist. Als Bandeisen hat es noch den Vorteil großer Oberfläche und läßt sich genügend leicht den Gebäudelinien anschmiegend verlegen.

Die zu verwendenden Querschnitte sind beim Blitzableiter durch die Bedingung bestimmt, daß sie auch bei starken Entladungen nicht durchschmelzen; der Widerstand spielt natürlich keine Rolle. Man wählt deshalb die unverzweigten Leitungen, das heißt solche, welche den gesamten Strahl führen müssen, doppelt so stark als die verzweigten.

Für die verschiedenen Metalle ergeben sich dann die folgenden Querschnitte:

	Kupfer	Eisen	Zink	Blei
verzweigt	25	50	75	150
unverzweigt	50	100	150	300

Diese Abmessungen sind bei den metallenen Gebäudeteilen, die als Leitungen verwendet werden, meistens reichlich vorhanden, ein Abfallrohr aus Zink hat zum Beispiel in der Regel einen Querschnitt von zirka 150 mm^2, ganz abgesehen von seiner großen Oberfläche.

Auch die größeren Metallteile im Gebäude, die möglichst an ihrem oberen und unteren Ende mit dem Blitzableiter zu verbinden sind, besitzen ausreichende Querschnitte. Besonders gilt dies von den in den Wohnhäusern reichlich vorhandenen Rohren der Gasleitung, Wasserleitung, Zentralheizung, Vakuum usw.

Wenn die Wasserleitung und die Zentralheizung mit der Firstleitung verbunden werden, was sich immer empfiehlt, so ergeben sich hiedurch vorzügliche Ableitungen. Überhaupt läßt sich durch Anschluß der Metallteile eines Hauses wie: Kaminaufsätze, Windfahnen, Zierknaufe, Firstzinke, Gratzinke, Kehlbleche und andere Blechverwahrungen, Dachrinnen, Kiesleisten, Schneefanggitter, große eiserne Dachfenster, eiserne Gestänge für elektrische Leitungen, Glockenstühle, Uhrtransmissionen, Wasserreservoire, eiserne Treppengeländer, eiserne Leitern, große eiserne Reklameschilder usw. eine Vervielfältigung der Leitungen herbeiführen, die mit großer Annäherung einen metallischen Käfig ergaben. Daß bei derartigen vielfach verzweigten und zusammenhängenden Leitungen eine Messung unmöglich und wertlos ist, braucht wohl nicht besonders betont zu werden. Je mehr bei einem Blitzableiter die metallenen Konstruktionsteile des Hauses mitverwendet werden, um so mehr wird auch eine besondere Kontrolle überflüssig, da dann die Bestandteile des Blitzschutzes schon aus baulichen Rücksichten in gutem Zustande gehalten werden.

Auch für Eisenbetongebäude*) erhält man einen vorzüglichen Blitzschutz durch die Eiseneinlagen des Gebäudes. Hiebei sind selbst dann keine Beschädigungen zu befürchten, wenn diese Eisen nicht untereinander verbunden sind. Ich konnte durch Versuche mit kräftigen Funken (zirka 3000 A und 100 000 V, Zeitdauer etwa 4.10^{-6} Sek.) keine Zertrümmerungen bei Überschlägen zwischen zwei Eisenteilen erhalten. Nur beim direkten Aufschlag der Funken auf Beton erhielt ich Sprengwirkungen. Aber diese waren nur bei Glattstrich beträchtlich, bei rauhem porösem Beton waren die Wirkungen minimal (Fig. 4 und 5).

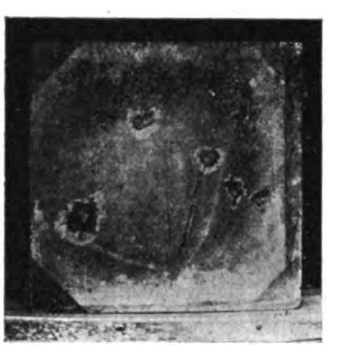


Fig. 4.

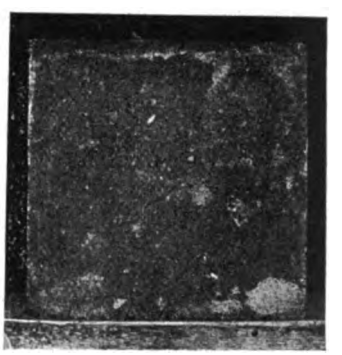


Fig. 5.

Verbindet man also die Eiseneinlagen eines Eisenbetongebäudes mit den Heizungs-, Gas- und Wasserröhren, eine Verbindung, die vielfach schon zufällig vorhanden ist, so wird der Blitzschutz in der Regel völlig ausreichen. Verbessern kann man ihn noch dadurch, daß man schon während des Baues oder nachträglich einzelnen Eisen nach außen Verbindung verschafft. An diese werden die Dachrinnen, Abfallrohre und die Wasserleitung angeschlossen.

Die Wirkungen der Funken auf den Beton zeigen, daß die Zerstörungen bei Blitzschlägen im wesentlichen auf mechanische Sprengwirkungen zurückzuführen sind, die durch die plötzliche Luftausdehnung erfolgen. An elektrostatische oder elektrodynamische Kräfte ist hiebei nicht zu denken, wie verschiedene meiner Versuche zeigen, die ich zum Nachweise dieser Erscheinung durchführte.

Was oben über die Prüfungen gesagt war, gilt bis zu einem gewissen Grad auch von den Erdleitungen.

Wenn als Erdung die Rohrnetze der Gas- und Wasserleitung verwendet werden, so ist für eine dauernde, gute Erdung gesorgt, die an sich keiner besonderen Prüfung und

*) Deutsche Bauzeitung, XI. Jahrgang 1914, Nr. 6, Vortrag auf der Hauptversammlung des Deutschen Betonvereines, „Blitzschutz von Eisenbetonbauten".

Digitized by Google

Überwachung bedarf. Liegt die Verbindungsstelle mit den Blitzableiterleitungen im Innern des Gebäudes (oben im Dach, unten im Keller) so gibt eine einfache Besichtigung Aufklärung über den Zustand der Erdung.

Wenn die Wasserleitung wie oben angegeben als Erdleitung verwendet wird, so sind weitere Erdleitungen überflüssig.

Will man besondere Erdleitungen herstellen, so muß man versuchen, Erdleitungen zu schaffen, die der Wasserleitung möglichst ähnlich sind, das heißt also langgestreckte Leitungen. Die Verwendung von Erdplatten, die früher allgemein üblich war, ist unzweckmäßig, denn die durch die Erdplatten geschaffenen Übergangsmöglichkeiten sind verhältnismäßig gering zu der aufgewendeten Metallmenge. Ein weiterer Nachteil der Erdplatten ist, daß sie in tiefe Grundwasser führende Schichten verlegt werden müssen und sehr teuere Erdarbeiten verursachen. Wenn der Grundwasserspiegel mehrere Meter tief liegt, sind die durch die Verlegung einer Erdplatte entstehenden Kosten oft höher, als die Gesamtausgaben einer Blitzableiteranlage für ein Wohnhaus betragen dürften.

Da die Ausbreitung der schnellen Entladung hochgespannter Elektrizität sehr wahrscheinlich an der Erdoberfläche erfolgt, so sind auch aus elektrotechnischen Gründen die langgestreckten Erdleitungen den Erdplatten unbedingt vorzuziehen.

Eine gute und einfache Anordnung für diese langgestreckten Erdleitungen ergibt sich, wenn man sie als Ringleitung um das Gebäude verlegt und an diese Ringleitung die verschiedenen Ableitungen anschließt. Die langgestreckten Leitungen werden etwa 30 bis 40 *cm* tief in den Boden gelegt, da diese oberen verunreinigten Schichten der Erde im allgemeinen besser leitend sind, als die tiefer liegenden; außerdem werden sie bei Regen schneller angefeuchtet und infolgedessen auch gut leitend. Sind die Untergrundverhältnisse besonders schlecht, so kann man die Ringleitung noch dadurch verbessern, daß man Ausläufer nach feuchten Stellen führt und diese in Rohren endigen läßt, die in den Boden getrieben sind. Bei Wasserläufen ist es stets richtiger, die langgestreckten Leitungen in das Ufer statt in das Wasser zu verlegen. Wird in der oben angegebenen Weise verfahren, so erhält man praktische und gute Erdungen.

Wenn man außerdem noch alle in der Nähe befindlichen mit der Erde in Verbindung stehenden Metallteile angeschlossen hat, so ist man sicher, daß ein Blitzschlag, der das Gebäude trifft, nicht auf andere Erdungen, die besser sind, überspringt.

Erdungen, die an die Blitzableiteranlage angeschlossen werden müssen, sind Brunnen, Jauchegruben usw. Der absolute Ohmwert einer Erdleitung spielt keine große Rolle. Es ist nur unter allen Umständen anzustreben, daß der Blitzableiter die beste erreichbare Erde besitzt. Wird in der oben angegebenen Weise verfahren, so wird dies sicher erreicht.

Der Widerstand der Oberflächenleitung hängt natürlich von deren Länge ab und von der Art des Bodens in dem die Leitungen liegen. Bei einem normalen Wohnhaus und gutem Ackerboden genügen in der Regel Oberflächenleitungen von 25 bis 40 *m* Länge, der Widerstand beträgt dann 5 bis 15 Ohm. Besteht der Boden aus Sand und sind die Untergrundverhältnisse ungünstig, Felsen u. dgl., so wird der Widerstand leicht den doppelten bis zehnfachen Wert erreichen können. Ganz besonders ungünstig werden die Verhältnisse liegen, wenn man es mit einem Gebäude zu tun hat, das auf felsigem Untergrund, auf einem Berge steht. Dort werden die Widerstände verhältnismäßig sehr hoch sein und trotzdem kann die Blitzableiteranlage genügen.

Die Widerstandswerte der Blitzableitererden sind immer nur Relativzahlen, man kann nie die Widerstände in absoluten Ohmzahlen für verschiedene Orten vergleichen. Es wäre deshalb auch völlig verkehrt als richtigen Widerstandswert für die Erdung eine bestimmte Ohmzahl vorzuschreiben. Vorschriften über den Widerstand der Erdleitung, den Widerstand der Gebäudeleitungen und andere genaue konstruktive Angaben sind sehr ungünstig, denn durch die vielen unnötigen Einengungen wird die Anlage der Blitzableiter erschwert.

Nun ist aber die Blitzableiterfrage, das heißt die allgemeine Einführung der Blitzableiter, eine reine Kostenfrage und es ist das unbestreitbare Verdienst F i n d e i s e n s, daß er versuchte durch die Benutzung der metallenen Gebäudeteile die Blitzableiter zu verbilligen und zu vereinfachen. Seine Arbeiten haben den Blitzableiterbau w e s e n t l i c h gefördert.

Welche Rolle die Kosten spielen, ersieht man aus den Zahlen der Feuerversicherungsanstalten, die angeben, wieviel Prozent der Gebäude Blitzableiter besitzen.

In Deutschland habe ich bei einer großen Zahl von Feuerversicherungsgesellschaften diese Zahlen zusammengestellt und hierbei eigentümliche Resultate erhalten. Von den versicherten Gebäuden besitzen im M a x i m u m 8·6% Blitzableiter. Diese hohe Zahl war aber nur erreicht bei städtischen Gebäuden, bei ländlichen Gebäuden waren teilweise nur 0·07% der Gebäude mit Blitzableitern versehen. Das ist aber nicht zu verwundern, denn wenn man von dem Besitzer eines ländlichen Hauses, das nach den Aufzeichnungen der Feuerversicherungsgesellschaften im Mittel einen Wert von etwa Mk. 4000 besitzt, verlangt, daß er sich eine Anlage herstellen läßt, die einen Wert von Mk. 200 bis 300 repräsentiert, so wird er das in der Regel nicht durchführen können. Wenn auch der Betrag von Mk. 300 für städtische Gebäude, die an sich einen Wert von Mk. 50 000 oder 100 000 repräsentieren, nicht so hoch ist, so ist er doch für normale ländliche Gebäude einfach unerschwinglich.

Ganz besonders tritt dies in Erscheinung, wenn man den Wert kleiner Gebäude (Ställe, Heuschober u. dgl.) betrachtet, die landwirtschaftlichen Zwecken dienen. Für diese Gebäude kommen nur allereinfachste und allerbilligste Blitzableiter in Betracht.

Wenn man untersucht, wie hoch sich die Kosten für ein derartiges Gebäude stellen dürfen, so wird man finden, daß bei sachgemäßer Ausführung und Verwendung einfachen Materials und unter Verwendung der Metallteile des Gebäudes sich Anlagen erstellen lassen, die nicht viel über K 70 bis 100 hinausgehen. Natürlich richten sich auch hier die Kosten nach der Zahl der vorhandenen Metallteile bezw. nach der Größe des Hauses.

Wenn man mehrere Häuser gemeinsam schützt, das heißt zum Beispiel die Firstleitung über mehrere nebeneinander stehende Bauten durchverlegt und sie an verschiedenen Stellen zur Erde führt, so läßt sich eine Ersparnis erreichen. Die abführenden Leitungen können dann jeweils für zwei Gebäude gemeinsam sein und wenn Wasserleitung vorhanden ist, so bestehen die Kosten für die Erdleitung nur in der Herstellung des Anschlusses.

Ist keine Wasserleitung vorhanden, so wird man eine längere Leitung längs der Gebäude legen. Es kommen dann nur die Kosten in Betracht, die sich durch die Länge der Erdleitung ergeben, die vor jedem Hause liegt.

Kann als Firstleitung die geerdete Freileitung eines Ortsnetzes verwendet werden und werden die Dachständer

Digitized by Google

mit den Metallteilen des Gebäudes verbunden und geerdet, so bekommt man einen besonders günstigen Blitzschutz.

Die elektrischen Leitungen stellen infolge der großen Ausdehnung der Ortsnetze und der vielen an den Häusern angebrachten Erdungen einen Blitzschutz von großer Wirksamkeit dar, ohne daß auf das einzelne Gebäude höhere Kosten entfallen. Gleichzeitig werden die Metallteile der Gebäude als Erdung für den Nulleiter des Netzes dienen, so daß der Kostenanteil, den man für die Blitzableiteranlage zu rechnen hat, sehr gering wird. Erforderlich hierbei ist aber die Verwendung bester Erdungen.

Gerade jetzt bei der großen Ausbreitung der Überlandzentralen ist eine derartige Herstellung der Blitzableiter wichtig, weil sie den Gebäuden gleichzeitig mit der Einführung der Elektrizität einen billigen Blitzschutz bringt. Da die Überlandzentralen sich wesentlich auf ländliche Gebiete erstrecken, so würde hiedurch auch erreicht, was erstrebt werden muß, nämlich eine weite Verbreitung des Blitzschutzes ländlicher Gebäude.

Daß gerade ländliche Gebäude in höherem Maße eines Schutzes bedürfen, ergibt sich ohne weiteres aus den bekannten Zahlen über die Verteilung des Schadens.

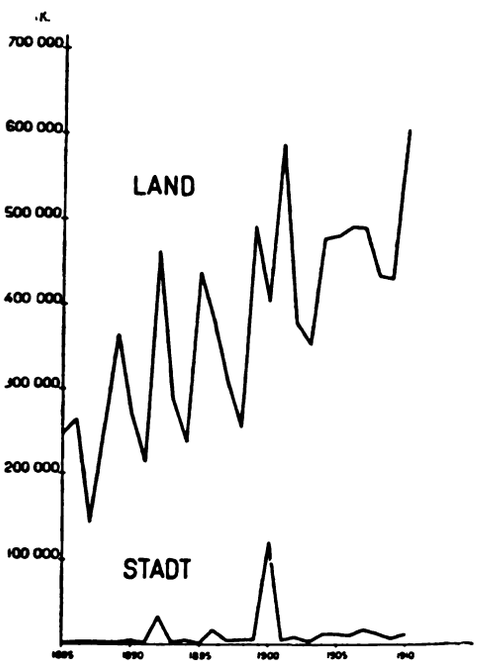


Fig. 6.

Ich habe aus den Aufzeichnungen deutscher Versicherungsgesellschaften berechnet, daß bei diesen Gesellschaften der Schaden an ländlichen Gebäuden bis zu 99·4% des Gesamtschadens*) steigt und bei keiner Gesellschaft unter 78% heruntergeht. Wie sich die Schadenwerte innerhalb des Zeitraumes von 25 Jahren verteilen, ist in Fig. 6 für den Bezirk der kgl. bayer. Versicherungskammer gezeigt.

Leider ist es mir nicht möglich für Österreich die Verluste durch Blitzschaden anzugeben. Zahlen, die mir von Österreich zur Verfügung standen, enthielten nur Angaben über die Zahl der zündenden Blitzschläge oder Zahl der Blitzschläge auf Menschen. Ich habe diese Zahlen in den Arbeiten von k. k. Rat Dr. W ä c h t e r für die militärärarischen Gebäude, bei P r o h a s k a für Steiermark und Kärnten und ähnliche Zahlen in den Arbeiten von S z a l a y für Ungarn gefunden.

*) „Die Feuerversicherungsunternehmungen und der Blitzableiterbau" aus „Wirtschaft und Recht der Versicherung". Beiheft zur Zeitschrift „Mitteilungen für die öffentlichen Feuerversicherungsanstalten".

Da in Österreich bei den Feuerversicherungsgesellschaften soweit mir bekannt ist, die nichtzündenden Blitzschläge nicht entschädigt werden und eine Versicherungspflicht nicht besteht, so stehen keine Unterlagen über den Schadenwert zur Verfügung. Die Angaben über Blitzschläge werden, soviel ich weiß, nur den Unterlagen der Gewitterstationen entnommen.

Der Blitzableiterbau hat aber besonders durch die Beobachtungen der Feuerversicherungsgesellschaften, zum Beispiel durch die genauen Aufzeichnungen der Zerstörungen bei Blitzschlägen und den Verlauf der Blitze, ungeheuer viel wertvolles Material erhalten.

Es wäre sehr zu begrüßen, wenn man hier erwirken könnte, daß auch für Österreich ein derartiges statistisches Material und besonders auch Beobachtungen über die bei Blitzschlägen erfolgten Zerstörungen gesammelt würde. Vielleicht läßt sich eine derartige Statistik vom Elektrotechnischen Verein und den meteorologischen Zentralstellen gemeinsam in die Wege leiten. Da im Blitzableiterbau sehr viele Konstruktionsdaten nicht berechnet sind, sondern einfach auf Grund der praktischen Erfahrungen ermittelt wurden, so könnte eine weitere Ausdehnung der Statistik dem Blitzableiterbau wichtige Dienste leisten.

Aus den Statistiken ergibt sich auch, daß die Gefahr bei Gewittern beim Aufenthalt in Gebäuden gering ist, und daß von allen Tötungen bei Gewittern nur etwa ein Drittel im Gebäude selbst erfolgt. Trotzdem sind viele Menschen bei Erscheinen eines Gewitters außerordentlich ängstlich und sie betrachten sich nur dann außer Gefahr, wenn sie sich in einem Hause mit Blitzableiter befinden.

Es muß deshalb nicht nur aus wirtschaftlichen Erwägungen, sondern auch um den bei Gewittern ängstlichen Menschen Beruhigung zu bringen, angestrebt werden, daß j e d e s Gebäude mit einem Blitzableiter versehen wird. Diese Forderung ist keine Utopie. Es kann ganz gut jedes einfachste Haus seinen Blitzableiter erhalten, wenn wir unsere Konstruktionsprinzipien so aufstellen, daß die einfachen Anlagen nicht zu teuer werden.

Erforderlich ist nur eine einzige, und zwar folgende Bestimmung:

„Jedes Gebäude soll eine zusammenhängende, metallische Leitung erhalten, die von den obersten Teilen des Gebäudes, das heißt den bekannten Einschlagstellen, bis zur Erde reicht und mit den im Gebäude vorhandenen Wasser- und Gasleitungen sowie größeren Metallteilen in Verbindung gebracht wird".

Dann genügen schon wenige einfache Verbindungen und ganz billige Leitungen, um zum mindesten größere Beschädigungen oder Schäden an Personen zu verhindern. Jeder kann sich eine solche Anlage beschaffen, die dann auch wirtschaftlich einige Berechtigung hat.

Bisher hat die Elektrotechnik vielfach den umgekehrten Weg eingeschlagen; man verlangte durch viel zu strenge Vorschriften ganz besonders konstruierte Blitzableiter und ängstigte die Laien damit, „daß ein Blitzableiter, der nicht genau nach diesen Prinzipien gebaut sei, direkt eine Gefahr bedeute". Das ist grundfalsch! Was wir brauchen sind nicht w e n i g e b e s o n d e r s vollkommene Anlagen, sondern m ö g l i c h s t v i e l e, e i n f a c h e Anlagen.

Um nun mit diesen falschen Bestimmungen und Vorurteilen aufzuräumen hat der Verband Deutscher Elektrotechniker auf seiner letzten Jahresversammlung Erläuterungen zu seinen Leitsätzen angenommen, die dem praktischen Blitzableiterbau genaue Anhaltspunkte geben. Sie sollten unbedingt als e i n z i g maßgebende Bestimmungen gelten.

Digitized by Google

Aus diesen Leitsätzen geht hervor, daß selbst allereinfachste Blitzableiter, die nur wenige Mark kosten, recht gut imstande sind, ein Gebäude vor wesentlichen Beschädigungen zu bewahren und die Menschen, die sich im Gebäude aufhalten, vor Blitzschaden zu schützen.

Es wird die Aufgabe der Elektrotechnik sein, aufklärend zu wirken und diejenigen, die die Unwissenheit und Unerfahrenheit der Hausbesitzer ausnutzen, darauf aufmerksam zu machen, daß nicht komplizierte Anlagen erforderlich sind, sondern einfache, billige Anlagen verwendet werden können bezw. verwendet werden müssen; dann wird es gelingen Millionen, die jetzt durch Blitzschlag vernichtet werden, zu erhalten und vielen Menschen Sicherheit und Beruhigung zu bringen.

Die elektrotechnische Industrie im Jahre 1913.

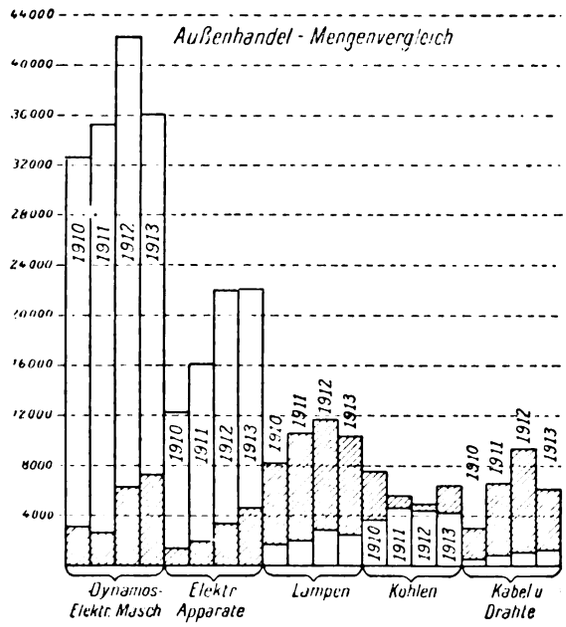
Für den Jahresbericht der Niederösterreichischen Handels- und Gewerbekammer.

Von **Emil Honigmann.**

(Fortsetzung von Heft 24, Seite 507.)

Wie alljährlich, soll auch diesmal wieder an Hand statistischer Daten und graphischer Darstellungen die Geschäftslage der einzelnen Gruppen unserer Industrie noch heller beleuchtet, insbesondere der Verkehr mit dem Auslande einer Untersuchung unterzogen werden. Die Zahlentafeln I und II (Seiten 502, 503), deren Ergebnisse Fig. 1 und 2 (Seite 506) graphisch darstellen, zeigen, daß das Jahr 1913 eine Verringerung der Einfuhr aber auch der Ausfuhr gebracht hat. Während die Einfuhr im Jahre 1912 einen Wert von 39·8 Millionen Kronen repräsentierte, sank sie 1913 auf 35·8 Millionen Kronen; die Ausfuhr betrug 1912 12·7 Millionen Kronen, 1913 12·1 Millionen Kronen; die Einfuhr sank also rund um

Fig. 3.



10·2%, die Ausfuhr rund um 4·5%. Die Handelsbilanz für die elektrotechnische Gruppe hat sich somit um etwas über 4 Millionen Kronen verbessert. Von einer eigentlichen Verbesserung der Situation kann aber keine Rede sein, denn es ist nicht anzunehmen, daß sich die inländische Produktion um diesen Betrag erhöht hat, vielmehr läßt das Sinken der Einfuhr auf ein Nachlassen des Bedarfs schließen. Wie aus Fig. 1 deutlich ersichtlich ist, setzte der Import etwas höher ein als im Jahre 1912, aber bereits im Februar begann er zu sinken und hatte im März einen direkten Sturz zu verzeichnen. Dann folgt die Kurve einigermaßen der Form der alljährlich sich zeigenden Linie, die vom Saisonbedarf abhängig ist; während aber im Oktober sonst eine schroffe Spitze erreicht wird, machte sich im gleichen Monate dieses Jahres sogar eine Senkung bemerkbar und auch gegen Jahresschluß konnte sich die Linie nicht bis zur Höhe des vorigen Jahres heben. Immerhin ist die Einfuhr gegen frühere Jahre noch ziemlich erheblich gewesen, nur muß man dabei bedenken, daß der Bau der Überlandzentralen, die Elektrifizierung der Hütten und Zechen und die Verdrängung der Transmissionen durch die Elektromotoren erst in den letzten Jahren so bedeutenden Umfang angenommen haben und daß die großen Anlagen überwiegend von den Tochterfirmen ausländischer Großunternehmungen hergestellt werden, welche von ihren Mutterhäusern all diejenigen Materialien beziehen, welche sie im Inlande nicht wesentlich billiger erhalten können. Auch die Ausfuhr hielt sich im allgemeinen unter dem Niveau des vergangenen Jahres und überragte dasselbe nur im März, September, Oktober und November. Der Minder- und Mehrexport glichen sich halbwegs aus, im ganzen beträgt die Differenz eine halbe Million zu ungunsten des Berichtsjahres. Zahlentafel III (Seiten 502, 503) zeigt im Anschluß an den Zolltarif für die drei letzten Jahre Ein- und Ausfuhr, und zwar dem Werte nach, doch sind auch die Mengeneinheiten, das heißt die Durchschnittspreise pro q*), welche die Permanenzkommission für Handelswerte festgestellt hat, angegeben. Da für die Jahre 1911 und 1912 die definitiven Werte, für 1913 die provisorischen (also letztjährigen) genannt sind, müssen auch die Mengen noch berücksichtigt werden. Dieselben sind aus der Zahlentafel IV (Seite 504) ersichtlich, welche die einzelnen Gruppen der elektrotechnischen Industrie (Maschinen-, Schwach- und Starkstromapparate, Lampen, Kabel und Drähte, Akkumulatoren und Kohlen) monatsweise behandelt und nach Mengen und Werten für die letzten drei Jahre zusammenstellt. In Fig. 3 und 3a sind die Mengenangaben, in Fig. 4 und 4a die Wertangaben graphisch verarbeitet. Zahlentafel V (Seite 505) behandelt die Einfuhr entsprechend den statistischen Nummern nach Herkunftsländern, Zahlentafel VI (Seiten 528, 529) die Ausfuhr nach Absatzgebieten. In Zahlentafel VII und VIII (Seite 530) sind Ein- und Ausfuhr einiger wichtiger Hilfsmaterialien im Außenhandel und im Zwischenverkehr mit Ungarn tabellarisch betrachtet, während den Zwischenverkehr mit Ungarn in elektrotechnischen Artikeln Zahlentafel IX (Seite 531) sowohl der Menge als dem Werte nach ziffernmäßig darstellt und Fig. 5 graphisch verarbeitet.

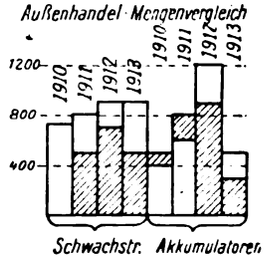


Fig. 3a.

Wenn wir nun die einzelnen Gruppen einer Durchsicht unterziehen, so zeigt sich auf den ersten Blick, daß das Geschäft mit dem Auslande durchwegs geringer geworden ist, sowohl beim Einkauf wie beim Verkauf. Der Import — zunächst soll nur der Absatz ausländischer Erzeugnisse bei uns betrachtet werden — von elektrischen Maschinen ist dem Werte nach unter die Ziffern der letzten drei Jahre herabgegangen und hat nicht viel über 10·5 Millionen Kronen betragen, während er im Jahre 1912 mehr als 13 Millionen Kronen ausmachte. Am stärksten war der Ausfall bei den Maschinen von geringerem Gewichte; da die Fabrikation von Kleinmotoren wohl im Inlande etwas zugenommen hat, immerhin aber der weitaus größte

*) q = Quintal = 100 kg.

Digitized by Google

Teil dieser Maschinen aus dem Auslande kommt, so läßt dies besonders darauf schließen, daß der Absatz der elektrischen Fabriken an Klein- und Mittelgewerbetreibende

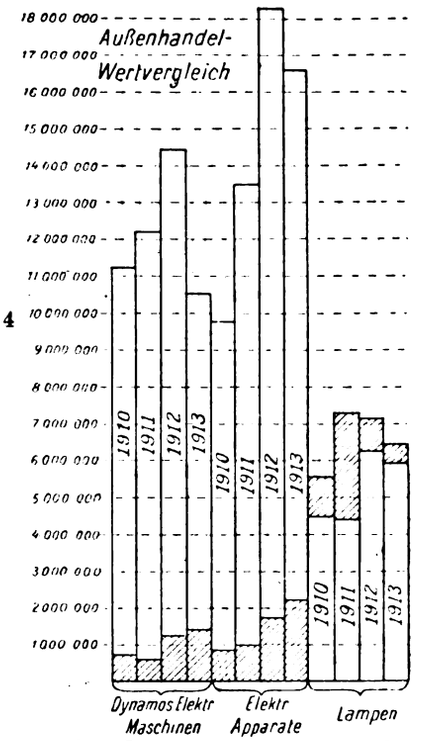


Fig. 4

gering gewesen ist. Interessant ist es auch, die Monatsübersichten der letzten Jahre zu vergleichen. Während in keinem Monat des Jahres 1912 die Einfuhr elektrischer

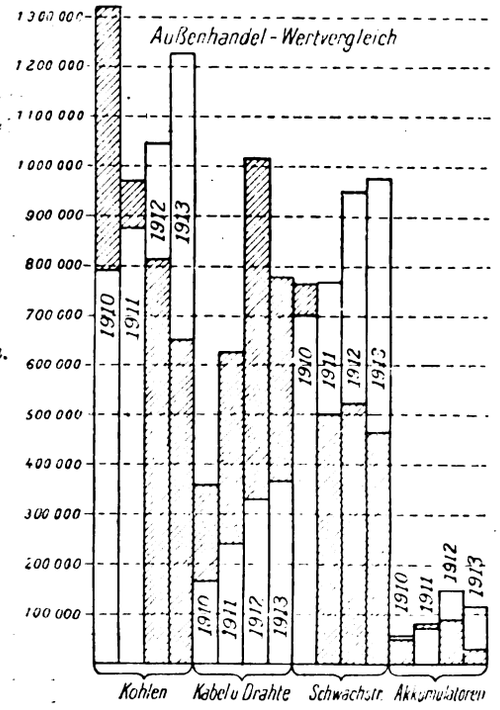


Fig. 4a.

Maschinen unter 1 Million Kronen blieb, konnte 1913 diese Summe nur in drei Monaten überschritten werden. Im Juni sank diese Ziffer sogar auf nur 0·416 Millionen Kronen. An der Einfuhr (vergl. Tabelle V) beteiligten sich außer Deutschland, auf das wieder der Löwenanteil fiel, fast nur noch die Schweiz, die in den Grenzgebieten teils infolge der geographischen Lage, teils auch aus nationalen Rücksichten starke Beziehungen unterhält. Auch in Steiermark, wo eine schweizerische Firma auf bestehende und im Bau befindliche Überlandzentralen Einfluß ausübt, sind Maschinen dieser Provenienz zur Verwendung gelangt. Italien und die Vereinigten Staaten lieferten Kleinmotoren, doch ist die italienische Einfuhr stark gesunken. Interessant ist es auch die Stückzahl der Dynamomaschinen zu betrachten. Von Kleinmotoren bis 200 *kg* Gewicht wurden 39 671 Stück für 8·347 Millionen Kronen im

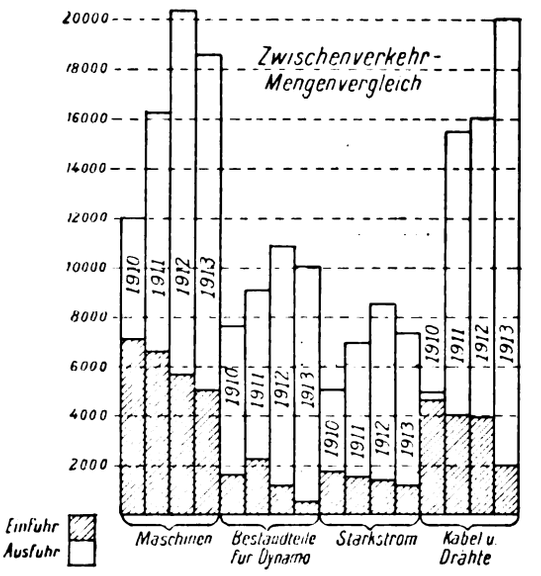


Fig. 5.

Jahre 1912 importiert, 30 241 Stück für 6·153 Millionen Kronen im Jahre 1913. Die Zahl der großen Maschinen blieb konstant, die der mittleren sank ebenfalls um zirka 10%.

Das Geschäft in elektrischen Apparaten, in denen der Bedarf naturgemäß immer mehr wächst, ist

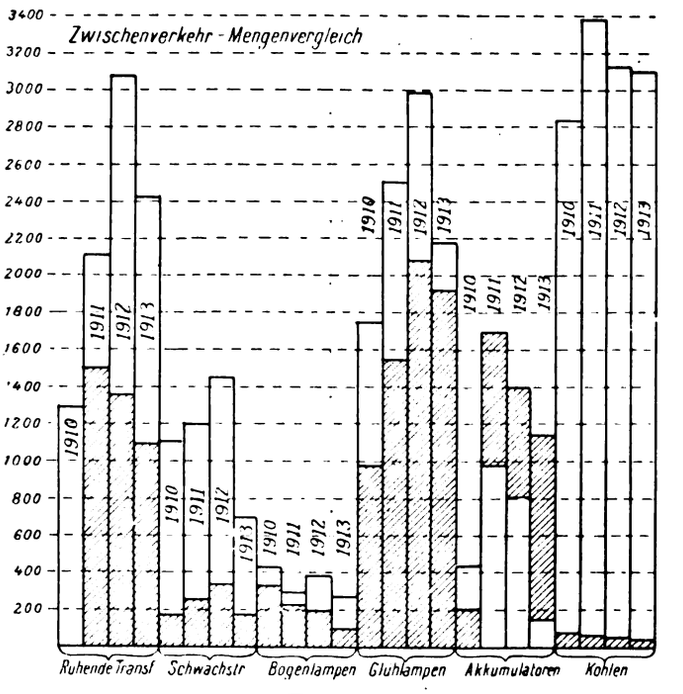


Fig. 5a.

ziemlich auf gleicher Höhe geblieben, wenigstens der Menge nach, im Werte ist es infolge der gesunkenen Preise und der veränderten Verteilung schlechter geworden. Meß- und Zählapparate sind von zirka 3·6 Millionen Kronen auf 3·2 Millionen Kronen zurückgegangen, ein Zeichen, daß die Anzahl der Anschlußinstallationen nachgelassen hat. Tatsächlich berichten auch manche Elektrizitätswerke, daß die durch die verschlechterten Erwerbsverhältnisse bedingte

Digitized by Google

Zahlentafel VI. Außenhandel (Verteilung

Stat. Nr.	Warenbenennung	Gesamtmenge		Deutsches Reich		Schweiz		Frankreich		Großbritannien		Europ. Rußland		Rumänien		Italien		Serbien		Vereinigte Staaten		Ägypten	
		1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913
	Dynamomaschinen usw.																						
1628	von 25 *kg* od. darunter	209	180	48	57	2	—	2	—	—	—	13	8	10	6	121	89	—	—	—	—	—	—
	Stück	605	542	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1629	von mehr als 25 *kg* b. 5 *q*	1 751	2 340	488	617	108	45	3	—	12	—	105	130	142	405	466	601	28	—	5	—	23	49
	Stück	1 013	1 423	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1630	von mehr als 5 *q* b. 30 *q*	2 657	2 544	608	1084	36	78	43	—	33	—	412	247	78	79	464	533	271	27	—	—	29	—
	Stück	175	113	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1631	von mehr als 30 *q* b. 80 *q*	1 079	1 432	123	95	—	—	—	—	—	—	—	—	117	174	60	81	382	—	—	—	207	38
	Stück	12	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1632	über 80 *q*	539	688	95	163	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	291	—	—	96	—	—	153	—
	Stück	3	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Telegraphenapparate usw.																						
1633	von 5 *kg* oder darüber.	179	80	44	4	—	—	4	—	—	—	62	12	—	38	4	—	65	12	—	—	—	—
1634	unter 5 *kg*	265	113	5	—	—	—	—	—	—	—	108	59	19	—	34	22	—	—	—	—	1	—
	Telephone und Mikrophone																						
1635	von 5 *kg* oder darüber.	205	220	18	23	2	—	2	—	4	—	97	84	14	—	37	43	—	—	1	—	2	—
1636	unter 5 *kg*	115	136	11	—	—	—	14	5	5	—	31	—	2	—	38	—	4	—	—	—	—	—
	Blitzschutzvorrichtungen exkl. Blitzableiter																						
1637	von 5 *kg* oder darüber.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
1638	unter 5 *kg*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Meß- und Zählapparate																						
1639	von 5 *kg* oder darüber.	56	74	34	15	2	—	6	—	—	26	2	—	1	19	5	2	—	—	—	—	—	—
1640	unter 5 *kg*	46	43	38	25	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—
	Schalt- u. Kontaktvorrichtungen																						
1641	bis zu 250 *g*	400	256	138	98	16	8	17	—	6	—	26	24	66	46	15	6	3	—	—	—	41	14
1642	**Bogenlampen**	998	964	36	54	—	—	36	—	—	—	29	—	68	55	397	297	9	—	59	—	88	81
1643	**Glüh- u. dgl. el. Lampen**	10 552	9 298	1424	1791	41	—	214	102	451	607	2484	1975	485	257	3093	2156	79	—	104	239	95	117
1644	**Montierte Fassungen** ..	121	123	22	20	4	—	2	—	—	—	21	12	18	10	6	19	—	—	16	10	—	—
1645	Montierte Glaskörper f. el. Lichterscheinungen	36	39	11	30	—	—	—	—	—	—	5	—	14	—	5	3	—	—	—	—	—	—
1646	**Apparate u. elektrische Vorrichtungen**	2 811	4 007	612	867	30	—	29	182	28	—	482	417	166	187	92	191	483	203	—	—	130	84
	Kabel u. isolierte Drähte																						
1647	mit Metallbewehrung..	6 720	4 042	183	44	9	—	—	—	409	422	256	61	384	181	207	297	546	253	12	—	733	207
1648	ohne Metallbewehrung mit einer Isolation von Papier, Asbest usw. .	1 054	354	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	122	165	—	—	153	19	—	—	702	28
1649	Kautschuk oder Guttapercha	250	44	7	10	—	10	—	—	36	—	—	—	70	5	5	—	70	—	—	—	9	—
1650	von Gespinstfäden auch in Verbindung v. Asbest	1 561	1 622	57	44	3	—	16	—	304	452	10	—	141	334	420	370	143	—	—	—	84	45
1651	Akkumulatoren m. Bleiplatten sowie Bleiplatten für solche	948	333	34	26	—	—	8	—	7	—	2	—	536	199	—	—	11	—	—	—	—	—
	Elektrische Kohlen																						
1652	Beleuchtungskohle im Gewichte von 1 *kg* und darunter p. l. *m*	6 047	6 155	108	24	3	—	87	166	2052	1188	2	—	346	440	1263	1116	9	—	—	—	—	—
1653	Elektroden von mehr als 1 *kg* p. l. *m*	293	185	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	6	18	164	113	—	—	—	—	53	34
1654	andere elektr. Kohlen.	21	44	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	38	—	—	1	4	—	—	—	—
	Gesamtsumme	38 915	35 316																				

Notwendigkeit überall zu sparen den Konsum vielfach beeinträchtigt habe. Auch Schalt- und Kontaktvorrichtungen, Fassungen und leichtere elektrische Apparate sind weniger importiert worden als im Vorjahre, wenn auch mehr als im Jahre 1911, hingegen sind die schwereren Apparate, wie solche bei Hochspannungsanlagen, in Berg- und Hüttenbetrieben, zur Steuerung von Pumpen, Kompressoren, Aufzügen usw. verwendet werden, in größerer Menge vom Auslande gekommen als selbst im Rekordjahre 1912. Zum Teil ist dies wohl auf die differentielle Abstufung der Zölle zurückzuführen, welche es nicht rentabel erscheinen läßt, diese Apparate im Inlande zu erzeugen, zum Teil aber auch

Digitized by Google

nach Absatzgebieten), Ausfuhr.

Belgien		Bremen		Norwegen		Spanien		Niederlande		Europ. Türkei		Griechenland		Bulgarien		Schweden		Hamburg		Asiat. Türkei		Brit.-Indien		Argentinien		Dänemark		Mexiko	Brasilien		Statist. Nr.
1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	1912	1913	
—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	8	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	14	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1628
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	—	—	—	—	—	4	—	1	—	70	143	14	56	137	65	2	—	119	99	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1629
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	53	57	7	—	18	100	107	216	322	—	10	—	78	—	—	—	19	42	—	—	—	—	—	—	—	—	1630
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	190	—	—	101	—	694	—	—	—	—	—	102	—	50	—	—	—	—	—	—	—	—	1631
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	308	—	163	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1632
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1633
—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	1	—	—	—	85	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1634
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	23	20	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1635
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	2	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1636
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1637
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1638
1	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1639
1	—	—	—	1	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1640
6	—	—	—	—	—	6	—	—	—	6	—	10	20	32	—	2	—	9	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1641
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	85	110	19	21	8	40	—	—	—	—	16	62	11	60	12	113	—	—	—	64	21		1642
267	261	63	91	151	209	199	—	16	—	132	81	57	—	41	89	84	—	196	55	84	146	134	142	82	161	124	40	6	115	—		1643
—	—	—	—	11	—	2	—	—	—	1	—	—	—	2	3	4	—	6	—	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—		1644
—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1645
57	165	—	—	2	—	2	—	17	—	439	532	47	121	104	439	24	—	18	91	38	234	7	—	—	—	—	—	—	—	—		1646
267	62	—	—	696	619	511	—	34	—	241	868	3	7	275	1403	244	170	—	134	—	14	147	65	142	11	—	11	123	—	—	—	1647
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	—	10	30	7	62	12	—	—	—	12	—	—	22	—	—	—	—	—	—	—		1648
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	—	—	8	20	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1649
22	35	9	—	13	—	—	—	—	—	64	37	23	—	172	167	—	—	65	—	15	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1650
260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	35	—	—	64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1651
171	177	—	—	27	—	—	—	265	—	8	71	50	—	2	40	28	—	1341	2751	—	—	—	—	—	—	71	24	—	—	—		1652
30	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	2	—	24	11	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—	—		1653
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—		1654

darauf, daß hier geschützte oder Sonderkonstruktionen in Frage kommen, bei denen man auf den Bezug von bestimmten auswärtigen Fabriken angewiesen ist.

Auch in Schwachstromapparaten ist ein wachsender Import zu konstatieren, und zwar sind Telegraphen- und Telephonapparate weniger importiert worden, hingegen hat eine beträchtliche Zunahme in Blitzschutzvorrichtungen stattgefunden. Die inländische, sehr bedeutende Schwachstromindustrie, die zum Teil zu internationalen Konzernen gehört und deshalb die Konkurrenz der mächtigsten ausländischen Werke nicht zu fürchten hat, verfügt über eine Produktion, der gegenüber der

Digitized by Google

Zahlentafel VII.

Ein- und Ausfuhr von Hilfsmaterialien für elektrotechnische Zwecke. Ausenhandel.

Stat. Nr.		Einfuhr 1911		Ausfuhr 1911		Einfuhr 1912		Ausfuhr 1912		Einfuhr 1913		Ausfuhr 1913	
		Menge	Wert	Menge	Wert	Menge	Wert	Menge	Wert	Menge	Wert	Menge	Wert
476	Erdwachs	170	20 400	18 591	2 695 695	1496	179 520	25 248	3 787 200	1455	174 600	22 745	3 411 750
941	Isoliermaterial aus Patentplatten, auch vulkanisiert	46	78 200	74	99 900	42	67 200	165	207 900	22	35 200	112	141 120
942	Ausrüstungen für technische Zwecke aus Hartgummi	107	107 000	249	149 400	146	146 000	266	159 600	93	93 000	292	175 200
1075	Glaskolben für Glühlampen	123	6 396	10 264	502 936	37	1 924	10 521	515 529	20	1.040	8 473	415 177
1191	Isolations- und Montierungsbestandteile für elektrische Zwecke, weiß	3573	267 975	33 887	2 202 655	4494	337 050	37 253	2 421 445	4362	327 150	45 365	2 948 725
1684	Personenwagen für Straßenbahnen, gepolstert und ungepolstert	—	—	—	—	32	3 680	—	—	—	—	—	—
1685	Wagen für elektrische Bahnen samt Motoren	—	—	692	124 560	7	1 260	—	—	7	1 260	—	—

Zahlentafel VIII.

Zwischenverkehr von Hilfsmaterialien für elektrotechnische Zwecke usw. mit Ungarn.

Stat. Nr.		Einfuhr 1911		Ausfuhr 1911		Einfuhr 1912		Ausfuhr 1912		Einfuhr 1913		Ausfuhr 1913	
		Menge	Wert	Menge	Wert	Menge	Wert	Menge	Wert	Menge	Wert	Menge	Wert
1133	Glaskolben für elektrische Glühlampen	—	—	575	43 125	—	—	455	34 125	—	—	657	49 275
1215	Isolations- und Montierungsbestandteile für elektrische Zwecke, weiß	371	17 808	5 051	242 448	133	6 384	6 060	290 880	153	7 344	6 589	316 272
1265	Lampen und Laternen aus Eisenblech	1689	175 656	4 528	470 912	1 510	157 040	4 769	495 976	1004	104 416	3 796	394 784
1347	Lampen und Lampenteile aus Kunstguß	2141	244 074	4 726	567 120	1758	200 412	3 645	437 400	1090	124 260	3 170	380 400
1397	Drähte aus Kupfer	443	70 880	17 710	2 745 050	234	48 672	24 882	4 901 754	52	10 816	29 113	5 735 261
1433	Lampen und deren Bestandteile aus unedlen Metallen	279	87 885	1 692	532 980	329	103 635	2 604	820 260	165	51 975	1 877	591 255
1434	Luster und deren Bestandteile aus unedlen Metallen	205	110 700	1 536	829 440	244	103 700	910	386 750	72	30 600	1 055	448 375
1573	Personenwagen für Straßenbahnen nicht in Verbindung mit Motoren	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1574	Personenwagen für Straßenbahnen in Verbindung mit Motoren	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Import verschwindet. Dagegen litt sie stark darunter, daß die Ausgestaltung der Telephonbauten im Jahre 1913 infolge der ungünstigen budgetären Verhältnisse empfindlich ins Stocken geraten ist. Es konnten nur die im Zuge gewesenen Arbeiten in den Netzen Wien, Prag, Brünn, Lemberg und Triest fortgesetzt werden. Die Installationsarbeiten für die Wiener automanuellen Zentralen Afrikanergasse, Zollergasse, Taubstummengasse, Hietzing und Meidling sind vollendet und ihre Inbetriebsetzung steht unmittelbar bevor. Die Zentralbatteriezentralen in Prag, Brünn und Triest werden im Laufe des Jahres 1914, die automatische Zentrale in Lemberg Ende des Jahres in Betrieb genommen werden.

Ungeachtet der im übrigen nahezu sistierten Bautätigkeit haben die interurbanen Leitungen im Jahre 1913 dennoch einen Zuwachs von 6247 *km* Linienlänge aufzuweisen, das gesammte Leitungsnetz hat sonach eine Ausdehnung von 36 465 *km* erreicht. Der Zuwachs ist hauptsächlich auf die erst anfangs 1913 zur Ausführung gelangten Bauten des außergewöhnlich umfangreichen Bauprogrammes aus dem Jahre 1912 zurückzuführen.

Die Zahl der Abonnentenhauptstationen betrug Ende 1913 105 396, jene der Nebenstationen 37 200, was einem Jahreszuwachse von 11 857 Haupt- und 5089 Nebenstationen entspricht. In Beziehung auf das Telegraphenwesen ist nur zu erwähnen, daß für die Relation Wien—Berlin ein Probebetrieb mit dem neuen Siemensschen Schnelltelegraphen in Aussicht genommen und daß nunmehr die Errichtung einer Ferndruckanlage auch in Wien gesichert ist. Ein neues Telephonbauprogramm ist ausgearbeitet worden, dessen Verwirklichung nicht nur den Schwachstromfabriken, sondern auch den Produzenten von Masten, Isolatoren, Drähten und Kabeln reiche Arbeit für Jahre hinaus geben würde. In welcher Weise aber die Bedeckung stattfinden soll, ist noch ungewiß. Es ist auch der Gedanke erörtert worden, daß die Zahlung in Annuitäten an die Fabriken selbst oder die ihnen nahestehenden Banken erfolgen soll, doch sind bisher darüber noch keine festen Abmachungen getroffen worden.

Die Zahl der staatlichen Bordstationen für Funkentelegraphie ist mittlerweile auf 32 gestiegen. Die österreichische Regierung hat eine eigene Abteilung für Funkentelegraphie eingerichtet und den Betrieb an Bord österreichischer Schiffe selbst übernommen. Seine technische Leitung untersteht einem in Triest eingerichteten Inspektorat. Die Fabrikation der Stationen erfolgt in Wien.

Um nun wieder zur Betrachtung der Einfuhrtabellen zurückzukehren, so ist der Import von Bogenlampen gegenüber 1912 fast um die Hälfte gesunken. Vielleicht ist dies nur vorübergehend der Fall, denn, wie die deutsche Ausfuhrstatistik zeigt, ist ihre Absatzkurve in den ersten Monaten des Jahres 1914 wieder gestiegen. Aber die Bogenlampe hat jetzt einen schweren Kampf auszufechten. Während sie schon früher ihren Anteil an der Straßenbeleuchtung gegen Preßgas, an dessen Verwendung zahlreiche, mit kommunalen Gasanstalten versehene Gemeinden interessiert sind, zu verteidigen hatte, macht ihr jetzt die Metalldrahtlampe bei der Innenbeleuchtung, die Halbwattlampe auch bei der Starklichtbeleuchtung heftige Konkurrenz. Obwohl die Bogenlampe noch immer in ihrer Wirtschaftlichkeit unbestreitbar den ersten Rang einnimmt und auch infolge der konstruktiven Verbesserungen der letzten Jahre nur noch ein Minimum an Wartung und Instandhaltungskosten beansprucht, so hat sie doch ihren Gegnern gegenüber den Nachteil, höhere Investitionskosten zu verlangen und bei dem jetzigen allgemein schlechten Geschäftsgange und Geldmangel nimmt das Gros der Ab-

Digitized by Google

Zahlentafel IX. **Zwischenverkehr von elektrischen Maschinen, Apparaten usw. mit Ungarn*).**

Statistik Nr.	Warenbenennung	Einfuhr aus Ungarn									Ausfuhr nach Ungarn								
		Mengeneinheit Wert in Kronen			Menge in q			Handelswert in Kronen			Mengeneinheit Wert in Kronen			Menge in q			Handelswert in Kronen		
		1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913	1911	1912	1913
	Elektrische Maschinen und Apparate und elektrische Bedarfsgegenstände:																		
1539	Dynamomaschinen und Elektromotoren, rotierende Transformatoren:																		
	a) im Stückgewicht von 25 *kg* und darunter	410	425	425	21	38	10	8 610	16 150	4 250	430	450	450	24	72	39	10 320	32 400	17 550
	b) im Stückgewicht von mehr als 25 *kg* bis 5 q	260	240	240	2427	3186	2227	631 020	764 640	534 480	280	255	255	3 513	5 137	4 025	983 640	1 309 935	1 026 375
	c) im Stückgewicht von mehr als 5 q bis 30 q	230	200	200	2100	1474	1161	483 000	294 800	232 200	250	225	225	5 565	8 882	7 006	1 391 250	1 998 450	1 576 350
	d) im Stückgewicht von mehr als 30 q	165	165	165	2076	1074	1633	342 540	177 210	269 445	175	175	175	7 294	6 335	7 514	1 276 450	1 108 625	1 314 950
					6624	*5772*	*5031*	*1 465 170*	*1 252 800*	*1 040 375*				*16 396*	*20 426*	*18 584*	*3 661 660*	*4 449 410*	*3 935 225*
1540	Ruhende Transformatoren:																		
	a) im Stückgewicht von 5 q und darunter	245	240	240	254	316	117	62 230	75 840	28 080	245	260	260	812	946	541	198 940	245 960	140 660
	b) im Stückgewicht von mehr als 5 q	215	200	200	1241	1039	1019	266 815	207 800	203 800	215	230	230	1 303	2 124	1 890	280 145	488 520	434 700
					1495	*1355*	*1136*	*329 045*	*283 640*	*231 880*				*2 115*	*3 070*	*2 431*	*479 085*	*734 480*	*575 360*
1539e	Bestandteile von Dynamomaschinen, Elektromotoren, rotierenden Transformatoren	200	220	220	2226	1200	566	445 200	264 000	124 520	250	250	250	9 095	10 768	9 671	2 273 750	2 692 000	2 417 750
1540c	Bestandteile von ruhenden Transformatoren	330	330	330	49	69	17	16 170	22 770	5 610	330	330	330	38	55	397	12 540	18 150	131 010
					2275	*1269*	*583*	*461 370*	*286 770*	*130 130*				*9 133*	*10 823*	*10 068*	*2 286 290*	*2 710 150*	*2 548 760*
1541	Telephone, Mikrophone und deren Bestandteile	950	850	850	72	126	89	68 400	107 100	75 650	1050	950	950	443	509	317	465 150	483 550	301 150
1542	Telegraphen-, Läute-, Signal- und Eisenbahnsicherungsapparate elektr. u. deren Bestandt.	400	1400	1400	185	219	99	74 000	306 600	138 600	400	750	750	773	943	388	309 200	707 250	291 000
					257	*345*	*188*	*142 400*	*413 700*	*214 250*				*1 216*	*1 452*	*705*	*774 350*	*1 190 800*	*592 150*
1547	Elektrische Elemente und Batterien	90	90	90	94	160	170	8 460	14 400	15 300	90	90	90	664	762	860	59 760	68 580	77 400
1543	Meß- und Zählapparate elektrische und deren Bestandteile	900	640	640	131	160	41	117 900	102 400	26 240	1200	1200	1200	2 465	2 851	1 746	2 958 000	3 421 200	2 095 200
1544	Schalt und Kontaktvorrichtungen montierte Sicherungen u. dgl elektrische Leitungsapparate	370	320	320	943	721	688	348 910	230 720	220 160	380	320	320	1 589	2 526	2 375	603 820	808 320	760 000
1548	Apparate elektr., elektrotechn. Vorrichtungen nicht besonders benannte	440	370	370	463	457	307	203 720	169 090	113 590	480	420	420	2 212	2 380	2 359	1 061 760	999 600	990 780
					1631	*1498*	*1206*	*678 990*	*516 610*	*375 290*				*6 930*	*8 519*	*7 340*	*4 683 340*	*5 297 700*	*3 923 380*
1545	Bogenlampen und deren Bestandteile (mit Ausnahme der Kohlen)	230	230	230	234	195	106	53 820	44 850	24 380	245	245	245	308	387	288	75 460	94 815	70 560
1546	Glühlampen elektrische	570	520	520	1556	2088	1935	886 920	1 085 760	1 006 200	570	520	520	2 498	2 983	2 186	1 423 860	1 551 160	1 136 720
1549	Kabel mit Metallbewehrung	158	160	160	2981	2356	946	470 998	376 960	151 360	105	115	115	9 468	10 625	13 899	994 140	1 221 875	1 598 385
1550	Kabel und Drähte ohne Metallbewehrung: mit anderen Materialien als Gespinstfäden isoliert	236	263	263	288	405	110	67 968	106 515	28 930	236	263	263	607	635	881	143 252	167 005	231 703
1551	mit Gespinstfäden isoliert	200	245	245	916	1244	994	183 200	304 780	243 530	200	245	245	5 424	4 845	5 362	1 084 800	1 187 025	1 313 690
					4185	*4005*	*2050*	*722 166*	*788 255*	*423 820*				*15 499*	*16 105*	*20 142*	*2 222 192*	*2 575 905*	*3 143 778*
1552	Akkumulatoren mit Bleiplatten	145	125	125	433	1208	977	62 785	151 000	122 125	125	125	125	72	150	50	9 000	18 750	6 250
1553	Bleiplatten für Akkumulatoren	145	145	145	1267	207	179	183 715	30 015	25 955	145	145	145	913	665	96	132 385	96 425	13 920
					1700	*1415*	*1156*	*246 500*	*181 015*	*148 080*				*985*	*815*	*146*	*141 385*	*115 175*	*20 170*
1554	Beleuchtungskohle	140	130	130	46	38	28	6 440	4 940	3 640	140	130	130	2 563	2 337	2 715	358 820	303 810	352 950
1555	Elektrische Kohle andere (mit Ausnahme der unter Nr. 988 fallenden)	360	940	940	5	6	10	1 800	5 640	9 400	65	46	46	810	784	380	52 650	36 064	17 480
					51	*44*	*38*	*8 240*	*10 580*	*13 040*				*3 373*	*3 121*	*3 095*	*411 470*	*339 874*	*370 430*

*) Die Daten für das Jahr 1913 sind provisorisch, für die Jahre 1911 und 1912 definitiv.

Digitized by Google

nehmer lieber die Last höherer Betriebskosten auf sich, wenn nur an Anschaffungskosten gespart werden kann. Außerdem erfordert die Bogenlampe die Mitwirkung des Installateurs, der im allgemeinen wenig geneigt ist, selbst wenn es seine technische Überzeugung erfordert, sich der Mode entgegenzustemmen. Die Glühlampenfabriken konnten aber längst den Installateur beiseite schieben und sich direkt an das konsumierende Publikum wenden und dadurch einen Massenabsatz erzielen. Allerdings müssen sie dabei mit enormen Regien rechnen, denn einerseits überbieten sich die Konkurrenten derzeit in einer Reklame, wie sie in Form und Umfang in der elektrotechnischen Branche bisher noch unbekannt war, andererseits müssen sie ein Heer von kostspieligen Agenten unterhalten, um den nötigen Absatz aufzubringen. Die Preise sind dabei infolge der scharfen internationalen Konkurrenz im steten Sinken begriffen; insbesondere hat eine führende ausländische Firma aus taktischen Gründen stets, wenn eine Konsolidation in Aussicht stand, durch jähe Preisherabsetzungen Unruhe und Unsicherheit im Kreise der Abnehmer zu erhalten gewußt und damit ihre Mitbewerber geschädigt. Obwohl die inländische Glühlampenindustrie auf einer derartigen Höhe steht, daß sie trotz der schwierigeren Produktionsbedingungen auf dem Weltmarkte zu konkurrieren vermag, ja zum Teil sogar einen größeren Teil ihrer Produktion an ausländischen Märkten als im Inlande absetzt, so werden dennoch die Preise von Deutschland diktiert, insbesondere dadurch, daß die elektrotechnischen Großfirmen das Fabrikat ihrer Mutterhäuser hier mit Nachdruck propagieren. Neben diesen hat eine deutsche Marke einer ebenfalls führenden Spezialfirma auch bei uns großen Absatz zu eroberen vermocht. Dennoch ist der im vorvergangenen Jahre enorm gestiegene Import 1913 wieder etwas herabgegangen, denn während sein Wert 1911 3·592 Millionen Kronen, 1912 aber bereits 5·655 Millionen Kronen erreichte, belief er sich 1913 nur auf 5·377 Millionen Kronen.

In Kabeln und Drähten ist die Einfuhr ziemlich konstant geblieben, dieselbe ist weder der Menge noch dem Werte nach von Belang. In der ersten Hälfte des Jahres war diese Industrie noch glänzend beschäftigt, später nahm der Absatz aber immer mehr ab, da die Leitungsnetze für die im Bau befindlichen Zentralen schon meist zur Ablieferung gelangt waren und Neubestellungen nicht in ausreichendem Maße folgten. Besonders machte sich auch die Stockung bemerkbar, in welche, wie bereits erwähnt, die staatlichen Telephonbauten geraten sind. Die Folge war eine wesentliche Verschärfung des Preiskampfes, der sich hier bisher immer in gewissen Grenzen hielt, jetzt aber die gleichen Formen annimmt, wie zum Beispiel beim Handel mit Installationsmaterial. Unbedeutend ist der Import von Akkumulatoren, der hauptsächlich in der Lieferung von Kleinbeleuchtungsbatterien besteht. Die Einfuhr sank von K 144 000 auf K 65 000. In galvanischen Kohlen ist ebenfalls ein Rückgang zu verzeichnen, und zwar um fast 15%. Die Konjunktur für Kohlenstifte wurde außer durch die allgemeine wirtschaftliche Lage auch dadurch beeinträchtigt, daß an zahlreichen Stellen Bogenlampen durch Glühlampen ersetzt worden sind und daß bei Neuinstallationen selbst von Bahnhofsanlagen, wie zum Beispiel bei der neuen niederösterreichischen Landesbahn Wien—Preßburg keine Bogenlampen mehr in Verwendung kamen. Nicht unerwähnt bleiben darf, daß der Verkauf der besseren und teueren Qualitäten zunimmt; darin liegt aber kein Vorteil für den Fabrikanten, weil ihre Produktionskosten wesentlich höher als die der gewöhnlichen Sorten sind und der Nutzen an ihnen infolgedessen ein geringerer ist. Die einzige bestehende einheimische Fabrik leidet besonders unter der Konkurrenz der reichsdeutschen Großfirmen, welche für die von ihren Stammhäusern gelieferten Lampen bestimmte Kohlensorten aus dem ihrem Konzern angehörigen Fabriken vorschreiben. Aber auch die an irgend welchen Kohlenfabriken nicht interessierten Spezialfirmen favorisieren aus technischen bezw. fabrikatorischen Rücksichten bestimmte Marken, für die sie ihre Lampen einzuregulieren gewohnt sind. Auch beklagt die Kohlenindustrie, daß Reinkohlen und Effektkohlen dem gleichen Zollsatze unterliegen, so daß sie im Hinblick auf ihre große Wertverschiedenheit einen ungleichen Zollschutz genießen. Bei dieser Gelegenheit soll die Frage einer Veränderung der Zölle, die eventuell nach Abschluß der jetzigen Handelsvertragsperiode in Frage käme, kurz gestreift werden. Wie überall, so stehen sich auch in der elektrotechnischen Industrie die Ansichten der verschiedenen Interessentengruppen gegenüber. Die eifrigsten Verfechter der Hochschutzzölle sind die Filialfabriken ausländischer Unternehmungen, welche seit Inaugurierung der Hochschutzpolitik im Inlande große Investitionen gemacht haben und welche deshalb in einer Ermäßigung der Zölle eine Gefahr für ihr Kapital erblicken, um so mehr, als sie ihre Produktion hier lediglich oder wenigstens vorwiegend auf den Absatz in der Monarchie eingerichtet haben und den Export ihren Stammhäusern überlassen. Anders verhält es sich bei den Spezialfabriken. Dieselben möchten natürlich auch gerne die ausländische Konkurrenz ausschalten, würden aber andererseits zu Opfern bereit sein, wenn ihre Exportmöglichkeit erhöht würde, denn sie sehen ein, daß die Chance, ihren Absatz auf fremde Märkte auszudehnen, viel wertvoller ist als selbst die volle Beherrschung des beschränkten Inlandsmarktes. Sie machen also ihre Stellungnahme zu neuen Zöllen von den Vergünstigungen abhängig, die sie eventuell bei der Neuregelung der Handelsverträge für ihre Fabrikate anderswo erobern könnten. Gar kein Interesse an irgendwelchen Zöllen haben die Elektrizitätswerke, Installateure, Vertreter und Händler. Für diese bedeutet jede Zollermäßigung einen wesentlichen Vorteil, da die Verbilligung der Materialien der Verbreitung der elektrischen Anlagen nur Vorschub leisten kann. Dazu kommt, daß es viele Konstruktionen gibt, die aus technischen oder Qualitätsgründen vom Auslande bezogen werden müssen und bei denen der Zoll geradezu den Charakter einer Steuer annimmt.

Der Referent hat in früheren Jahresberichten bereits des öfteren eingehend dargelegt, daß nach seiner Ansicht die Zollfragen nur im Komplex der allgemeinen Handelspolitik eine befriedigende Lösung finden könnten. Das heutige System, alles: Agrarprodukte, Halb- und Ganzfabrikate mit Zöllen zu belegen, bedeutet im allgemeinen weniger einen Schutz der inländischen Interessen als eine Verminderung der Kaufkraft des Geldes und damit eine Erschwerung der Produktionsbedingungen. Daraus folgt die geschwächte Konkurrenzfähigkeit gegenüber den Ländern, in denen das Geld kaufkräftiger und die Produktion billiger ist. Was der Fabrikant auf der einen Seite durch den vermeintlichen Zollschutz gewinnt, zahlt er auf der anderen Seite oft in erhöhtem Maße für die eigene Lebenshaltung und die seiner Arbeiter und Angestellten und umgekehrt der Agrarier für die von ihm benötigten Maschinen und Konsumartikel. In der elektrotechnischen Industrie speziell haben die Zollerhöhungen die Einwanderung der großen Konzerne zur Folge gehabt, welche, sobald sie hier selbst festen Fuß gefaßt hatten, die bodenständigen Fabriken viel schärfer konkurrenzierten als früher und natürlich in ihrer Entwicklung hemmten. Allerdings darf auch nicht verkannt werden, daß durch die Niederlassung dieser

Digitized by Google

großen Unternehmungen der Volkswirtschaft mancher Nutzen erwuchs, insbesondere die Beschäftigung eines Heeres von Beamten und Arbeitern, der Zufluß bedeutender Kapitalien aus dem Auslande, welche die heimische Industrie befruchteten, die rasche, fast stürmische Entwicklung der Elektrizitätsanlagen, nicht zu vergessen die enormen Summen, welche durch sie dem Staatsschatz an Steuern, Gebühren, Zöllen, sozialpolitischen Leistungen usw. dauernd zugute kommen. Auf der anderen Seite steht aber die Wahrscheinlichkeit, daß dem Zeitgeist folgend sich auch die einheimische Industrie in ähnlicher Weise entwickelt hätte, daß ein größerer Teil der Gewinne im Lande geblieben wäre, daß der Inlandsmarkt aufnahmsfähiger, der ausländische weniger spröde gewesen sein würde. Jedenfalls lehrt die Betrachtung der Wirtschaftsgeschichte, daß kleine und mittlere, auf ausländische Rohstoffe und Halbfabrikate angewiesene Gebiete nur vorübergehend durch Prohibitiv- und Schutzmaßnahmen zur Blüte gebracht werden können, zu ihrer vollen Entwicklung aber eines großen Aktionsradius bedürfen. Die partikularistischen Strömungen innerhalb der österreichisch-ungarischen Monarchie, insbesondere

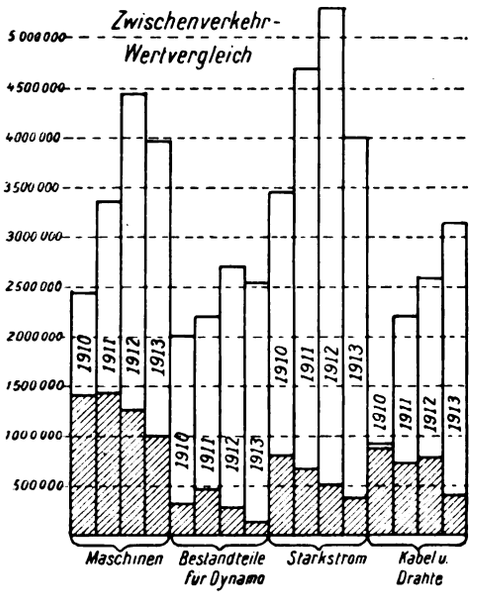


Fig. 6.

die aus politischen Gründen von Ungarn propagierte Zolltrennung der beiden Reichsteile können den Ländern unmöglich Vorteile bringen, welche die damit verknüpften Nachteile aufwiegen. Als bei uns die Starkstromtechnik noch in ihren Anfängen lag, vermochte die führende ungarische Firma infolge ihrer technischen Überlegenheit auf dem Gebiete der Wechselstromanlagen, des Zähler- und Apparatebaues usw. in Österreich sehr bedeutende und lukrative Geschäfte zu machen, zum Beispiel den Bau der Wiener Wechselstromzentrale, während umgekehrt die österreichischen Fabriken in Ungarn ein reiches Absatzgebiet fanden und die dortige Volkswirtschaft dadurch befruchteten, daß sie ihren transleithanischen Kunden langfristige Kredite einräumten und damit die Möglichkeit einer allmählichen gesunden Geschäftsentwicklung boten. Die sogenannte Industrieförderungspolitik Ungarns zwang aber die österreichischen Fabriken, in Ungarn eigene Produktionsstätten einzurichten, um nicht von den Lieferungen an Behörden, Gemeinden und auch viele große Privatindustrien usw. ganz ausgeschlossen zu werden. Diese Dezentralisation der Betriebe ist nun weder vom fabrikationstechnischen Standpunkte noch kommerziell von Nutzen. Die bestehende Industrie erhält dadurch nur eine um so heftigere und erbittertere Konkurrenz der früher importierenden Wettbewerber und büßt damit manche Vorteile wie Bodenständigkeit, persönliche Beziehungen, günstigere Frachtraten usw. ein.

Wie sehr beide Länder aufeinander angewiesen sind, zeigt sich daraus, daß trotz aller Erschwernisse auch ein recht lebhaftes Geschäft in elektrotechnischen Artikeln aller Art zwischen ihnen sich abwickelt. Ein Blick auf Fig. 5 und 5 *a* bezw. 6 und 6 *a* sowie die Zahlentafel IX (Seite 531) zeigt, daß mit Ausnahme von Akkumulatoren, bei denen es sich hauptsächlich um den Austausch der Fabrikate verschiedener Niederlassungen desselben Unternehmens handelt, der Export Österreichs nach Ungarn den Import bei weitem überwiegt. Allerdings ist auch im Zwischenverkehr 1913 ein erheblicher Rückgang, der auf die schlechten Zeiten zurückzuführen ist, nicht zu verkennen. Übrigens

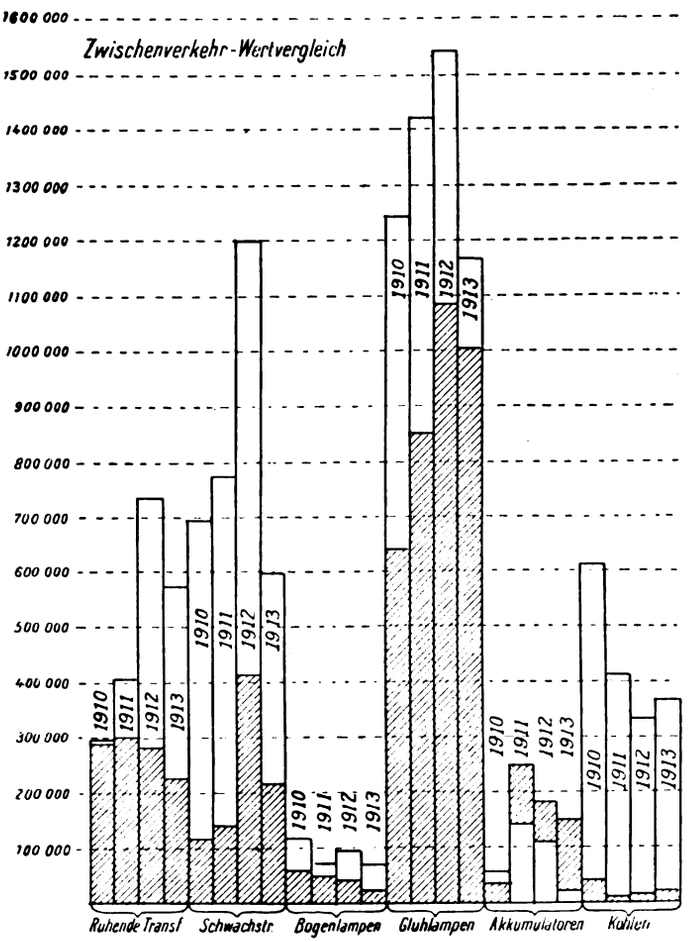


Fig. 6 *a*.

muß man bei Betrachtung der Ziffern berücksichtigen, daß die Lieferungen für die gemeinsame Armee und die Kriegsmarine, welche zwischen beiden Ländern bekanntlich quotenmäßig verteilt werden, dabei eine Rolle spielen. Einen nennenswerten Exportartikel Ungarns bilden Glühlampen, da sich in Budapest eine sehr bedeutende, den Wiener Werken ebenbürtige Fabrik befindet, die überdies zum Konzern der hiesigen Vereinigten Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft bezw. Brown, Boveri-Werke gehört. Aber auch diese vermochte dieses Jahr in Österreich nicht den letztjährigen Umsatz aufrecht zu erhalten, umgekehrt kämpfen die österreichischen Fabriken heftig um das ungarische Absatzgebiet; trotzdem sie vom Verkehr mit Behörden, Gemeinden usw. ausgeschlossen sind, verstanden sie alljährlich für mehr als eine Million Kronen Glühlampen in Ungarn abzusetzen. Wenn im Berichtsjahre der Absatz von 1·551 Millionen Kronen auf 1·136 Millionen Kronen zurückgegangen ist, so ist dies außer auf den allgemeinen

Digitized by Google

schlechten Geschäftsgang auch auf das Sinken der Metalldrahtlampenpreise zurückzuführen.

Für die Beurteilung der Position Kabel und Drähte ist es wichtig, daß mit einer Ausnahme sämtliche ungarischen Fabriken Schwesterfirmen österreichischer Unternehmungen sind, daß sich also hierin die beiden Reichshälften nicht konkurrenzieren. Bei der Betrachtung der Ziffern für Schwachstromapparate fällt es auf, daß der österreichische Absatz in Ungarn auf die Hälfte zurückgegangen ist. Es mag dies damit zusammenhängen, daß die Filiale eines Wiener Unternehmens in eine eigene ungarische Aktien-Gesellschaft umgewandelt wurde und sich deshalb jetzt mehr vom Stammhause emanzipieren konnte. Was schließlich galvanische Kohlen anlangt, so sei bemerkt, daß es in Ungarn überhaupt keine Fabrik dafür gibt; die in der Statistik ausgewiesenen Importe sind vielmehr auf die Bezüge von Händlern zurückzuführen.

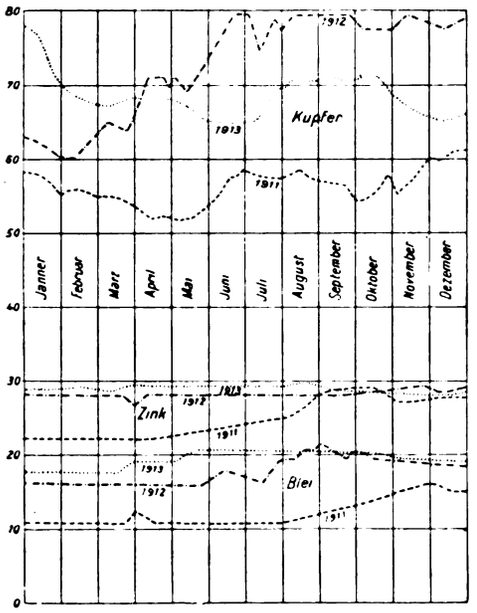


Fig. 7. Metallmarkt 1911—1913.

III. Gestaltung der Absatzverhältnisse für den Export.

Wie die Betrachtung der Fig. 4 und 4a zeigt, spielt der Export in der elektrotechnischen Industrie im Vergleich zum Import nur eine untergeordnete Rolle. Die großen Firmen sind meistens vertraglich verpflichtet, ihren Stammhäusern das Außenhandelsgeschäft zu überlassen und selbst die Bearbeitung des Balkans und der Levante ist manchen unter ihnen verschlossen. Auf dem Weltmarkte können sie aber infolge der wesentlich ungünstigeren Produktionsbedingungen gegen Deutschland, die Schweiz und Vereinigten Staaten nicht aufkommen, abgesehen davon, daß in manchen Importländern, zum Beispiel Rußland oder Italien, sich eine eigene leistungsfähige elektrische Industrie entwickelt hat, die selbst den großen deutschen Exporteuren das Geschäft erschwert. Einen ausgesprochenen Ausfuhrartikel bilden eigentlich nur Glühlampen, von denen im Jahre 1913 Quantitäten im Werte von fast 6·5 Millionen Kronen auf dem Weltmarkte placiert worden sind, obgleich auch infolge der schon wiederholt geschilderten Verhältnisse die Verkäufe um zirka 0·8 Millionen Kronen gegen das Vorjahr zurückblieben. Die österreichisch-ungarische Glühlampenindustrie stellt ungefähr 18 bis 20 Millionen Lampen her, während der Bedarf des Landes nur ungefähr die Hälfte dieser Zahl betragen dürfte. Da noch ein sehr beträchtlicher Teil des letzteren vom Auslande gedeckt wird, so ist sie gezwungen, mehr als die Hälfte ihrer Produktion auf den Weltmarkt zu werfen. Sie arbeitet besonders nach Rußland, Italien und dem Orient, aber auch vielfach nach Übersee. Der Absatz nach Deutschland ist im Verhältnis zu dessen bedeutendem Bedarf naturgemäß verschwindend klein, für bestimmte Sorten aber doch nicht unbeträchtlich, insbesondere wird dort das österreichische Fabrikat für Taschenlaternen und sonstige Kleinbeleuchtungszwecke vorgezogen. Auch die Ausfuhr von Starkstromapparaten entwickelt sich in erfreulichem Umfange und hat sich im Verlauf der letzten drei Jahre mehr als verdoppelt; sie überstieg 1913 bereits den Wert von $2^1/_4$ Millionen Kronen. Der Export der Kabel- und Drahtfabriken, der 1912 1 Million Kronen überschritten hatte, sank wieder auf 0·75 Million Kronen. Während im Jahre 1910 die Ausfuhr von Kohlen die Einfuhr bei weitem überschritten hat und mehr als 1·3 Million Kronen ausmachte, erreicht sie jetzt knapp die Hälfte des Wertes der eingeführten Fabrikate. Die einheimische Fabrik schreibt dies vor allem den ungünstigeren Produktionsbedingungen zu; so ist sie zum Beispiel beim Bezuge des wichtigsten Rohmaterials, des

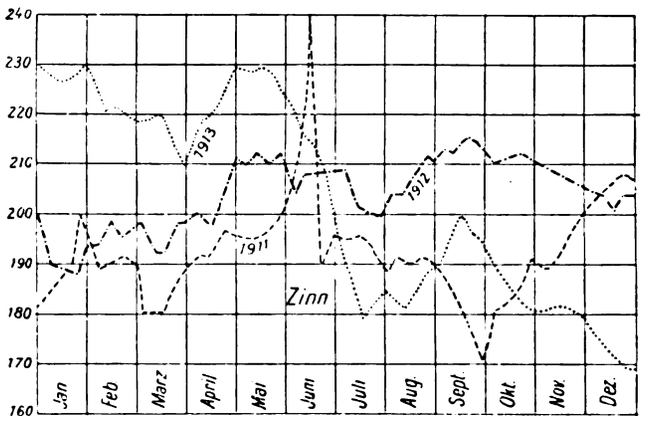


Fig. 7a. Metallmarkt 1911—1913.

Naphtalins und Teers auf eine einzige Fabrik angewiesen, welche ihr Monopol naturgemäß ausnutzt. Nur in den Vereinigten Staaten und Kanada haben sich für sie die Verhältnisse gebessert, da dort das System der Wertverzollung besteht und der Betrag für die deutsche Leuchtmittelsteuer zum Wert der Ware zugeschlagen wird. Der Zoll auf österreichische Kohlen ist infolgedessen geringer als der auf deutsche.

Für die österreichischen Firmen, welche ganze Anlagen ausführen, sind die kriegerischen Ereignisse am Balkan verhängnisvoll geworden, da dort während des Berichtsjahres das Geschäft vollkommen daniederlag. Auch das ägyptische Geschäft war 1913 unbefriedigend, hingegen setzt man Hoffnungen auf die Erschließung Konstantinopels für die Elektrizität; an dem Konsortium, das dafür die Konzession erwarb, sind heinische Firmen beteiligt, ebenso auch an den Lieferungen für die neue albanische Residenz. Unter fremdländischen Einfuhrzöllen, wenigstens soweit der Orient in Frage kommt, hat unsere elektrotechnische Industrie weniger zu leiden, es wird aber bei der Neuregelung der Zölle darauf zu achten sein, daß wir die Meistbegünstigung nicht verlieren und daß besonders auch in der Türkei auf die Interessen unserer Industrie Rücksicht genommen wird. Steht diese doch hinsichtlich der Exportraten in direktem Levanteverkehr über Triest hinter der norddeutschen Industrie zurück, die via Hamburg viel günstiger verfrachtet. Triest leidet auch am Mangel entsprechender Verladekrane für die schweren Maschinenteile und verteuert den Export durch zu hohe Krangebühren. Die Durchfuhr

Digitized by Google

durch Ungarn ist allmählich so teuer geworden, daß es vorzuziehen ist, den bulgarischen Export statt auf dem direkten Wege per Bahn auf dem Seewege über Triest nach Varna zu leiten. Die Zahlungs- und Kreditverhältnisse auf dem Balkan haben sich natürlich sehr ungünstig gestaltet. Infolge der Moratorien sind Zahlungen so gut wie überhaupt nicht eingelaufen und schwere Verluste hat der hohe Cambiozinsfuß für bulgarische Werte verursacht. Immerhin bietet der Balkan für die Zukunft günstige Aussichten. Allerdings steht zu befürchten, daß die ausländische Konkurrenz davon mehr profitieren wird als wir. Im Gegensatze zum deutschen, belgischen und französischen Kapital zeigen die österreichischen Banken kaum Neigung in den Balkanländern und der asiatischen Türkei, wenn auch nur vorübergehend Kapitalsinvestitionen zu riskieren; sobald aber einmal ein dortiges Unternehmen finanziell von einer Bank abhängig ist, fallen auch alle Aufträge den Landsleuten derselben zu. Dies gilt in gleicher Weise für Elektrizitätswerke und Straßenbahnen, wie für Bergwerke, Vollbahnen usw.

(Schluß folgt.)

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

35 000 *kW*-Dampfturbineneinheiten der Philadelphia Electric Co. Im neuen Kraftwerk der Philadelphia El. Co. sollen zwei horizontale Dampfturbinenaggregate, eines zu 35 000 *kW* für Drehstrom von 13 200 *V*, 60 ∼, das andere zu 30 000 *kW* für Drehstrom von 25 ∼ zur Aufstellung gelangen. Die erstgenannte Maschineneinheit der General Electric Co. mißt 19 *m* in der Länge, 6·5 *m* in der Breite und 4·8 *m* in der Höhe, das Gewicht samt gekuppelter Erregermaschine beträgt 550 *t*. Die Dampfturbine der Type Curtis für einen Dampfdruck von 16 Atm. und 80° C Überhitzung ist mit einem Oberflächenkondensator von 4500 m^2 Kühlfläche mit radialer Strömung verbunden. Der Auspuffdampf tritt am oberen Kondensatormantel ein und durchströmt die Rohre in radialer Richtung im Gegenstrome. Die Generatoren haben bei einem Vollaststrom von 1460 *A* pro Phase einen $\cos\varphi = 0{\cdot}9$, wobei der innere Reaktanzabfall im Anker mit 10% bemessen ist. Die Maschine läuft mit 1200 U. p. M. und ist mit einem angebauten Erreger von 150 *kW*, 250 *V* versehen. Zur Anzeige von übermäßigen Temperaturen ist eine Thermosäule am Anker vorgesehen, welche die Temperatur sichtbar registriert.

Der zweite Generator für 25 ∼ läuft mit 1500 U. p. M., hat eine innere Reaktanz von 8%, in Verbindung mit einer zusätzlichen Drosselspule von 4% Reaktanz. Außer den angebauten Erregern ist noch ein turbinenbetriebenes 500 *kW*-Gleichstromaggregat vorgesehen.

Bei einem Vakuum von 0·1 Atm. ist der Dampfverbrauch der größeren Einheit mit 5·4 *kg* bei ¾-Belastung und 5·7 *kg* bei Vollast pro *kWh* garantiert. Die Maschinen sollen im September d. J. zur Aufstellung gelangen. (El. World, 2. 5. 1914.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Aschenförderanlagen. Dipl.-Ing. Pradel. Das Problem einer wirtschaftlich und hygienisch einwandfreien Ascheförderung ist in den letzten Jahren stark in den Vordergrund getreten. Sowohl bei bestehenden, als auch bei Neuanlagen geht man in den letzten Jahren daran, für eine zweckmäßige und regelmäßige Abfuhr der Rückstände Vorsorge zu treffen. Die Rückstände werden an den verschiedenen Teilen der Feuerungsanlage in geeigneten Sammelbehältern (Aschensäcken) so gesammelt, daß sie aus diesen leicht gefördert werden können. Bei Neuanlagen verlegt man diese Sammelbehälter (Aschensäcke) nebst den darunter befindlichen Aschenziehkanälen zweckmäßig unterhalb des Kessels im Fundamentmauerwerk. Bei bestehenden Anlagen müssen die Sammelbehälter oft seitlich oder hinter dem Kessel angebracht werden. Die Beförderung der Asche in jene Behälter erfolgt mittels Dampfstrahlgebläse.

Die Rückstände können auch mit Luft zusammen nach den Verladestellen gesaugt werden, wie dies bei den von A. Borsig in Tegel gebauten Anlagen geschieht. Im allgemeinen unterscheidet man bei mechanischen Förderanlagen für Schlacken und Asche zwischen halbmechanischen und ganzmechanischen Förderanlagen. Bei ersteren ist noch einige Handarbeit erforderlich, um die Verbrennungsrückstände von der Sammelstelle dem mechanischen Förderer zuzuführen. Bei dem vollständig mechanischen Fördervorgang ist der Transporteur so eingebaut, daß die Verbrennungsrückstände nach Öffnen eines Schiebers unterhalb der Sammeltrichter unmittelbar dem Transporteur zufließen und durch diesen weiter geschafft werden. Die Handarbeit erstreckt sich hiebei lediglich auf das Öffnen und Schließen der Ablaßschieber. Der Einbau völlig mechanischer Förderanlagen erfordert bereits bei der Ausführung der Gebäude und Fundamente die Anlage von geeigneten Sammelbehältern und Aschenziehkanälen. Für die Wahl der Förderart ist auch die Art der Schlackenbildung bezw. Beschaffenheit der zu fördernden Rückstände maßgebend. Mit Rücksicht auf die meist noch vorhandene Hitze des Fördergutes müssen die mit dem Gut in Berührung kommenden Teile der Förderanlage widerstandsfähig gegen diese Hitzegrade sein. Die Förderung der Rückstände von Feuerungsanlagen setzt sich im allgemeinen aus folgenden Arbeiten zusammen: Abziehen der Rückstände aus den Sammelbehältern und Abfuhr derselben in die Aschenziehkanäle unter der Kesselhaussohle, Heben der Rückstände über Tage und Abgabe derselben in die Abfuhrwagen. Bei den halbmechanischen Förderanlagen erfolgt das Abfahren der gezogenen Asche in den Kanälen meist mittels Wagen, die aus den Sammelbehältern gefüllt werden.

Der Verfasser beschreibt nunmehr eingehend einige ausgeführte Aschenförderanlagen der verschiedenen Systeme.

Bei dem Trogförderer von J. A. Topf & Söhne wird zur horizontalen Förderung ein um zwei Trommeln nur auf Führungsrollen laufendes Förderband benutzt, an das rechteckige kastenförmige Tröge angelenkt sind. Statt dessen, oder auch als Ersatz für die von Hand aus auf Schienen geschobenen Wagen, kommen auch nach der Ausführung von J. A. Topf & Söhne in Erfurt und Fränkel und Viebahn sogenannte Kratzerrinnen zur Verwendung, welche aus einer aus Stampfbeton hergestellten Rinne bestehen, durch welche Kratzvorrichtungen unter Verwendung von Wasser an einem endlosen Band gezogen werden. Der Weitertransport der Rückstände geschieht hierauf in der üblichen Weise mittels Elevatoren und Abfuhrwagen.

Bei den von Muth-Schmidt und Hadeln in Hannover gebauten Förderanlagen werden die Rückstände in Rinnen mittels eines hindurchgeleiteten Wasserstromes zu Senkgruben gespült, von wo sie mittels Elevatoren in einen Vorratssilo gebracht werden. Die dritte Art der mechanischen Förderung von Rückständen ist die Luftförderung. Sie ist verhältnismäßig einfach und sauber, hat aber ziemlichen Kraftbedarf nötig und eignet sich in erster Linie nur für staubförmige Rückstände, wie zum Beispiel bei der Braunkohlenfeuerung. Die Förderung der Rückstände erfolgt nach dem Saugsystem, das heißt die Luft tritt an der Absaugestelle zu und wird nach Abscheidung der Asche im Rezipienten und Reinigung in Filtern durch eine Vakuumpumpe oder dgl. ausgestoßen. Nach diesem System werden Förderanlagen von den Firmen: A. Borsig in Tegel, der Maschinenfabrik A.-G. vormals F. A. Hartmann & Co. in Offenbach a. M. und den Siemens-Schuckert-Werken in Berlin ausgeführt. Die Hartmannsche pneumatische Förderung arbeitet nach dem Trockensaugsystem. Zur Ansaugung der Luft und der Rückstände dient eine mit Wasserkühlung versehene Vakuumpumpe mit Doppelkonusschieber. Neuerdings führt die genannte Firma auch Entaschungsanlagen mit unmittelbarer Absaugung der Asche unter Wasser aus. Das in den Saugleitungen von der Luft getragene Gut wird unter Wasser in den Einsaugebehälter eingeführt und abgelöscht. Die abgelöschten Rückstände werden durch ein Fallrohr in eine Senkgrube geführt und von da mittels Kratzerwerkes weiter gefördert.

Bei den von den Siemens-Schuckert-Werken in Berlin gebauten Saugluftaschenförderanlagen kommt eine Rotationspumpe von höchst einfacher Bauart zur Verwendung, welche keinerlei Filter vorgeschaltet haben muß und von einem direkt mit ihr gekuppelten Elektromotor angetrieben wird.

Die Saugluftaschenförderanlagen nach A. Borsig (Tegel) arbeiten nach dem trockenen System mit einer besonders gebauten rotierenden Kardividenpumpe, deren Wirkungsgrad dem einer guten Kolbenpumpe zum mindesten gleich kommt. Auch hier wird zum Antrieb der Pumpe ein direkt mit derselben gekuppelter Elektromotor verwendet. Bemerkenswert bei dieser Anlage ist das für die Rohrleitung benutzte Absperrglied, welches aus einer einfachen schwingenden Scheibe besteht, die zwischen zwei Dichtungsflächen gelagert ist. (Z. f. Dampfkessel u. Maschinenbetrieb, Nr. 9, 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Phasenkompensatoren*). G. H. Eardley-Wilmott. Die Verbesserung des Leistungsfaktors kann entweder direkt im Netz oder an den einzelnen Konsumstellen (Motoren) durchgeführt werden. Zur ersten Klasse gehört der übererregte Synchronmotor

*) Siehe auch E. u. M. 1913, Seite 37, 146, 475, 601, 898, 1089.

Digitized by Google

und die Kondensatoren, zur letzteren die verschiedenen Arten der rotierenden Phasenkompensatoren. Die Vorteile des übererregten Synchronmotors sind die Verwendbarkeit desselben zur unmittelbaren Arbeitsleistung, dagegen ist das umständliche Anlassen desselben als Nachteil anzusehen. Die Lancashire Dynamo & Motor Co. stellt einen solchen Motor mit Selbstanlauf her, dessen Rotor beim Anlassen Wechselstrom zugeführt wird, wobei in der üblichen Weise ein Widerstand R an die Schleifringe S angeschlossen ist. Nach erreichtem Synchronismus wird dem Rotor von einer Erregermaschine E Gleichstrom zugeführt. Die Schaltung ist in Fig. 1 ersichtlich. Zwecks Übergang von der Wechselstrom- zur Gleichstromerregung ist ein Pufferwiderstand P vorgesehen.

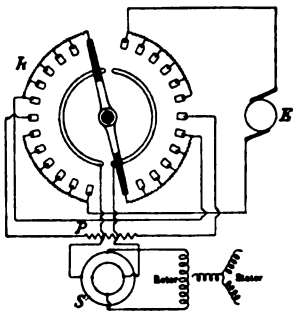


Fig. 1.

Die British Insulated Helsby Cable Co. verwendet Kondensatoren in Einheiten von 1 Mf. und Spannungen von 550 V in Serienschaltung, welche leicht an der Konsumstelle angeordnet werden können. Sie haben ferner den Vorteil, daß die Kapazität beliebig über das Netz verteilt werden kann. Die Wahl des Kompensatorsystems hängt von den Betriebsverhältnissen ab; bei kleinen Motoren, Induktionsöfen usw. sind Synchronmotoren oder Kondensatoren vorteilhaft. Sind größere Motoren mit Phasenanker vorhanden, so kann der rotierende Phasenkompensator mit Vorteil verwendet werden. Die Kosten sind bei Benutzung des Synchronmotors zur Arbeitsleistung ungefähr ebenso hoch als beim Phasenkompensator; Kondensatoren sind zwar teuer, bilden aber in vielen Fällen die beste Lösung. (The Electr., 17. 4. 1914.)

Bestimmung der Reaktanz und Spannungsregulierung von Wechselstromgeneratoren. A. E. Clayton. Die Methode von Behn-Eschenburg zur Bestimmung der äquivalenten „synchronen Reaktanz" mittels der Verhältniszahl $\frac{E}{J_k}$, der EMK bei offenem Stromkreis und der Kurzschlußstromstärke, bei gleicher Erregung, ist nur unterhalb des Knies der Magnetisierungskurve richtig. Der Einfluß der Sättigung hängt nicht nur vom Verlauf der Magnetisierungskurve bezw. der Generatorreaktanz ωL_r, sondern auch von der Änderung der Ankerreaktion ωL_a ab,

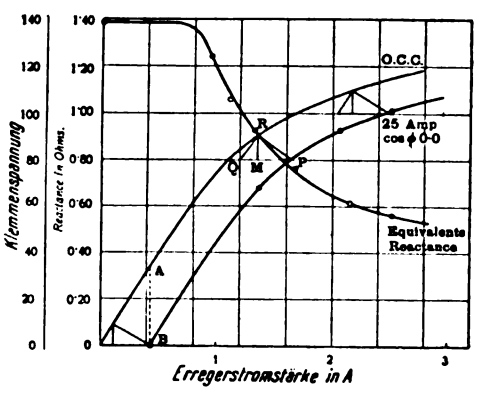


Fig. 2.

welche proportional der Tangente des Neigungswinkels der Magnetisierungskurve ist. Bezeichnet die „Sättigungskonstante S" das Verhältnis der Tangente des Neigungswinkels α am Ursprung zu jenem α_s bei irgendeiner Magnetisierung, so ist die gesamte äquivalente Reaktanz in irgendeinem Punkte $= \omega (L_r + S L'_a)$, worin $\omega L'_a = \omega L_k - \omega L_r$ ist, wenn L_k die äquivalente Reaktanz bei ungesättigtem Eisen bedeutet. Die äquivalente EMK-Reaktanz wird aus den beiden Kurven (Fig. 2) bei $\cos \varphi = 0$ bei belastetem und offenem Stromkreis, als vertikaler Abstand beider Kurven ermittelt. Die Reaktanz L_r wird daher gefunden, indem man vom Punkte P der Charakteristik bei Vollast und $\cos \varphi = 0$ $PQ \parallel OB$ zieht, ferner $QR \parallel OA$, wodurch man den Schnittpunkt R mit der Kurve bei offenem Stromkreis erhält. Der Vertikalabstand RM stellt dann die EMK der Reaktanz L_r dar. Die Lastkurve wird dann erhalten, wenn die Kurve bei offenem Stromkreis OCC im Abstand RP, aufgetragen wird.

Die Reaktanz $\omega L'_a$ der entmagnetisierenden AW bei ungesättigtem Feld erhält man durch Division aus der EMK dieser AW und der Ankerstromstärke. Man erhält dann ohne weiteres den Wert $\omega L = \omega (L_r + S L'_a)$ aus der Figur. Die nach dieser Formel berechneten Werte stimmen mit den Prüfungsergebnissen fast vollkommen überein. (The Electr., 24. 4. 1914.)

Stromverteilung.

Wirtschaftliche Strombelastung bei Freileitungen. Nils Forssblad. Ist der spezifische Widerstand von 1 km Kupferleitung von 1 mm^2 gleich 17·5 Ohm und σA pro 1 mm^2 die Stromdichte, so betragen die Verluste $\frac{17{\cdot}5 \cdot \sigma^2}{8{\cdot}9} = 1{\cdot}97\,\sigma^2$ Watt pro kg Kupfer. Will man die Verluste kleiner machen, so muß man mehr Kupfer in die Leitung geben. Um für die Leitung ein Minimum an Jahreskosten zu erhalten, müssen die Jahreskosten der Stromverluste pro kg Kupfer gleich sein den Zinsen (und Amortisation) für das zusätzliche Kilogramm Kupfer. Bei K Kronen pro maximales kW hat man dann die Beziehung

$$\frac{1{\cdot}97 \cdot \sigma^2 K}{1000} = \frac{A \cdot p}{100}$$

wenn A die Anlagekosten der Leitung pro kg Kupfer und p die Verzinsung in Prozenten bedeutet. Mithin ist $\sigma = \sqrt{\frac{10 \cdot A \cdot p}{1{\cdot}97\,K}}$. Der Verfasser berechnete die Werte für σ für drei Werte von $K = 2{\cdot}1,\ 2{\cdot}7,\ 3{\cdot}3$ K pro kg Kupfer in der Freileitung.

Wird aber der Strom pro kWh gezahlt, so ist noch der Ausnutzungsfaktor in dem Wert für K zu berücksichtigen. Für den Ausnutzungsfaktor a sind die Kupferverluste $\frac{a + a^2 - 2a^3}{3(1-a)}$. Dieser „Kupferverlustfaktor" × 8760 gibt die Anzahl der kWh an, die pro Jahr auf jedes maximale kW Verluste kommen. In einer Kurvenschar werden die Werte für K als Funktion des kWh-Preises bei verschiedenen Ausnutzungsfaktoren verzeichnet. Aus diesen ist der Wert von K und dann mit Benutzung der ersten Formel der Wert von σ zu ermitteln. (E. T. Z. Heft 16, 1914.)

Leitungen.

Spannungsverteilung an Kettenisolatoren. R. Rüdenberg gibt eine Methode an, nach welcher man die Spannungsverteilung an einer Kette von Hängeisolatoren berechnen kann. Die Armaturteile der einzelnen Isolatoren haben alle die Kapazität C gegeneinander; gegenüber dem geerdeten Mast haben sie eine erheblich kleinere Kapazität c. Beide Werte können gemessen werden. Wenn J der im Isolator fließende Verschiebungsstrom, i der zur Erde fließende Strom, E_n die jeweils zwischen einem der n-Isolatoren und Erde herrschende Spannung bedeuten, so erhält man für das $n$te Glied die Beziehungen:

$$i_n = \omega \cdot c \cdot E_n$$
$$J_n = \omega C (E_n - E_{n-1})$$
$$J_{n+1} = \omega C (E_{n+1} - E_n)$$
$$i_n = J_{n+1} - J_n.$$

Daraus ergibt sich die Abhängigkeit der Spannung am $n$ten Glied von der an den benachbarten durch die Differenzgleichung

$$\frac{c}{C} \cdot E_n = E_{n+1} - 2E_n + E_{n-1}.$$

Die Spannung ändert sich mit zunehmender Zahl n nach einer Exponentialfunktion $E_n = A \cdot e^{\alpha n}$. Aus der Differenzgleichung erhält man dann die Beziehung

$$\frac{c}{C} = \left(2 \operatorname{Sin} \frac{\alpha}{2}\right)^2 \quad \text{oder} \quad \operatorname{Sin} \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2}\sqrt{c/C}.$$

Hat man im ganzen z-Isolatorglieder bei der Leitungsspannung E, so ergibt sich am Glied n die Spannung:

$$E_n = E \frac{\operatorname{Sin} \alpha n}{\operatorname{Sin} \alpha z}.$$

Die Werte von E und z kennt man, α kann man nach obiger Gleichung, für welche man angenähert $\alpha = \sqrt{c/C}$ setzen kann, rechnen, mithin kennt man E_n, Spannung des $n$ten Gliedes gegen Erde. Die Spannung e_n am $n$ten Glied selbst ergibt sich mit:

$$e_n = E \frac{2 \operatorname{Sin} \frac{\alpha}{2}}{\operatorname{Sin} \alpha z} \cdot \operatorname{Cof} \alpha \left(n - \frac{1}{2}\right).$$

Am letzten Glied herrscht die Spannung:

$$e_z = 2E \operatorname{Sin} \frac{\alpha}{2} \frac{\operatorname{Cof} \alpha \left(z - \frac{1}{2}\right)}{\operatorname{Sin} \alpha z}.$$

Digitized by Google

Für $\frac{c}{C} = \frac{1}{20}$ ist es überflüssig, $z > 5$ zu machen, da die Spannung ε_z dadurch nicht mehr beeinflußt wird; sie nähert sich dem Grenzwert $\varepsilon = E(1 - e^{-\alpha})$. Da die zulässige Betriebsspannung ε an einem Isolator einen bestimmten Wert hat, so ist die maximale Leitungsspannung, die von einer Kette von Isolatoren aufgenommen werden kann, $E = \frac{\varepsilon}{1 - e^{-\alpha}}$ eine begrenzte. Das Verhältnis der größten Leitungsspannung E zur größten Gliederspannung ε in Abhängigkeit von $\frac{c}{C}$ ergibt folgende Tabelle:

$\frac{c}{C}$	0·02	0·03	0·04	0·05	0·07	0·09	1
$\frac{E}{\varepsilon}$	7·6	6·3	5·5	5·0	4·3	3·8	3·7

Für hohe Spannungen sind also Isolatorglieder, bei welchen $\frac{c}{C} > 0{\cdot}05$ wertlos. Man muß also den Wert $\frac{c}{C}$ so klein als möglich wählen.

Das Verhältnis der Linienspannung zu derjenigen, die an der ganzen Kette vorhanden wäre, wenn alle Glieder die gleiche größte Spannung ε_z besäßen, ist der Kettenwirkungsgrad:

$$\eta = \frac{\varepsilon}{z \cdot \varepsilon_z} = \sqrt{\frac{C}{c}} \frac{\operatorname{Sin} \alpha z}{z \operatorname{Cof} \alpha \left(z - \frac{1}{2}\right)}.$$

Man erkennt auch daraus die Bedeutung kleiner Werte von $\frac{c}{C}$. Die Gesamtkapazität der Isolatorkette:

$$C_k = \sqrt{\frac{C}{c}} \frac{\operatorname{Cof} \alpha \left(z - \frac{1}{2}\right)}{\operatorname{Sin} \alpha z}.$$

Die Kosten einer Isolatorkette sind proportional:

$$z \left(1 - \frac{\operatorname{Sin} \alpha (z-1)}{\operatorname{Sin} \alpha z}\right)^{\beta},$$

wobei $\beta = 1{\cdot}75$. Je nach dem Wert $\frac{c}{C}$ sind bei 4 bis 7 Glieder die niedrigsten Kosten. Eine weitere Verbilligung kann man durch Vergrößerung von C mit Metallschirmen oder durch Abstufung der Isolatoren erzielen, indem man die großen Isolatoren an der Leitung, die kleinen am Mast anbringt.

(E. T. Z. Heft 15, 1914.)

Elektrische Beleuchtung.

Hygienische Wirkung der elektrischen und der Gasbeleuchtung. E. Ronzani. Die Untersuchungen erstreckten sich auf die chemischen und physikalischen Änderungen der umgebenden Luft, die etwaige reinigende Wirkung des Gases, die Ventilation und hygienische Wirkung auf den Organismus.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen lassen sich im folgenden zusammenfassen:

1. Das elektrische Licht erzeugt keine chemischen Nebenprodukte und beeinflußt weder die Raumtemperatur noch die Luftfeuchtigkeit; das Gasglühlicht erzeugt nur bei vollständiger Verbrennung kein Kohlenoxyd, Schwefelwasserstoffgas und ungesättigte Kohlenwasserstoffe. Eine luftreinigende Wirkung des Gaslichtes wurde nicht festgestellt, dagegen eine rasche Zunahme der Lufttemperatur und Feuchtigkeit.

2. Weitere Versuche zeigten, daß vorhandene Ammoniak- und Schwefelwasserstoffgase durch das Gasglühlicht in schädlichere Gase verwandelt werden; andere organische Beimengungen in der Luft werden nicht durch die Abgase verändert.

3. Das Gasglühlicht erzeugt einen erhöhten Luftwechsel, im Vergleich mit dem elektrischen Licht (bei genügender Ventilation).

4. Weitere Tierversuche zeigten, daß ein längerer Aufenthalt in gasbeleuchteten Räumen mit unzureichender Ventilation gesundheitsschädlich ist, während das elektrische Licht unter den gleichen Verhältnissen keine schädlichen Wirkungen aufwies.

(The Electr., 29. 5. 1914.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Triebwerksbeanspruchung bei elektrischen Lokomotiven. Prof. Dr. Kummer untersucht die Triebwerksbeanspruchungen elektrischer Lokomotiven, insbesondere jener der Kurbelantriebe, bei verschiedenen Geschwindigkeiten vom Standpunkte der Dynamik aus.

Der normale Parallelkurbelantrieb und der Hohlwellenantrieb fallen unter das dynamische Schema nach Fig. 3, bestehend aus der von der Triebkraft P beeinflußten treibenden Masse M_1, dem elastischen Zwischenglied γ (Schubstangen beim Kurbelantrieb, Federn zwischen Hohlwelle und getriebener Vollwelle beim Hohlwellenantrieb) und der von den Bewegungswiderständen R angegriffenen bewegten Masse M_2. Zwischen dem Hohlwellenantrieb (Fig. 5) und dem Parallelkurbelantrieb (Fig. 4) besteht indessen der wesentliche Unterschied, daß bei ersterem die Triebkraft P sich, von der Zeit unabhängig, gleichmäßig auf den vorderen und hinteren Antrieb verteilt, während beim Kurbelantrieb mit einer periodisch wechselnden Übertragung der Triebkraft durch die Schubstangen im vorderen und hinteren Getriebe zu rechnen ist. Der Verfasser führt seine Betrachtungen auf Grund konstanter und pulsatorischer Triebkraft (Einphasenseriemotoren) durch und findet in beiden Fällen, insbesondere aber im letzteren, daß der Hohlwellenantrieb dem Kurbelantrieb vorzuziehen sei.

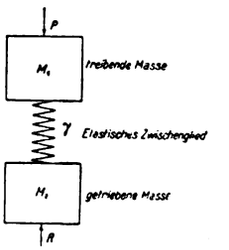


Fig. 3.

Fall *A*. Die Triebkraft P sei konstant vorausgesetzt. Führt man die Winkelgeschwindigkeit der beiden um 90° versetzten Kurbeln (Fig. 4) mit ω ein und bezeichnet S_1

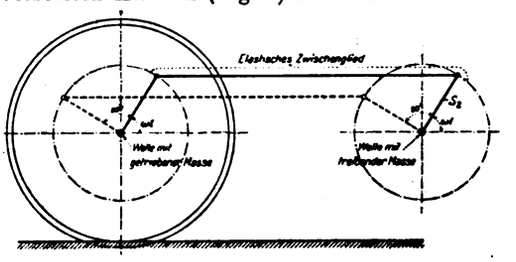


Fig. 4.

bezw. S_2 die Schubstangenkräfte, so ergibt sich für P die Gleichung $P = S_1 \sin(\omega t) + S_2 \cos(\omega t) = S$. Setzt man ferner $S^1 = S_2 \sin(\omega t) - S_1 \cos(\omega t) = \sin(\omega t) \frac{dS_1}{d(\omega t)} + \cos(\omega t) \frac{dS_2}{d(\omega t)}$, aus der Gleichung $\frac{dS}{dt} = 0$ folgend, so erhält man für die Stangenkräfte die Beziehungen $S_1 = S \sin(\omega t) - S' \cos(\omega t)$ und $S_2 = S \cos(\omega t) + S' \sin(\omega t)$, worin S^1 statisch unbestimmt ist. Der allgemeinen Lösung für S_1 und S_2 subsummiert sich als Spezialfall die Annahme $S = 0$, $\omega = 0$, welche dem Hohlwellenantrieb entspricht, dessen dynamisches Verhalten demnach aus den bezüglichen Gleichungen für den Kurbelantrieb durch Spezialisierung erschlossen werden kann.

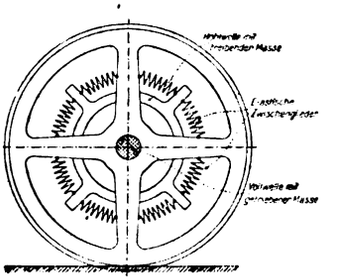


Fig. 5.

In der Vorlaufsperiode der treibenden Masse, welche durch reine elastische Deformation der Zwischenglieder (Schubstangen, Federn) ohne Bewegung der getriebenen Masse charakterisiert ist, kann die Triebkraft P zur Zeit t gleich $m_1 \frac{d^2 s_1}{dt^2} + \frac{s_1}{\gamma}$ gesetzt werden, worin s_1 der Weg der treibenden Masse und γ der reduzierte Nachgiebigkeitsgrad des Zwischengliedes ist. Die Größe $\frac{S_1}{\gamma}$ repräsentiert demnach die elastische Beanspruchung des Zwischengliedes. Wird die allgemeine Gleichung für den Vorlauf für die Stangenkraft S_1 spezialisiert, so erhält man eine lineare homogene Differentialgleichung fünfter Ordnung, deren Lösung sich mit

$$s_1 = \frac{\gamma}{2} S \left[1 - \cos \sqrt{\frac{z_a}{2 \gamma m_1}}\, t\right],$$

worin $z_a = (1 + \gamma m_1 4\omega^2) + \sqrt{(1 + \gamma m_1 4\omega^2)^2 - 4 \gamma m_1 4\omega^2}$. Dieser Lösung entsprechend schwingt s_1 und die Beanspruchung $\frac{s_1}{\gamma}$ um einen festen Mittelwert. Durch Einsetzen von $\omega = 0$ erhalten wir die entsprechenden Formeln für den Hohlwellenantrieb. Da somit für letzteren ω für die Größe des Weges und somit der Beanspruchung bedeutungslos ist, ergibt sich bereits in der Vorlaufsperiode für den Hohlwellenantrieb eine geringere Resonanzgefahr mit anderen Maschinenteilen als beim Kurbelantrieb.

Die eigentliche Anlaufsperiode der bewegten Masse m_2 tritt in dem Zeitpunkte $t = \tau$ ein, für welchen $\frac{s_1}{\gamma}$ gleich dem Bewegungswiderstand R geworden ist. Dieser kann auf eine

Digitized by Google

analoge Weise wie P durch $R = T_1 \sin(\omega t) + T_2 \cos(\omega t)$ angesetzt werden, wobei sich wieder $T_1 = T \sin(\omega t) - T' \cos(\omega t)$, $T_2 = T \cos(\omega t) + T' \sin(\omega t)$ ergeben und T' die zu S' völlig analoge Bedeutung besitzt. Vom Zeitpunkte τ an müssen die eigentlichen Gleichungen für den Anlauf gelten in der Form $P - m_1 \frac{d^2 s_1}{dt^2} = \frac{s_1 - s_2}{\gamma}$, $R + m_2 \frac{d^2 s_2}{dt^2} = \frac{s_1 - s_2}{\gamma}$, worin s_2 den von der bewegten Masse m_2 zurückgelegten Weg bedeutet. Aus diesen Gleichungen werden wieder nur unter Berücksichtigung der in einer Schubstange übertragenen Kräfte (S_1 und T_1) zwei simultane lineare Differentialgleichungen siebenter Ordnung hergeleitet, aus welchen die Beanspruchung der Schubstangen mit

$$\frac{s_1 - s_2}{\gamma} = \frac{1}{2} \frac{m_1 T + m S}{m_1 + m_2} - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{z_\alpha m_1}{z_\beta}} T(2S - T) + \left(\frac{m_2}{m_1 + m_2}\right)^2 (T - S)^2 . \cos[\vartheta + \sqrt{\beta}(t - \tau)]$$

folgt. In dieser Gleichung hat z_α die bereits angegebene Bedeutung und ist $z_\beta = (4\omega^2 \gamma m_1 m_2 + m_1 + m_2) + \sqrt{(4\omega^2 \gamma m_1 m_2 + m_1 + m_2)^2 - 4\gamma m_1 m_2 \omega^2 (m_1 + m_2)}$

$$\beta = \sqrt{\frac{z_\beta}{2\gamma m^1 m_2}} \qquad \operatorname{tg} \vartheta = \frac{\sqrt{\frac{z_\alpha m_1}{z_\beta}} . T(2S - T)}{\frac{m_2}{m_1 + m_2}(T - S)}.$$

Aus diesem Ansatz ersieht man, daß die elastische Beanspruchung $\frac{s_1 - s_2}{\gamma}$ zwischen zwei Extremwerten schwankt, die sich für $\cos[\vartheta + \sqrt{\beta}(t - \tau)] = \pm 1$ ergeben.

Diese Extremwerte sind im allgemeinen außer von m_1 m_2 noch von γ und ω abhängig. Durch Diskussion der Beanspruchung $\frac{s_1 - s_2}{\gamma}$ für verschiedene Werte von ω ($\omega = 0$, ω mittelgroß und ω sehr groß) ergibt sich, daß hohe Geschwindigkeit die Intensität der Beanspruchung erniedrigt, dagegen die Schwingungszahl erhöht. Ersteres wäre günstig, letzteres ist aber in höherem Maße ungünstig, weil hiedurch nicht nur die Formänderungsarbeit pro Zeiteinheit, also verlorene Energie, wächst, sondern auch eine hohe Gefahr der Resonanz mit anderen Maschinenteilen erzeugt wird, welche wieder die Gefahr von Überbeanspruchungen nach sich zieht. Das Getriebe mit nur rotierenden Teilen (Hohlwellenantrieb $\omega = 0$) hat gegenüber dem Kurbelantrieb auch in der Anlaufsperiode den Vorzug, daß seine Schwingungen nur von den Massen, als von durch die Konstruktion bedingten Faktoren, nicht aber wie beim Kurbeltrieb von der Geschwindigkeit und dem Nachgiebigkeitsgrad abhängig sind, was die Resonanzgefahr vermindert.

B. Pulsierende Antriebskraft. Wenn die Antriebskraft nach dem Sinusquadratgesetze pulsiert (wie zum Beispiel annäherungsweise bei Einphasenserienmotoren) und deren Einfluß auf ein Kurbelgetriebe untersucht werden soll, so ist als Stangenkraft statt S_1 die Größe $S_1 (1 - \cos 2\omega t)$ zu setzen, worin $\frac{\omega}{2\pi}$ die Periodenzahl des speisenden Wechselstromes ist. Die auf Grund dieser Festlegung sich ergebenden Differentialgleichungen für den Anlauf der getriebenen Masse werden nur unter der Voraussetzung gelöst, daß die Tourenzahl der Kurbel $\frac{\omega_K}{2\pi}$ gleich der Periodenzahl des Wechselstroms ist $\left(\frac{\omega_K}{\omega} = 1\right)$. Die Lösung ergibt das Bestehen zweier übereinandergelagerter Schwingungen mit den Schwingungszahlen $V_1 = \frac{1}{2\pi} 4\omega$ und $V_2 = \frac{1}{2\pi} 2\omega$.

Diese Schwingungszahlen sind also viermal bezw. zweimal so groß als die Tourenzahl der Kurbel = Periodenzahl des Wechselstromes = der halben synchronen Motordrehzahl, wenn der Motor direkt auf der Kurbel aufgebaut ist. Durch sinngemäße Verallgemeinerung dieses Resultates auch auf andere Werte des Verhältnisses $\frac{\omega_K}{\omega}$ ergibt sich der Schluß, daß für gewisse Lokomotivgeschwindigkeiten die Gefahr sehr starker Resonanz zwischen den Pulsationen der Motorkraft und den elastischen Schwingungen der Schubstangen besteht. Freilich ist eine derartige starke Pulsation der Motorkraft, wie sie dem Sinusquadratgesetz entspricht, nicht zu erwarten, doch muß andererseits wieder die starke Resonanzmöglichkeit der vielen schwingungsfähigen Maschinenteile in Betracht gezogen werden. Bei Dampflokomotiven kommt diese Resonanzmöglichkeit weniger in Betracht, weil hier die stark dämpfenden Einflüsse der Kolben- und Kreuzkopfreibung wirksam werden. (Schweiz. Bauz., Band 63, 1914, Hefte 11 bis 13.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Empfängerschaltung für die transatlantischen Marconistationen. G. Marconi beschreibt die in Fig. 6 dargestellte Schaltung. In die Antenne $A - T$ ist die Primäre P des Empfangstransformators eingeschaltet, an die Sekundäre S ist der Empfangskreis angelegt. Mit *Cr I* und *Cr II* sind zwei auf maximale Empfindlichkeit eingestellte und mit ihren Potentiometern P_1 P_2 verbundene Kristalldetektoren bezeichnet, die entgegen geschaltet sind. Sind beide Detektoren eingeschaltet, so werden keine Signale oder atmosphärische Störungen empfangen. Für den Empfang wird ein Detektor unempfindlich gemacht und mit dem anderen empfangen. Der erste Detektor nimmt dann die störenden Signale von großer Intensität auf.

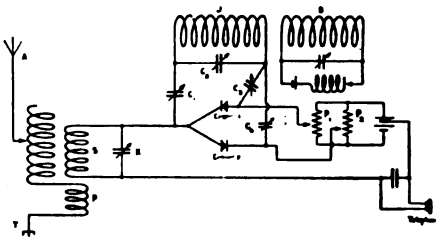


Fig. 6.

Round hat diese Einrichtung für den Empfang kontinuierlicher Wellen umgeändert, wobei beide Detektoren nur für starke Wellen ansprechen. Mit B ist ein Apparat zur Erzeugung ungedämpfter Wellen in der Empfangsstation bezeichnet, der Wellen von einer Zahl aussendet, die sich wenig von einem Bruchteil der empfangenen unterscheiden. Wenn zum Beispiel 50 000 Wellen pro Sek. auftreten, so erzeugt B 4900 Wellen. Die Detektoren werden in ganz kurzen Perioden leitend gemacht und in dieser Zeit entladet sich die in *SK* aufgestappelte Energie, wodurch am Telephon ein Ton von 1000 Perioden pro Sekunde erzeugt wird.

(Wireless World, Mai 1914.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Elektrolyse von Gemischen geschmolzener Kalium- und Natriumsalze. B. Neumann und E. Bergve. Schon Castner hat bei seinen Versuchen zur Gewinnung von Natrium durch Elektrolyse geschmolzenen Ätznatrons festgestellt, daß die Metallausbeuten um so bessere sind, je niedriger man mit der Temperatur bleiben kann. Da man den Schmelzpunkt des Ätznatrons auch durch Zusatz von Kalisalzen herunterdrücken kann und nach den gewöhnlichen Angaben das Kalium fast 0·5 *V* positiver als Natrium ist, so war die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß bei der Elektrolyse von Gemischen aus Kalium- und Natriumsalzen reines Natrium zur Abscheidung kommen könnte.

Um diese Frage zu studieren, wurden zunächst die Schmelzpunktserniedrigungen ermittelt, welche Ätznatron durch Zusatz von Ätzkali bezw. von Karbonat erfährt. Ätzkali drückt den Schmelzpunkt bis auf 167°, Soda bis auf 280°, ein Gemisch von Kalium- und Natriumkarbonat bis auf 265° herunter. Die berechnete und gefundene molare Depression stimmen gut überein. Die Elektrolyse wurde in Nickelgefäßen ausgeführt, da Eisen sich als unbrauchbar erwies. Bei der Elektrolyse scheiden sich immer Legierungen von Natrium und Kalium ab. Diese sind bei gewöhnlicher Temperatur flüssig und müssen wegen leichter Oxydierbarkeit unter Paraffin aufgehoben werden. Bei gleichbleibender Stromdichte steigt der Kaliumgehalt der Legierung mit dem Kaligehalt der Schmelze. Die Mischung von 60 Na OH und 40 KOH gibt dieselben Verhältnisse von Na: K in der Legierung wie in der Schmelze. Bei steigender Stromdichte wächst der Kaliumgehalt der Legierung, aber langsam.

(Z. f. Elektrotech. Heft 9, 1914.)

Stoffe für die Elektrotechnik.

Wirbelstromverluste in Stahlblechen, in Abhängigkeit vom spezifischen Widerstand. J. D. Ball und W. E. Ruder. Es wurde bisher angenommen, daß die Wirbelstromverluste in Stahlblechen sich umgekehrt proportional mit dem spezifischen Widerstande ändern; die Untersuchungen der Verfasser an Siliziumstahlblechen zeigen jedoch, daß dies keineswegs der Fall ist. Die an Epsteinproben durchgeführten Messungen zeigen vielmehr, daß beim fünffachen Widerstand im Vergleich mit gewöhnlichem Eisenblech, die Verluste im Siliziumblech etwa ½ bis ⅓ jener des Eisenbleches erreichen. Während die gesamten Eisenverluste bei 60 ∿, $B = 10\,000$, beim Siliziumblech im Mittel rund 0·3 *W* pro *kg* betragen, entfallen auf die Wirbelstromverluste kaum 2% dieses Betrages. Die Schwankungen der Wirbelstromverluste bei verschiedenen Proben von gleichem Widerstand betragen 200%, während bei gleichen Verlusten der Widerstand nur Änderungen von 25% aufweist. Bei gegebenen Gesamtverlusten zeigt das Siliziumblech Schwankungen von 175%, normaler Stahl von 50% in den Wirbelstromverlusten.

Einen besonderen Einfluß auf die Wirbelstromverluste hat die thermische Behandlung, Ausglühen der Blechproben, da

Digitized by Google

durch diese Behandlung die molekulare Beschaffenheit (Feinkörnigkeit) der Blechproben wesentlich verändert wird. Die grobkörnigen Proben zeigen einen um 15% geringeren Widerstand als die feinkörnigen; hingegen nahmen die Wirbelstromverluste mit der Korngröße bis zur sichtbaren Größe derselben rasch zu. Die ausgeglühten Bleche zeigten wesentlich höhere Wirbelstromverluste als die unausgeglühten. Beim Ausglühen bei 800° C beträgt (als Mittelwert aus 15 Messungen) der Verlust pro engl. Pfd. 0·0031 *W*; bei 1300° C: 0·0035 *W* und bei wiederholtem Ausglühen (bei beiden Temperaturen) 0·0042 *W*. Die Widerstände waren 54·8, 55·2 bezw. 53·1 Mikroohm pro cm^3.

Die Versuche ergeben zusammenfassend, daß die Wirbelstromverluste nicht umgekehrt proportional dem spezifischen Widerstande sind und wesentlich von der Beschaffenheit und Behandlung des Bleches abhängen. Eine Gesetzmäßigkeit ließ sich nicht nachweisen. (Gen. El. Rev., Mai 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Thermische Elektronenemission und lichtelektrischer Effekt des Kaliums. Karl Fredenhagen, Leipzig, hat bereits einmal darauf hingewiesen, daß zwischen dem lichtelektrischen Effekte der Metalle und dem Vorhandensein von Gasen ein Zusammenhang besteht, indem gasfreie Metalle den normalen lichtelektrischen Effekt nicht zeigen. Küstner hat hiefür den experimentellen Beweis in bezug auf das Zink erbracht. Hallwachs und Wiedmann haben dann eine neuerliche Bestätigung geliefert, indem sie zeigten, daß gasfreies Kalium keinen meßbaren lichtelektrischen Effekt aufweist. Fredenhagen hat nun weitere Untersuchungen in dieser Richtung unternommen und sich insbesondere auch mit der thermischen Elektronenemission beschäftigt. Er gelangte zu folgenden Resultaten.

Die beobachteten Effekte der thermischen Elektronenemission rühren nicht vom Kalium selbst her. Es ist ein wirksames Agens, wahrscheinlich ein Gas, vorhanden, das aus dem Metall ausgetrieben oder auf andere Weise unwirksam gemacht werden kann, und zwar durch mehrfache Destillation der Alkalimetalle im höchsten Vakuum oder durch lange Versuchsdauern in Apparaten, die nach Art von Rückflußkühlern wirken, welche Wirkung durch elektrische Entladungen bei hoher Temperatur begünstigt und durch die Gegenwart von beliebigen Gasen erschwert wird. Die Versuche ergeben, daß Helium, Argon und Stickstoff unwirksam sind und daß ein anderes wirksames Agens vorhanden sein muß, das durch die beschriebenen Maßnahmen ausgetrieben bezw. unschädlich gemacht wird. Die thermische Elektronenemission des Kaliums und sein lichtelektrisches Verhalten hängen insoferne zusammen, als beide durch die gleichen Maßnahmen verkleinert werden. Es scheinen also zwischen den beiden Effekten Beziehungen zu bestehen, die jedoch keineswegs einfacher Natur sein dürften. Das Kalium zeigt je nach seiner Behandlungsart einen lichtelektrischen Effekt mit und ohne Temperaturkoeffizienten. Vieles spricht dafür, daß das wirksame Agens Wasserstoff ist, doch liegt dafür noch kein direkter Beweis vor. Die Ergebnisse werden von der Theorie beachtet werden müssen, doch erscheint die Festsetzung bestimmter Annahmen verfrüht angesichts des derzeit noch unzureichenden experimentellen Materials.

(Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 5, 1914.)

Chronik.

Schweizerische Landesausstellung Bern 1914. Die am 15. Mai a. c. eröffnete Berner Ausstellung hat zwar alle Gebiete menschlicher Tätigkeit, soweit sie sich auf die Schweiz erstrecken, in ihren Wirkungskreis gezogen; sie bietet jedoch gerade, was Technik und Industrie, speziell auch Maschinenbau und Elektrotechnik anlangt, so viel äußerst Interessantes und Schenswertes, daß hier wohl ein Überblick über das reichhaltige, instruktive und gediegene Ausstellungsmaterial am Platze ist, hauptsächlich zum Zweck, um möglichst Viele anzuregen, die Ausstellung in natura anzuschauen. Ein eingehender Bericht über die Schweizer Elektroindustrie soll dann später folgen.

Maschinenbau und Elektrotechnik vereinigen sich in der Maschinenhalle, die mit 16 000 m^2 Grundfläche die größte Halle des Kontinents sein dürfte, und in der anstoßenden Transportmittelhalle zu einem imposanten Bild. Außer durch die zwei Großfirmen: Brown, Boveri & Cie. A.-G. und die Maschinenfabrik Oerlikon ist die Elektrotechnik durch eine Reihe sehr beachtenswerter Spezialfirmen auf der Ausstellung vertreten. Auf den Ständen der beiden erstgenannten Firmen fällt zunächst je ein riesiger Prüftransformator für 500 000 *V* auf, die beide im Betrieb vorgeführt werden. Außer normalen Reihen von elektrischen Maschinen, Transformatoren und Apparaten sind zahlreiche ein- und mehrphasige Kommutatormaschinen, Phasenregler System Brown, Boveri & Cie. sowie System Kapp (Oerlikon), Drehstrommotoren mit Polumschaltung, Vertikalmotoren, Drehtransformatoren (Induktionsregler), BBC-Schnellregler, Einankerumformer und auch ein 150 *kW*-Quecksilberdampfgleichrichter der Gleichrichter.-A. G. Glarus ausgestellt.

Verschiedene der ausgestellten elektrischen Kraftwerksanlagen werden im Betrieb gezeigt. Die Kesselanlagen mit verschiedenen modernen Feuerungen und anderem interessantem Zubehör stammen von Gebrüder Sulzer und Escher, Wyss und Cie., auf dem Stand der ersten Firma läuft auch eine 600 *PS*-Gleichstromdampfmaschine. Ein 9000 *PS*-Dampfturbinenaggregat der Brown, Boveri & Cie. A.-G. macht 3000 Uml./Min., außerdem sind eine Reihe anderer Dampfturbinen und Turbogebläse samt den erforderlichen Kondensationsanlagen ausgestellt. Rohölmotoren sind durch Gebrüder Sulzer und die Maschinenfabrik Winterthur in mustergültiger Weise vertreten. Die bekannten schweizerischen Konstruktionsfirmen für Wasserkraftmaschinen Piccard, Pictet & Cie., Bell & Cie. und andere zeigen nicht nur fertige Wasserturbinen mit den Regeleinrichtungen, sondern auch einzelne Laufräder und anderes Zubehör, das in den Betriebsanlagen sonst gar nicht zugänglich ist. Von einzelnen Kraftwerken sind außer guten Plänen wohlgelungene Modelle ausgestellt.

Der eine 20 *t*-Laufkran der Maschinenhalle ist von den Rollschen Eisenwerken gemeinsam mit Brown, Boveri & Cie., der andere von der Maschinenfabrik Oerlikon hergestellt; außerdem sind zahlreiche Krane, Aufzüge und andere Hebezeuge vorhanden. Eine Fördermaschine mit einphasigem Doppelkollektormotor wird im Betrieb vorgeführt. Der Antrieb der Textil- und Papiermaschinen, der Werkzeugmaschinen einschließlich Nietmaschinen, von Kreiselpumpen und landwirtschaftlichen Maschinen erfolgt ebenfalls elektrisch.

Für Heiz- und Kochapparate sind die Firma „Elektra" in Wädenswil und „Therma" in Schwanden-Glarus, als Apparatefabriken Sprecher und Schuh A.-G. in Aarau, Appareillage Gardy in Genf und Carl Maier in Schaffhausen zu erwähnen, für Meßinstrumente Landis & Gyr sowie Trüb, Täuber & Co. Auch die Fabrik elektrischer Kondensatoren in Fribourg und die durch ihre Hochspannungsisolierverfahren bekannte Firma E. Haefely & Cie. in Basel fehlen nicht, ebensowenig die schweizerischen Kabel- und Glühlampenfabriken. Bei der Berner A.-G. Hasler sind vor allem die zwangläufigen Geschwindigkeitsmesser für Lokomotiven zu beachten.

Von der Maschinenhalle zur Transportmittelhalle führt eine große elektrische Schiebebühne. Die ausgestellten Lokomotiven sind Erzeugnisse der Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur, die anderen Fahrzeuge stammen aus der Waggonfabrik Schlieren A.-G. und der Industrie-Gesellschaft Neuhausen. Die Ausrüstungen der vielen wirkungsvollen elektrischen Fahrzeuge rühren von der Maschinenfabrik Oerlikon und von der Brown, Boveri & Cie. her. Die Schweizerischen Bundesbahnen, die Rhätischen Bahnen, die Berner Alpenbahn (Lötschberg), die Berner Oberlandbahn und andere Bahngesellschaften haben durch Überlassung neubestellter Fahrzeuge die Ausstellung außerordentlich gefördert. Die schweren Einphasenlokomotiven haben durchweg Kurbelstangenantrieb, teilweise kombiniert mit Zahnradübersetzung; die Steuerung der Repulsionsmotoren geschieht durch Bürstenverschiebung mittels mechanischer Gestängeübertragung, die Serienmotoren mit Querspule und Hilfspolen haben große Schaltwalzen mit Motorantrieb oder Schützensteuerung. Die ausgestellte dreiphasige Simplonlokomotive hat zwei hochliegende Schleifringmotoren mit Polumschaltung und Kaskadenschaltung und Zweistangenantrieb; sie hat vier Geschwindigkeitsstufen von 26 bis 70 *km*/Std., bei der letzten Geschwindigkeit haben die Motoren zusammen 2800 *PS*-Stundenleistung. Außer einer dreiphasigen Berglokomotive für die Jungfraubahn finden wir auch eine Berglokomotive mit hochgespanntem Gleichstrom (1500 *V*) für die Berner Oberlandbahn und andere Fahrzeuge mit 500 bis 1500 *V* Gleichstrom, ferner einen eleganten Motorwagen für Chur—Arosa mit 2000 *V* Gleichstrom, dessen Hochspannungsschaltwalze elektropneumatisch betätigt wird. Die vorhandenen Akkumulatorenfahrzeuge sind für Rangierzwecke und den Werkstättendienst vorgesehen; eine Rangierlokomotive besitzt statt der üblichen Zughakenkupplung zwei Elektromagnete, welche die Pufferscheiben des Anhängewagens festhalten, so daß vom Führerstand aus an- und abgekuppelt werden kann. Die verschiedenen Einzelteile der Fahrzeugausrüstungen, zum Beispiel auch ein betriebsfertiger Hochspannungs-Stromabnehmer werden noch für sich vorgeführt, ebenso Zugbeleuchtungseinrichtungen, Schienenbremsen, elektrische Weichen, elektrisch bewegte Schranken für Niveauübergänge und Stellwerke. Wohlgelungen ist die Reihe von 14 Holzmodellen, die die Entwicklung der elektrischen Lokomotiven der Brown, Boveri & Cie. A.-G. darstellen. Schließlich sind noch zu erwähnen: elektrisch betriebene Schneepflüge, ein benzolelektrischer Tunnelbeleuchtungswagen, dann die elektrische Rundbahn, deren Stromabnehmer einfach aus einem Rohr besteht, das seitlich an den Fahrdraht gepreßt wird, und schließlich die Szenerie-bahn mit einem 70 *PS*-Aufzugsmotor. In der Schweiz befinden sich etwa 50 Drahtseilbahnen, viele mit elektrischem Antrieb, sie sind durch Reliefs und Modelle auf der Ausstellung vertreten. *Niethammer.*

Digitized by Google

AEF. Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen.

Der Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen hat seinen schon früher veröffentlichten Satz IV., Einheit der Leistung*), geändert und nach satzungsgemäßer Beratung des Entwurfs VII, Einheitsbezeichnungen**) eine Anzahl Zeichen für Maßeinheiten festgestellt.

Gegen die Einheit der Leistung ist aus den Kreisen der Maschinenindustrie der Einwand erhoben worden, daß der Einheitsname Großpferd wesentliche Nachteile praktischer Art mit sich bringe, und es ist demgemäß der Einführung dieses Namens widersprochen worden. Unter diesen Umständen hat der AEF den Satz IV durch Weglassung des Einheitsnamens Großpferd und des zugehörigen Zeichens in die nachstehende Form gebracht, welcher nunmehr ausschließlich Geltung hat:

Satz IV: Die Einheit der Leistung.

Die technische Einheit der Leistung heißt Kilowatt. Sie ist praktisch gleich 102 Kilogrammeter in der Sekunde und entspricht der absoluten Leistung 10^{10} Erg in der Sekunde. Einheitsbezeichnung kW.

Bericht über die Äußerungen zum Entwurf VII: Einheitsbezeichnungen.

A. Leitsätze für die Wahl von Einheitsbezeichnungen.

Es sind zwar dem AEF keine Vorschläge zu Änderungen gemacht worden; allein während der weiteren Beratung hat sich im AEF selbst der Wunsch nach einigen kleinen Änderungen ergeben, die noch der Bearbeitung unterliegen. Der Teil A wird daher noch nicht festgestellt.

B. Zeichen und Abkürzungen.

Zu dem Bericht haben sich fast sämtliche Bezirksvereine des Vereins Deutscher Ingenieure (Aachen, Augsburg, Bayern, Berg, Berlin, Bodensee, Bremen, Breslau, Chemnitz, Dresden, Elsaß-Lothringen, Emscher, Franken-Oberpfalz, Hamburg, Hannover, Hessen, Lausitz, Lenne, Mannheim, Mark, Oberschlesien, Posen, Rheingau, Ruhr, Schleswig-Holstein, Siegen, Unterweser) geäußert. Einige derselben (Dresden, Franken-Oberpfalz, Oberschlesien) hatten gemeinsam mit den dortigen Elektrotechnischen Vereinen, Franken-Oberpfalz außerdem gemeinsam mit dem Mittelfränkischen Architekten- und Ingenieur-Verein beraten. Ferner hat sich geäußert der Württembergische Elektrotechnische Verein. Außerdem liegen Äußerungen vor von Herrn Dipl.-Ing. Speiser, Berlin-Wilmersdorf, sowie von Herrn Prof. Grübler, Dresden.

Einheiten für Raummaße: Bemängelt werden $\mu = 0{\cdot}001$ mm und $\lambda = 0{\cdot}001$ ml als überflüssig, außerdem μ in der doppelten Bedeutung als selbständiges Zeichen und als Vorsatz $= 10^{-6}$. μ wird in der Physik allgemein benutzt, besonders bei der Angabe von Wellenlängen des Lichtes; es ist daher beizubehalten. Dagegen steht λ nicht im allgemeinen Gebrauch und ist daher von der Liste abgesetzt worden. Die doppelte Bedeutung von μ kann keine Verwirrung hervorrufen, nachdem sich die große Menge auch an m in doppelter Bedeutung (Meter und 10^{-3}), selbst dort, wo beide Bedeutungen zusammentreffen (mm $= 10^{-3}$ m), durchaus gewöhnt hat.

Als überflüssig werden ferner die Unterscheidungen zwischen l und dm^3 und ihren Unterabteilungen bezeichnet. Die Wissenschaft macht einen Unterschied zwischen beiden Maßen, der auf der Abweichung des international vereinbarten Kilogramms von der ursprünglich beabsichtigten Größe beruht. Es steht jedem frei, sich das ihm passende Einheitssystem auszuwählen, und tatsächlich sind auch Einheiten, sowohl des Liter- sowie des dm^3-Systems im praktischen Gebrauch, zum Beispiel für Flüssigkeiten meist das Liter-, für feste Körper (zum Beispiel Sand) das dm^3-System, für Gase werden beide Systeme nebeneinander gebraucht.

Von einer Seite werden auch die Potenzen in den Maßbezeichnungen (m^2, m^3 usw.) abgelehnt. Auch cl, dl und andere werden bemängelt.

Die Einheiten der Länge, der Fläche und des Raumes sind aufgenommen nach den Festsetzungen des Deutschen Bundesrates: km, m, cm, mm; ha, a; hl, l; m^2, m^3 usw. (Zentralblatt für das Deutsche Reich 1877, Seite 565; Reichsgesetz-Blatt 1893, Seite 151, Erlaß des k. k. Handelsministeriums vom 12. April 1886, Z. 11 856) und des Comité international des poids et mesures: dm, μ; dm^2; dl, cl, ml; dm^3 (Proc. Verb. 1879, Seite 41 und andere). Die Schreibweise qm, qcm, cbm, ccm entspricht zwar gleichfalls den Vorschriften des Deutschen Bundesrates; der A. E. F. hat aber der oben angeführten Schreibweise den Vorzug gegeben, weil sie international verständlich ist; die IEC hat sich diesem Vorschlage angeschlossen***).

Einheiten für die Zeit: Mehrfach wird m, und von einer Seite s verworfen, und allein die Bezeichnungen min und sec verlangt; für die erstere Forderung wird die Verwechselbarkeit mit m = Meter ins Feld geführt. Die einfachen Buchstaben m und s empfehlen sich der Kürze wegen aus denselben Gründen wie l, g und andere. Der Verwechselung der Zeichen für Minute und Meter wird genügend vorgebeugt durch die Bestimmung, daß da, wo Zweifel möglich sind, insbesondere, wo Minute allein steht, min geschrieben wird. Das erhöhte Zeit punkt zeichen h (Uhrzeit) wird von einer Seite als überflüssige Erschwerung für die Wiedergabe (zum Beispiel durch die Schreibmaschine) betrachtet, daher das Zeichen h auf der Linie für Stunde Zeit raum verworfen und seine Beibehaltung für Stunde Zeit punkt (Uhr) gewünscht. Es scheint sehr unzweckmäßig, die Einheiten für Zeiträume und Zeitpunkte durch verschiedene Buchstaben wiederzugeben; der Erleichterung für das Schreiben steht die Belastung des Gedächtnisses aller durch weitere Buchstabenzeichen entgegen. Die bisherigen Vorschläge sind beizubehalten.

Einheiten für mechanische Größen. Der Entwurf wollte zwar das absolute und das technische Maßsystem als gleichberechtigt nebeneinander behandeln. Allein dem stellte sich der Umstand entgegen, daß schon die Grundbegriffe strittig sind. Die Ingenieurvereine äußern sich daher zu den Vorschlägen durchweg ablehnend. Während auf diesem Gebiete also eine Einigung erst noch weitere Erörterungen erfordert, schien es unzweckmäßig, die anderen Einheitszeichen, über die schon jetzt eine Verständigung erzielt ist, noch zurückzustellen. Darum sind die Einheiten für mechanische Größen im allgemeinen ausgeschieden worden. Unter den Einheiten, die im letzten Vorschlage bei den mechanischen Größen aufgeführt wurden, befindet sich auch das Gramm und die Tonne sowie die vom Gramm abgeleiteten Einheiten. Diese wichtigen Einheiten wegzulassen, schien nicht empfehlenswert. Daher werden sie — abgesehen von dt und γ — in der vorgeschlagenen Weise, welche übereinstimmt mit den Festsetzungen des Deutschen Bundesrates und des Comité international des poids et mesures (siehe oben), festgesetzt, ohne daß der Streit über ihre Bedeutung als Masse, Kraft oder Gewicht berührt wird. γ wird aus demselben Grunde wie oben λ weggelassen.

Der Vorschlag Dezitonne, dt, ist dem Einwand begegnet, daß man das Zeichen dt mit dem Differential der Zeit verwechseln könne. Das scheint völlig ausgeschlossen, weil dt (Dezitonne) nach reinen Zahlenausdrücken, das Zeitdifferential aber in reinen Buchstabenrechnungen vorkommt. Statt dt wird das im Handel gebräuchliche % kg vorgeschlagen; dies kann nicht in Frage kommen. Das Zeichen % bedeutet Prozent, vom Hundert, das heißt einen Dezimalbruch, die Zusammenstellung % kg ist also sinnwidrig. Von einer Seite wird quintal gefordert; dieser Name wird aber im deutschen Sprachgebiet nicht benutzt, höchstens an den Grenzen gegen das französische und italienische Sprachgebiet.

Sonstige Einwendungen gegen dt, Dezitonne, werden nicht gemacht. Der A. E. F. hatte sich vorbehalten, diese Einheitsbezeichnung den deutschen Behörden zu empfehlen; ehe sie vom Bundesrat angenommen wird, dürfte sie auch wohl nicht vom A. E. F. festgesetzt werden. Daher kann sie in die endgültige Liste des A. E. F. noch nicht aufgenommen werden.

Einheiten für Wärmegrößen. Als Zeichen für Celsiusgrad wird der erhöhte kleine Kreis ohne Zufügung des C für ausreichend gehalten, da im deutschen Sprachgebiete allgemein die Celsiussche Skala gebraucht wird. Bei absoluten Temperaturen ist ein besonderer Zusatz nötig.

Es wird von mehreren Seiten gewünscht, die Kilogramm-Kalorie als die primäre Einheit zu wählen und mit cal oder Cal zu bezeichnen. Das Zeichen für die Gramm-Kalorie wäre dann mcal oder mCal. Durch diese Wahl würde man einen wesentlichen Vorteil verlieren. Nach dem bisherigen Vorschlag würde zum Beispiel Kohle einen Heizwert von 8000 cal haben, wenn 1 kg Kohle 8000 cal oder 1 kg Kohle 1 kcal ergibt; die Einheiten ohne Vorsatz gehörten dann zueinander, ebenso die Einheiten mit dem gleichen Vorsatz k. Nach dem Gegenvorschlag würden 1 g Kohle 8000 mcal, 1 kg Kohle 8000 cal liefern, und die einfache Art, Wärmewerte von Verbrennungsvorgängen oder Wärmetönungen auszusprechen, würde verloren gehen. Man würde auch künftig nicht mehr aussprechen Grammkalorie, Kilogrammkalorie, Worte, die den Eindruck von Produkten machen, sondern Kalorie und Kilokalorie. Der bisherige Vorschlag des AEF. wird also aufrecht zu erhalten sein.

Einheiten für Lichtgrößen. Es sind gegenwärtig internationale Beratungen über diese Einheiten im Gange; es empfiehlt sich, deren weiteren Verlauf, an dem auch der A. E. F. sich beteiligt, abzuwarten, diese Einheiten demnach vorläufig wegzulassen.

Einheiten für elektrische Größen. Das vorgeschlagene Zeichen für Ohm, ℧, hat zahlreichen Widerspruch erfahren; auch die Internationale Elektrotechnische Kommission hat es abgelehnt. An seiner Stelle wird fast allgemein das vielfach gebrauchte Ω gewünscht, das auch von der I. E. C. angenommen werden wird*). Die neue Einheit des Leitwertes, das Siemens, S, wird nach einem Beschluß der I. E. C. dem Internationalen Elektrotechnischen Kongreß, der 1915 in San Francisco tagen wird, zur Annahme empfohlen werden*). Von einer Seite ist gegen das Siemens

*) E. u. M. 1911, Seite 665.
**) E. u. M. 1910, Seite 529 und 1913, Seite 193.
***) Siehe E. u. M. 1914, Heft 24, Seite 512.

*) Siehe E. u. M. 1914, Heft 24, Seite 512.

Digitized by Google

eingewandt worden, die bisherige Einheit, das Ohmtel, 1/Ω, reiche aus; das beruht aber auf einem Irrtum, denn dieses Zeichen ist nirgends in Aufnahme gekommen. Gegen das häufig gebrauchte Mho, die Umkehrung des Namens Ohm, hat sich der A. E. F. bereits früher geäußert und diesen Namen verworfen. Gegen kW für Kilowatt wird geltend gemacht, es sehe unschön aus, wirke wie eine Formel und anderes mehr; es wird vorgeschlagen, bei den Vorsätzen, wie Kilo = (k), Milli = (m) usw. keinen Unterschied zwischen großen und kleinen Buchstaben zu machen. Alle diese Vorschläge liegen lediglich auf dem Gebiete der Empfindung; wenn man Zeichen gebraucht, müssen sie in jeder Beziehung eindeutig sein, und an die neue Zusammenstellung kW wird man sich bald genug gewöhnt haben. An eine Ablehnung ist um so weniger zu denken, als das Zeichen bereits allgemein gebraucht wird und auch von der I. E. C. angenommen ist*).

Die zusammengesetzten Einheiten sollen nur Beispiele sein; andere zusammengesetzte Einheiten können danach leicht gebildet werden.

Es werden hienach die in nachstehender Zusammenstellung enthaltenen Einheitsbezeichnungen endgültig festgesetzt.

Zeichen des AEF. für Maßeinheiten.

Meter	m	Liter	l	Tonne	t
Kilometer	km	Hektoliter	hl	Gramm	g
Dezimeter	dm	Deziliter	dl	Kilogramm	kg
Zentimeter	cm	Zentiliter	cl	Dezigramm	dg
Millimeter	mm	Milliliter	ml	Zentigramm	cg
Mikron	μ	Kubikmeter	m^3	Milligramm	mg
		Kubikdezimeter	dm^3		
Ar	a	Kubikzentimeter	cm^3	Stunde	h
Hektar	ha	Kubikmillimeter	mm^3	Minute	m
Quadratmeter	m^2			Minute alleinstehend	min
Quadratkilometer	km^2	Celsiusgrad	°	Sekunde	s
Quadratdezimeter	dm^2	Kalorie	cal	Uhrzeit: Zeichen erhöht.	
Quadratzentimeter	cm^2	Kilokalorie	kcal		
Quadratmillimeter	mm^2				

Ampere	A	Siemens	S	Watt	W
Volt	V	Coulomb	C	Farad	F
Ohm	Ω	Joule	J	Henry	H

Amperestunde	Ah	Mikrofarad	μF
Milliampere	mA	Megohm	μΩ
Kilowatt	kW	Kilovoltampere	kVA
Megawatt	μW	Kilowattstunde	kWh

Formelzeichen des AEF.
2. Liste.

Fläche	F
Kraft	P
Moment einer Kraft	M
Arbeit	A
Leistung	N
Normalspannung	σ
Spezifische Dehnung	ε
Schubspannung	τ
Schiebung (Gleitung)	γ
Schubmodul	G
Spezifische Querzusammenziehung $\nu = 1/m$ (m Poissonsche Zahl)	ν
Trägheitsmoment	J
Zentrifugalmoment	C
Reibungszahl	μ
Widerstandszahl für Flüssigkeitsströmung	ζ
Schwingungszahl in der Zeiteinheit	n
Mechanisches Wärmeäquivalent	J
Entropie	S
Verdampfungswärme	r
Heizwert	H
Brechungsquotient	n
Hauptbrennweite	f
Lichtstärke	J
Widerstand, elektrischer	R
Stromstärke, elektrische	I

Bericht über die Äußerungen zum Entwurf XII, Liste B der Formelzeichen.

Von F. Neesen und M. Seyffert.

Zu der Formelzeichenliste B haben sich 27 Vereine und eine Privatperson geäußert. Von den ersteren sind 21 Bezirksvereine des Vereins Deutscher Ingenieure, 4 elektrotechnische Vereine, außerdem die Deutsche Physikalische Gesellschaft und der Verein zur Förderung des naturwissenschaftlichen Unterrichts in Berlin.

12 der genannten Bezirksvereine und 2 elektrotechnische Vereine stimmen der Liste glatt zu.

Von den Ausstellungen beziehen sich die meisten (4) auf die Bezeichnung n für Schwingungszahl, da dieser Buchstabe für Umlaufzahl einer Maschine benutzt wird. Vorgeschlagen wird N und r. Es sind andere Gründe, als die bei der Aufstellung der Liste wohl erwogenen, nicht angeführt. Daher empfiehlt es sich, auch in Anbetracht der geringen Zahl der Einsprüche bei dem Zeichen n zu bleiben. Der Hamburger Bezirksverein schlägt vor, statt Schwingungszahl zu sagen „Doppelschwingungen". Vermutlich sollen hiemit zwei halbe Schwingungen, ein Hin- und Hergang verstanden werden. Das ist auch die Bedeutung von Schwingungszahl, so daß auch diese Änderung nicht zweckmäßig ist.

Gegen die Benutzung des Buchstabens J für das mechanische Wärmeäquivalent wenden sich drei Bezirksvereine, welche 1/A oder A oder 427 vorziehen, zum Teil deshalb, weil J schon für Trägheitsmoment und Lichtstärke, auch Stromstärke benutzt wird, zum Teil weil Zeuner A oder $1/A$ benutzt. Da A für Arbeit festgesetzt ist, sind die beiden ersten Bezeichnungen ausgeschlossen. Eine Zahl zu nehmen, ist nicht angängig, weil diese unbequemer zu schreiben ist und nicht absolut feststeht. Es liegt kein Grund vor, von der Bezeichnung J abzugehen. Der Bayerische Bezirksverein schlägt zu J den Zusatz „Arbeitswert der Wärmeeinheit" vor. Derselbe scheint bei der feststehenden Bedeutung des Wortes „mechanisches Wärmeäquivalent" unnötig.

Betreffs Trägheitsmoment wird von dem Westpreußischen Bezirksverein vorgeschlagen, J für Flächen-Trägheitsmoment und Θ oder ϑ für Massen-Trägheitsmoment zu nehmen. Dieser vereinzelte Vorschlag ist nicht geeignet, die gewählte Bezeichnung umzuändern.

Der Bayerische Bezirksverein wendet sich gegen C als Zentrifugalmoment und gegen diesen Ausdruck überhaupt; der Hannoversche Verein schlägt J vor. Das Zentrifugalmoment wird tatsächlich viel benutzt. Die große Mehrheit ist für das vorgeschlagene Zeichen.

An Stelle der Buchstaben σ und τ für Spannungen wird von dem Breslauer Verein das in der „Hütte" und auch von Bach benutzte Zeichen k vorgeschlagen. Es dürfte hier eine Verwechslung der Begriffe vorliegen.

Der Vorschlag i für Fläche (Mannheimer Verein) ist ganz vereinzelt.

Das Zeichen für Arbeit A war schon in der Liste A der Formelzeichen enthalten; es war zurückgestellt worden, weil es schwierig schien, sich darüber mit der I. E. C. zu verständigen. Nachdem nun die I. E. C. das Zeichen A angenommen hat, ist es in die neue Liste eingesetzt worden.

Einwände sind gegen L als Leistung erhoben. E und N werden empfohlen. Der AEF. hat die Bezeichnung mit L schon verlassen und N gewählt.

Für Moment einer Kraft wird zusätzlich ein deutsches M empfohlen (Hannoverscher Bezirksverein). Der AEF. hält daran fest, nur ein einziges Zeichen zu empfehlen. Der Westfälische Bezirks-

*) Siehe E. u. M. 1914, Heft 24, S. 512.

Digitized by Google

verein gibt verschiedene Indizes an für besondere Momente; solche Indizes festzusetzen, dürfte zu weit gehen.

Bei Dehnung soll nach Vorschlag des Hannoverschen Bezirksvereines der Zusatz „spezifisch" gestrichen werden. Hiefür lag ein triftiger Grund nicht vor.

Verschiedene Anregungen für Zeichen zu Größen, die in dieser Liste B nicht aufgeführt sind, können bei Fertigstellung dieser Liste nicht in Betracht kommen, werden indessen bei Aufstellung weiterer Listen Berücksichtigung finden. Dasselbe gilt für eine Anregung betreffend die Gaskonstante, da beschlossen ist, diese Größe zunächst wegzulassen.

Briefe an die Redaktion.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Die Wahl des Stromsystems für elektrische Bahnen.

Zu den „tatsächlichen Verhältnissen" (Heft 22 der E. u. M. 1914) des Herrn Roedder möchte ich nur bemerken, daß der Ausgangspunkt unserer Diskussion: „ob die Pennsylvaniabahn für die Elektrifizierung ihrer Philadelphiaer Vorortstrecke Gleichstrom oder Wechselstrom wählen wolle" zu dem tatsächlichen Ergebnis geführt hat, daß Wechselstrom gewählt wurde. Die Pennsylvaniabahn wählte das Wechselstromsystem, welches für den Einzelfall der Elektrifizierung des Philadelphiaer Vorortverkehrs nicht unbedingt erforderlich war, da man die kurze Strecke recht gut hätte mit Gleichstrom betreiben können, unter verständnisvollor Berücksichtigung der Zukunftsmöglichkeit, eventuell später die ganze Strecke New York—Washington zu elektrifizieren. Die Wahl des Wechselstroms ist zurückzuführen auf die Anregungen von Herrn George Gibbs, des beratenden Ingenieurs der Pennsylvaniabahn, welchem auch die Betriebsleitung der mit Gleichstrom betriebenen Long Islandbahn und der ebenfalls mit Gleichstrom betriebenen New Yorker Vollbahnstrecke der Pennsylvaniabahn untersteht. Herr Gibbs hat seine Ratschläge nicht nur vom grünen Tisch aus erteilt, sondern vor der Empfehlung des Wechselstromsystems die bedeutendsten Gleichstrom-, Wechselstrom- und Drehstrombahnen Europas und Amerikas besucht.

Charlottenburg, 2. Juni 1914. *Eugen Eichel.*

Erwiderung.

Wie ich aus vorstehender Äußerung des Herrn Eichel ersehe, ist mein in der Überschrift genannter Aufsatz nunmehr völlig aus der Diskussion ausgeschieden und dieser Gegenstand somit wohl erledigt.

Zu der Notiz betreffs der Pennsylvania Railroad gestatte ich mir höflichst zu bemerken, daß, wie leicht nachzulesen, die Frage, ob diese Bahn für ihre Vorortstrecke Philadelphia—Paoli voraussichtlich Gleichstrom oder Wechselstrom wählen würde, niemals zur Diskussion gestanden hat, auch nicht stehen konnte, da die erforderlichen Unterlagen vollkommen fehlten. Ein erneuter Versuch mit Einphasenstrom war, infolge mancher Vorzüge desselben, trotz der großen Zunahme der Gleichstrombahnen für höhere Spannung in den Vereinigten Staaten wohl zu erwarten. Es liegt jedoch kein Anlaß vor, die Diskussion auf diesen neuen Gegenstand auszudehnen.

Karlsruhe, 8. Juni 1914. *O. C. Roedder.*

Vereins-Nachrichten.

Elektrizitätsgesetz-Entwurf.

Wir bringen nachfolgend den vom k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten verfaßten Gesetzentwurf betreffend „Das Wegerecht und andere Bestimmungen für elektrische Anlagen" zur Veröffentlichung.

Dieser für die Entwicklung der Elektrizitätsindustrie Österreichs so wichtige Gesetzentwurf wird in unserem Vereine von einem speziell hiezu eingesetzten Komitee einer eingehenden Beratung und Begutachtung unterzogen werden.

Es wird ersucht, Äußerungen und Anträge zum Gegenstande dieses Gesetzentwurfes ehemöglichst dem Vereinsbureau zu übermitteln.

Die Vereinsleitung.

Gesetz

vom ..... betreffend das Wegerecht und andere Bestimmungen für elektrische Anlagen.

Mit Zustimmung beider Häuser des Reichsrates finde Ich anzuordnen, wie folgt:

§ 1.

Absatz 1. Dieses Gesetz bezieht sich auf elektrische Starkstromanlagen und auf Telegraphenanlagen, mit Ausnahme der elektrischen Einrichtungen auf schwimmenden Objekten der Binnen- und Seeschiffahrt.

Absatz 2. Unter Telegraphenanlagen sind alle Anlagen zur elektrischen Nachrichtenvermittlung einschließlich der drahtlosen Telegraphen und Telephone ohne Unterschied der Stromstärke und -spannung inbegriffen.

I. Hauptstück.

Das Wegerecht für elektrische Leitungen.

§ 2.

Absatz 1. Zum Zwecke der Errichtung, der Instandhaltung und des Betriebes elektrischer Leitungen können an öffentlichem Gute, insbesondere an öffentlichen Kommunikationen, öffentlichen Gewässern und öffentlichen Kanälen, dann an fremdem Grundeigentum, an Privatgewässern und Privatkanälen Zwangsbenutzungsrechte nach Maßgabe der Bestimmungen des II. und III. Hauptstückes in Anspruch genommen werden, insolange überwiegende öffentliche Rücksichten, insbesondere Rücksichten der Landesverteidigung nicht im Wege stehen.

Absatz 2. Die Zwangsbenutzung kann bestehen:

a) in der Führung und Erhaltung von Leitungen im Luftraume oder unter der Erde;

b) in der Anbringung und Erhaltung von Leitungsstützpunkten, sonstigen Leitungsobjekten und anderem Zubehör geringeren Umfanges;

c) in der Bewirkung der unumgänglich nötigen Beseitigung von Baumästen (Ausästung).

Absatz 3. Die Inanspruchnahme von Zwangsbenutzungsrechten an einer bestimmten Liegenschaft ist an die Voraussetzung geknüpft, daß zu diesem Zwecke nicht eine andere Liegenschaft, für die die Last weniger empfindlich wäre, in Anspruch genommen werden kann, ohne daß dies erhebliche Schwierigkeiten oder unverhältnismäßige Mehrkosten verursachen würde.

Absatz 4. Ob und inwiefern für elektrische Anlagen eine Enteignung in Anspruch genommen werden kann, ist nach den bestehenden Vorschriften zu beurteilen.

Absatz 5. Den Unternehmern der zur Zeit des Inkrafttretens dieses Gesetzes bestehenden Starkstromanlagen steht für diese die Inanspruchnahme von Zwangsbenutzungsrechten nach diesem Gesetze unter der Voraussetzung zu, daß sie für ihre Betriebsanlage eine gewerbebehördliche oder sonst eine staatliche Genehmigung erlangt haben oder die Genehmigung nach diesem Gesetze nachträglich erwirken. Bei Stromlieferungsunternehmungen finden hiebei die Bestimmungen des § 5, Absatz 8, Anwendung.

Schranken dieser Rechte.

§ 3.

Absatz 1. Bei Einräumung und Ausübung von Zwangsbenutzungsrechten ist mit aller tunlichen Schonung des öffentlichen Gutes, des Eigentums und der Rechte Dritter, und in möglichst wenig belästigender Weise vorzugehen. Insbesondere darf dadurch das öffentliche Gut dem bestimmungsmäßigen Gebrauche nicht entzogen und der Eigentümer oder Gebrauchsberechtigte einer Liegenschaft oder einer bestehenden Anlage (Eisenbahn, Gas-, Wasser-, Luft-, Elektrizitätsleitung usw.) in ihrem Gebrauche nicht behindert werden.

Absatz 2. Dementsprechend hat der Zwangsberechtigte auf eigene Kosten insbesondere alles zur Aufrechthaltung des bestimmungsmäßigen Gebrauches am öffentlichen Gute sowie des ordnungsmäßigen Gebrauches der Liegenschaften und Anlagen während seiner Arbeiten vorzukehren und nach deren Beendigung schleunigst einen klaglos geordneten Zustand herzustellen. Über die Art der Durchführung der bezüglichen Arbeiten hat der Zwangsberechtigte sich vor deren Inangriffnahme mit den Verwaltungen des öffentlichen Gutes und den Eigentümern der Liegenschaften ins Einvernehmen zu setzen.

Absatz 3. Ausästungen sind über Aufforderung des Zwangsberechtigten von den Eigentümern (Verwaltungsberechtigten) der Baumpflanzungen in angemessener Frist zu veranlassen. Bei deren Versäumnis können sie vom Zwangsberechtigten vorgenommen werden, welcher in beiden Fällen die Kosten trägt.

§ 4.

Absatz 1. Durch die Anwendung der Zwangsbenutzungsrechte dürfen die Belasteten in der freien Verfügung über ihre Liegenschaften und Anlagen (beliebige Veränderung, Verbauung u. dgl.) nicht behindert werden.

Absatz 2. Erfordert eine solche Verfügung des Belasteten — insbesondere die geplante Errichtung einer eigenen Leitung des Grundeigentümers — die Entfernung oder Änderung einer fremden elektrischen Anlage oder kann eine solche dadurch beschädigt werden, so ist der Zwangsberechtigte (bei staatlichen Telegraphenanlagen die zuständige Post- und Telegraphendirektion) spätestens vier Wochen vor Beginn der Arbeiten hievon mit rekommandiertem Schreiben zu verständigen.

Absatz 3. Der Zwangsberechtigte hat rechtzeitig die erforderlichen Vorkehrungen, gegebenenfalls auch die Entfernung oder die Verlegung seiner Leitung auf eigene Kosten durchzuführen. Sollte hiezu die Frist von vier Wochen nicht genügen, so hat der Zwangsberechtigte den Belasteten hievon innerhalb drei Tagen nach Erhalt der Anzeige zu verständigen und zugleich bei der Genehmigung- bezw. Einspruchsbehörde die Festsetzung einer angemessenen Frist zu beantragen, die jedoch höchstens drei Monate vom Tage der erstatteten Anzeige betragen darf. Nach Ablauf von drei Monaten ist der Belastete zur Vornahme der Arbeiten auch dann berechtigt, wenn über das Fristgesuch noch

Digitized by Google

nicht rechtskräftig entschieden ist. Sein Anspruch auf Entschädigung für die durch die Befristung seiner Arbeiten ihm erwachsenden Vermögensnachteile (§ 41) bleibt unberührt.

Absatz 4. Wurde die Anzeige nicht oder nicht rechtzeitig erstattet und durch die Maßnahmen des Anzeigepflichtigen der Bestand oder Betrieb der elektrischen Anlage geschädigt, so kann über Antrag des Zwangsberechtigten von der politischen Behörde erster Instanz eine Geldstrafe von K 5 bis 300 verhängt werden, falls ein Verschulden des Anzeigepflichtigen vorliegt; unter diesen Voraussetzungen ist er unbeschadet sonstiger Rechtsfolgen auch zum Schadenersatz verpflichtet. Dieselbe Strafe und Schadenersatzpflicht trifft denjenigen, der vorsätzlich durch eine unwahre Anzeige die Entfernung oder Verlegung einer elektrischen Leitung herbeigeführt hat.

II. Hauptstück.

Konzessionierung der Stromlieferungsunternehmungen, Genehmigung der Starkstromanlagen und Einräumung von Zwangsbenutzungsrechten.

Konzession.

§ 5.

Absatz 1. Die gewerbemäßige Erzeugung und Leitung elektrischer Energie behufs deren Abgabe an Dritte (Stromlieferungsunternehmung) ist ein konzessioniertes Gewerbe.

Absatz 2. Zum Antritte dieses Gewerbes ist nebst der Erfüllung der zum selbständigen Betriebe eines Gewerbes vorgeschriebenen Bedingungen (§§ 2 bis 10 der Gewerbeordnung) Verläßlichkeit mit Beziehung auf das Gewerbe und eine im Hinblick auf das Unternehmen ausreichende finanzielle Leistungsfähigkeit erforderlich.

Absatz 3. Bei Verleihung der Konzession ist auf die Frage des örtlichen Bedarfes sowie auf die Tunlichkeit der polizeilichen Überwachung und der Kontrolle der Einhaltung der dem Gewerbeinhaber obliegenden Verpflichtungen Bedacht zu nehmen.

Absatz 4. Die Konzession wird stets für den Betrieb bestimmter Anlagen und, insofern die Abgabe der Energie an jedermann beabsichtigt wird, für die Versorgung eines bestimmten Gebietes mit elektrischer Energie erteilt.

Absatz 5. Das Konzessionsansuchen ist hinsichtlich der technischen und volkswirtschaftlichen Zweckmäßigkeit des geplanten Unternehmens zu prüfen.

Absatz 6. An juristische Personen und Gesellschaften wird die Konzession für Unternehmungen gemeinnütziger Natur auf neunzig Jahre, für andere Unternehmungen auf sechzig Jahre verliehen. Unternehmungen der Gemeinden, Bezirke und Länder, welche auch der Erfüllung der diesen Körperschaften obliegenden öffentlichen Aufgaben dienen, sind stets als gemeinnützige Unternehmungen anzusehen.

Absatz 7. Über die abermalige Verleihung einer zeitlich beschränkten Konzession an den bisherigen Konzessionsinhaber kann unter Beobachtung der Bestimmungen des § 17 bereits fünf Jahre vor dem Ablaufe der Konzessionsdauer entschieden werden. Die neue Konzession tritt erst nach Ablauf der Dauer der bisherigen Konzession in Kraft, soweit nicht Einlösungsrechte geltend gemacht wurden.

Absatz 8. Den Unternehmern der zur Zeit des Inkrafttretens dieses Gesetzes bestehenden Stromlieferungsanlagen können, wenn sie für diese oder für deren Erweiterungen Zwangsbenutzungsrechte in Anspruch nehmen, die in den §§ 9, 10 und 11 vorgesehenen öffentlichen Pflichten auferlegt werden. Juristischen Personen und Gesellschaften gegenüber kann im gleichen Falle auch die im Absatz 6 vorgesehene zeitliche Beschränkung ihrer Konzession verfügt werden.

Genehmigung.

§ 6.

Absatz 1. Anlagen zur Erzeugung und zur Leitung elektrischen Starkstromes bedürfen ohne Unterschied des Zweckes einer Genehmigung. Die Genehmigung von Anlagen, welche gewerblichen Zwecken dienen, erfolgt nach den Bestimmungen der Gewerbeordnung mit Berücksichtigung derjenigen Änderungen, die sich aus den Vorschriften dieses Gesetzes ergeben. Bei der Genehmigung anderer Starkstromanlagen sind, soweit nicht dieses Gesetz etwas anderes bestimmt, hinsichtlich der öffentlichen und der Interessen der Nachbarschaft sowie hinsichtlich des Arbeiterschutzes die Bestimmungen der Gewerbeordnung sinngemäß anzuwenden. Sofern eine Bewilligung nach dem Wasserrechtsgesetze notwendig ist, ist sie bei den Wasserrechtsbehörden einzuholen.

Absatz 2. Die allgemeinen Bestimmungen für die Errichtung und den Betrieb der Starkstromanlagen sowie für die beim Zusammentreffen mehrerer elektrischer Anlagen und zum Schutze der Person, des Verkehrs und des Eigentums vorzukehrenden Maßnahmen, dann die Art des Nachweises der Eignung (Verläßlichkeit und fachliches Befähigung) der Betriebsleiter sowie die Ausübung der staatlichen Aufsicht, insoweit für die letztere nicht bereits gesetzliche Bestimmungen bestehen, werden durch besondere Vorschriften geregelt.

Absatz 3. Durch Verordnung kann bestimmt werden, inwiefern Hausanschlüsse an genehmigte Starkstromleitungen sowie Starkstromeinrichtungen in geschlossenen Anlagen und auf eingefriedeten oder auf andere Weise gegen das Betreten durch Unberufene abgeschlossenen Grundstücken, dann unwesentliche Änderungen und Erweiterungen von Starkstromanlagen ohne Inanspruchnahme fremder Liegenschaften, endlich Anlagen ohne festen Standort von der Genehmigungspflicht befreit sind. Diese Verordnung wird für gewerbliche Anlagen vom Handelsministerium im Einvernehmen mit dem Ministerium für öffentliche Arbeiten, für andere Anlagen vom Ministerium für öffentliche Arbeiten erlassen.

Sicherungsmaßnahmen.

§ 7.

Absatz 1. Treffen Starkstromleitungsanlagen untereinander oder mit Privattelegraphenleitungen zusammen, so sind unbeschadet der Bestimmungen der §§ 3 und 4 die zur Wahrung der öffentlichen Sicherheit und des ungestörten Betriebes sämtlicher Leitungen erforderlichen Maßnahmen (Sicherungsvorkehrungen, Leitungsverlegungen usw.) in der Weise zu treffen, welche unter Bedachtnahme auf die jeweiligen Umstände und unter Vermeidung überflüssiger Kosten für alle zusammentreffenden Leitungen technisch am zweckmäßigsten ist.

Absatz 2. Die Kosten dieser Maßnahmen mit Ausnahme derjenigen, welche durch den mangelhaften Zustand einer bestehenden Leitung verursacht werden, sind, unbeschadet der Bestimmungen des § 4, von dem Unternehmer der neu hinzutretenden Leitungsanlage zu tragen. Dieser hat über Verlangen auch eine angemessene Sicherstellung für die Kosten der an einer anderen Leitungsanlage durchzuführenden Verlegungs- oder Sicherungsarbeiten zu leisten. Sobald die von der Genehmigungsbehörde bestimmte Sicherstellung gerichtlich erlegt ist, kann gegen die Vornahme der Arbeiten aus dem Titel der Sicherstellung kein Hindernis bereitet werden.

Zwangsbenutzungsrechte.

§ 8.

Absatz 1. Für Starkstromanlagen können die im § 2 angeführten Zwangsbenutzungsrechte an dem daselbst bezeichneten öffentlichen und privaten Gute mit Ausnahme von Gebäuden, Höfen, Gärten, mit Mauern abgeschlossenen Fluren, von Friedhöfen und Parks in Anspruch genommen werden.

Absatz 2. Innerhalb jener Gemeinden, in deren Gebiet elektrische Energie gegen Entgelt abgegeben wird, bleibt die Benutzung des in der Verwaltung der örtlich zuständigen autonomen Körperschaft (Gemeinde, Bezirk, Land) stehenden öffentlichen oder privaten Gutes zur Führung der betreffenden Starkstromleitungen an die Zustimmung der die Liegenschaft verwaltenden Körperschaft gebunden. Etwa sonst bestehende gesetzliche Erfordernisse einer solchen Benutzung bleiben unberührt.

Absatz 3. Für elektrische Anlagen staatlicher Elektrizitätswerke, dann für Anlagen zur Versorgung staatlicher Einrichtungen sowie von Eisenbahnen ist die im Absatz 2 vorgesehene Zustimmung nicht erforderlich.

Absatz 4. In allen Fällen kann eine Gemeinde, wenn es die Rücksicht auf die bauliche Entwicklung verlangt, den Anspruch erheben, daß die Leitungen im verbauten oder durch genehmigte Regulierungs-, Abteilungs- oder Baupläne zur Verbauung bestimmten Gebiete der Gemeinde unter der Erde geführt werden.

Öffentliche Pflichten.

§ 9.

Absatz 1. Den Stromlieferungsunternehmern können nachstehende Verpflichtungen auferlegt werden, und zwar die unter *a*) angeführten nur in der Konzession, die übrigen jedoch aus dringenden Gründen des öffentlichen Interesses jederzeit:

a) ein nach der Leistungsfähigkeit der Anlage, für welche die Konzession erteilt wird, abzugrenzendes Versorgungsgebiet nach einem bestimmten Ausbauplane und in bestimmter Frist mit elektrischer Energie bestimmter Art zu versehen und innerhalb dieses Gebietes unter bestimmten Voraussetzungen auf Verlangen jedermann unter gleichen Verhältnissen zu den gleichen Bedingnissen und Preisen Strom zu liefern, nötigenfalls auch den Anschluß anderer Kraftlieferungswerke zur gegenseitigen Aushilfe unter angemessenen Bedingungen zu gestatten; die Konzessionsbehörde kann über Ansuchen des Unternehmers nach Anhörung der in Betracht kommenden Gemeinden Abweichungen vom Ausbauplane bewilligen und die festgesetzten Fristen erstrecken. Eine Fristerstreckung ist jedenfalls zu gewähren, wenn und insoweit für die herzustellenden Leitungen eine entsprechende Mindestabnahme von elektrischer Energie für angemessene Zeit nicht gesichert ist oder durch den Bau und den Betrieb der Leitung der wirtschaftliche Ertrag des Stromlieferungsunternehmens erheblich beeinträchtigt oder gefährdet würde;

b) die allgemeinen Bedingnisse und Maximaltarife der Stromlieferung und jede Änderung in beiden Belangen bestimmte Zeit vor der beabsichtigten Inkraftsetzung der Konzessionsbehörde zur Genehmigung vorzulegen und nach der Genehmigung, welche stets auf eine bestimmte, nicht unter zehn Jahren zu bemessende Dauer zu erteilen ist, öffentlich zu verlautbaren;

c) grundsätzlich alle einheimischen Unternehmungen zur Installierung privater Anlagen zuzulassen;

d) in erster Linie die Bedürfnisse des Staates, der Länder, Gemeinden und sonstigen öffentlichrechtlichen Körperschaften sowie gemeinnütziger Unternehmungen, Veranstaltungen oder Vereinigungen zu berücksichtigen, insoweit dadurch die Stromversorgung der anderen Abnehmer in dem zur Zeit der Geltendmachung des Vorzugsanspruches bestehenden oder vertragsmäßig zugesicherten und auch tatsächlich benötigten Ausmaße nicht beeinträchtigt wird;

e) dem Staate Einsicht in die gesamte Geschäftsgebarung zu eröffnen, insoweit dies zur Handhabung der Bestimmungen der §§ 9, 10 und 11 notwendig ist.

Absatz 2. Bei Genehmigung der Bedingnisse und Tarife sowie bei allen übrigen, nach Absatz 1 zu treffenden Entscheidungen sind alle obwaltenden Verhältnisse, insbesondere die Rentabilität des Unternehmens, die Bedürfnisse der Stromabnehmer und, sofern es sich um Tarife handelt, auch die Tarife gleichartiger Unternehmungen angemessen zu berücksichtigen.

Absatz 3. Über Verbindlichkeiten, welche die Konzessionsbehörde nach § 10 in der Konzession aufzuerlegen ermächtigt ist, können privatrechtliche Vereinbarungen nur mit der Maßgabe getroffen werden, daß sie ihre Wirksamkeit verlieren, insoweit sie der Konzession widerstreiten. Sonstige vertragsmäßige Vereinbarungen sind, soweit sie den zur Zeit

Digitized by Google

ihres Abschlusses für die Stromlieferungsunternehmung geltenden öffentlich-rechtlichen Verpflichtungen zuwiderlaufen, ungültig.

Absatz 4. Die Konzession kann außer den in der Gewerbeordnung vorgesehenen Fällen zurückgenommen werden, wenn der Konzessionsinhaber binnen sechs Monaten nach Erteilung der Konzession ein den Bestimmungen des § 20 entsprechendes Ansuchen um Genehmigung der Anlage nicht eingebracht oder die Anlage innerhalb der in der Genehmigung festgesetzten Frist oder, wenn eine Genehmigung nicht erforderlich ist, innerhalb sechs Monaten nach Erteilung der Konzession nicht in Betrieb gesetzt hat.

Einlösungsrecht.

§ 10.

Absatz 1. Nimmt eine Stromlieferungsunternehmung, die nicht vom Staate, von einem Lande, Bezirke, einer Gemeinde oder von Vereinigungen dieser Körperschaften betrieben wird, öffentliches Gut — abgesehen von einer nach dem Wasserrechtsgesetze zu bewilligenden Benutzung öffentlicher Gewässer — in Anspruch, so kann in der Konzession zugunsten des Staates oder solcher öffentlicher Körperschaften, deren öffentliches Gut für die elektrischen Anlagen benutzt wird, sowohl für die Zeit während des Bestandes der Konzession (Absatz 2, lit. *a*), als für alle Fälle ihres Erlöschens (Absatz 2, lit. *b*, *c* und *d*) das Recht vorbehalten werden, die gesamten elektrischen Anlagen, Einrichtungen, Vorräte und Behelfe des Unternehmens gegen Vergütung nach einem in der Konzession festzustellenden Maßstabe zu erwerben.

Absatz 2. Dieses Recht kann geltend gemacht werden:

a) innerhalb der Konzessionsdauer zwei Jahre vor der beabsichtigten Übernahme, jedoch nicht vor Ablauf des zwanzigsten Jahres nach Rechtskraft der Konzession;

b) im Falle der Rücklegung der Konzession innerhalb elf Monaten nach der Rücklegungserklärung (§ 12), welche dem Einlösungsberechtigten mitzuteilen ist. Doch kann der Konzessionsinhaber die beabsichtigte Rücklegung dem nach § 10 Einlösungsberechtigten anzeigen und von diesem verlangen, innerhalb eines Jahres rechtsverbindlich zu erklären, ob er von dem Einlösungsrechte im Falle der Rücklegung Gebrauch zu machen gewillt ist. Die Unterlassung der rechtzeitigen Abgabe dieser Erklärung gilt als Verzicht auf das Einlösungsrecht. Die Erklärung des Einlösungsberechtigten sowie deren Unterlassung verlieren ihre bindende Wirkung, wenn die Rücklegung nicht spätestens acht Tage nach Ablauf der für seine Erklärung gesetzten Frist erfolgt;

c) im Falle des Erlöschens der Konzession durch Ablauf der Konzessionsfrist, spätestens ein Jahr vor deren Ablauf;

d) in allen übrigen Fällen ein Monat vor der beabsichtigten Übernahme, die jedoch binnen sechs Monaten nach dem Erlöschen erfolgen muß.

§ 11.

Absatz 1. Gemeinden, deren Gebiet von Leitungen einer Stromlieferungsunternehmung unter Anwendung von Zwangsbenutzungsrechten in größerer Ausdehnung durchzogen wird, haben für Zwecke der Stromversorgung ihres Gebietes jederzeit den bei der Konzessionsbehörde geltend zu machenden Anspruch auf Energiebezug nach denselben allgemeinen Bedingungen und Tarifen, welche das Unternehmen gleichartigen Gemeinden des Versorgungsgebietes einräumt, sofern hiedurch der Zweck und der wirtschaftliche Ertrag des Stromlieferungsunternehmens nicht erheblich beeinträchtigt oder gefährdet wird, und wenn entweder öffentliche Interessen es erheischen oder doch die aus dieser Stromabgabe für die Einwohner der Gemeinde zu gewärtigenden Vorteile wesentlich größer sind als die dem Unternehmen voraussichtlich erwachsenden Nachteile.

Absatz 2. Die Verpflichtung zur Herstellung von Leitungen und sonstigen Anlagen kann jedoch aus diesem Anlasse nur insoweit auferlegt werden, als für diese eine entsprechende Mindestabnahme von elektrischer Energie für angemessene Zeit gesichert ist.

Betriebspflicht.

§ 12.

Der Inhaber einer Stromlieferungsunternehmung darf den Betrieb während des Bestandes der Konzession ohne behördliche Bewilligung nicht unterbrechen oder einstellen. Die Zurücklegung der Konzession wird erst nach einem Jahre wirksam, es sei denn, daß die Konzessionsbehörde nach anderweitiger Sicherstellung des Strombedarfes für das Versorgungsgebiet, unbeschadet allfälliger Einlösungsrechte, eine kürzere Frist bewilligt.

Staatliche Aufsicht.

§ 13.

Alle elektrischen Starkstromanlagen unterstehen einer staatlichen Aufsicht. Für jede Betriebsstätte ist ein geeigneter Leiter zu bestellen.

Sicherung der Stromversorgung.

§ 14.

Absatz 1. Zur Sicherstellung der Stromversorgung kann die Konzessionsbehörde aus dringenden Gründen des öffentlichen Wohles das Erforderliche verfügen.

Absatz 2. Ist zu diesem Zwecke nach Erlöschen der Konzession mit Ausnahme der Rücklegung und des Ablaufes der Konzessionsdauer der Fortbetrieb der Anlage erforderlich, so kann dieser für die Dauer bis zu einem Jahre gegen allfällige angemessene Entschädigung verfügt werden.

Ausfuhr elektrischer Energie.

§ 15.

Die Leitung elektrischer Energie nach dem Auslande bedarf einer besonderen staatlichen Bewilligung.

Behörden und Verfahren.

§ 16.

Absatz 1. Die Konzession für das im § 5, Absatz 1, genannte Gewerbe wird durch die Gewerbebehörde zweiter Instanz (§ 142 der Gewerbeordnung) und, wenn die Anlage sich auf die Verwaltungsgebiete mehrerer politischer Landesbehörden erstreckt, durch das Handelsministerium im Einvernehmen mit dem Ministerium für öffentliche Arbeiten erteilt.

Absatz 2. Der Konzessionsbehörde steht auch die Auferlegung von Verpflichtungen nach den §§ 9, 10 und 11 dieses Gesetzes zu.

Absatz 3. Die im § 15 vorgesehene Bewilligung zur Leitung elektrischer Energie nach dem Auslande wird bei gewerblichen Anlagen vom Handelsministerium im Einvernehmen mit dem Ministerium für öffentliche Arbeiten, bei allen übrigen Anlagen durch das letztere Ministerium erteilt.

§ 17.

Absatz 1. Ansuchen um die Konzession sind mit einem generellen Projekte (Ausbauplane) und Kostenvoranschlage der beabsichtigten Anlagen, einem Finanzierungsplane, den beabsichtigten allgemeinen Tarifen und Stromlieferungsbedingnissen und einer Rentabilitätsberechnung zu belegen. Die näheren Bestimmungen über die Ausstattung der Konzessionsgesuche und Projekte werden durch Verordnung geregelt.

Absatz 2. Jedes einlangende Konzessionsgesuch ist seinem wesentlichen Inhalte nach mittels Kundmachung in der „Wiener Zeitung" und in den für amtliche Verlautbarungen bestimmten Landeszeitungen der beteiligten Kronländer mit dem Beifügen bekanntzumachen, daß es Interessenten freistehe, innerhalb einer Frist von sechs Wochen nach Verlautbarung bei der Konzessionsbehörde die Auferlegung von Verpflichtungen im Sinne der §§ 9, 10 und 11 zu beantragen.

Absatz 3. Liegen gleichzeitig Konzessionsgesuche vor, welche sich ganz oder teilweise auf dasselbe Versorgungsgebiet beziehen, so hat, wenn die Prüfung des örtlichen Bedarfes die Berücksichtigung aller Bewerber untunlich erscheinen ließ, bezüglich des gemeinsamen Gebietes jenes Unternehmen den Vorzug, dem für dieses Gebiet die höhere volkswirtschaftliche Bedeutung zukommt.

Absatz 4. Tritt eine neue Unternehmung mit einer bestehenden in Wettbewerb, so hat im Zweifel die bestehende den Vorzug.

Absatz 5. Bei Ansuchen um Wiederverleihung der Konzession ist anzugeben, bezüglich welcher der im Absatz 1 angeführten Unterlagen der Konzession Änderungen eintreten. Hiefür sind die Belege nach Absatz 1 vorzulegen. Solche Ansuchen sind nach Absatz 2 und mit der Aufforderung zu verlautbaren, auch allfällige Einlösungsrechte zur Kenntnis der Konzessionsbehörde zu bringen. Die nach § 10 begründeten Einlösungsrechte sind von Amts wegen zu berücksichtigen und die Beteiligten besonders zu hören (§ 5, Absatz 7).

§ 18.

Absatz 1. Vor Fällung der Entscheidungen nach den §§ 9, Absatz 1, 10 und 11 ist, wenn ein Einverständnis zwischen den an der Verhandlung beteiligten Parteien nicht erzielt wurde, das Gutachten der zuständigen Handels- und Gewerbekammer und, wenn landwirtschaftliche Interessen in Betracht kommen, auch der landwirtschaftlichen Hauptkorporation (Landwirtschaftsgesellschaft, Landeskulturrat) einzuholen.

Absatz 2. Über die Frage des örtlichen Bedarfes sind die beteiligten Gemeinden zu hören.

§ 19.

Absatz 1. Die Genehmigung der elektrischen Starkstromanlage und die Einräumung der Zwangsbenutzungsrechte, welche entweder anläßlich der Genehmigung unter einem mit dieser oder über nachträgliches Ansuchen abgesondert erfolgen kann, wird erteilt: für Anlagen zu gewerblichen Zwecken durch die Gewerbebehörde, für andere Anlagen durch die politische Behörde erster Instanz; falls sich die Anlage auf mehrere politische Bezirke erstreckt, durch die Gewerbebehörde bezw. die politische Behörde zweiter Instanz und, wenn sich die Anlage über das Verwaltungsgebiet einer der genannten Behörden zweiter Instanz hinaus erstreckt, für gewerbliche Anlagen durch das Handelsministerium im Einvernehmen mit dem Ministerium für öffentliche Arbeiten, für andere Anlagen durch das Ministerium für öffentliche Arbeiten.

Absatz 2. Die Durchführung der kommissionellen Verhandlung kann von der Genehmigungsbehörde örtlich beteiligten Unterbehörden übertragen werden.

Absatz 3. Bei obertägigen Anlagen zu Bergbauzwecken ist vor der Genehmigung das Einvernehmen mit den Bergbehörden zu pflegen. Die Genehmigung elektrischer Anlagen unter Tage erfolgt durch die Bergbehörden nach dem für diese geltenden Verfahren.

Absatz 4. Bezüglich der Genehmigung elektrischer Anlagen für Zwecke der dem öffentlichen Verkehre dienenden Eisenbahnen einschließlich ihrer Hilfsanstalten bleiben die einschlägigen besonderen Vorschriften in Geltung, doch können hiebei für ihre elektrischen Stark- und Schwachstromleitungen auch die nach diesem Gesetze in Anspruch genommenen Zwangsbenutzungsrechte eingeräumt werden.

Absatz 5. Über die Anwendung der Bestimmungen des § 3 nach erfolgter Einräumung des Zwangsbenutzungsrechtes sowie der §§ 4 und 26, Absatz 2, entscheidet die politische bezw. Gewerbebehörde erster Instanz, und zwar in Fällen, in denen Zwangsbenutzungsrechte an einer in der Verwaltung eines Landes, Bezirkes oder einer Gemeinde stehenden Liegenschaft in Frage kommen und ein Einverständnis zwischen den an der Verhandlung beteiligten Parteien nicht erzielt wurde, nach Einholung der Wohlmeinung des örtlich beteiligten Landesausschusses.

§ 20.

Dem Ansuchen um Genehmigung einer Starkstromanlage sind nebst den erforderlichen Beschreibungen und Zeichnungen, insbesondere den in der örtlich geltenden Bauordnung geforderten Belegen noch folgende anzuschließen:

Digitized by Google

1. ein Verzeichnis des für den Leitungsbau in Anspruch genommenen öffentlichen Gutes unter Bezeichnung der zuständigen Verwaltungen;

2. ein Verzeichnis der für den Leitungsbau in Anspruch genommenen fremden Grundstücke mit ihrer Katastral- und Grundbuchsbezeichnung unter der Angabe, ob und welche Zwangsbenutzungsrechte in Anspruch genommen werden, ferner der durch das Projekt berührten fremden Anlagen (§ 3) sowie der Namen und Wohnorte ihrer Eigentümer bezw. Unternehmer.

§ 21.

Absatz 1. Das Verfahren zur Genehmigung der Anlagen und zur Einräumung der Zwangsbenutzungsrechte ist nach Maßgabe der Bestimmungen der §§ 29 bis 31 der Gewerbeordnung unter Bedachtnahme auf die Bestimmungen dieses Gesetzes durchzuführen.

Absatz 2. Wenn Zwangsbenutzungsrechte in Anspruch genommen werden, sind gleichzeitig mit der Kundmachung in allen beteiligten Gemeinden die das Gemeindegebiet betreffenden Pläne zur öffentlichen Einsicht durch mindestens vierzehn Tage vor der kommissionellen Verhandlung aufzulegen oder über Antrag des Unternehmers allen jenen Interessenten, deren Grundstücke für die Inanspruchnahme solcher Rechte in Betracht kommen, mindestens vierzehn Tage vor der kommissionellen Verhandlung zuzustellen.

Absatz 3. Durch Verordnung kann bestimmt werden, ob und inwiefern bei Anlagen innerhalb der geschlossenen oder eingefriedeten Betriebsstätte, bei Anlagen ohne festen Standort, dann bei einer abgesonderten Einräumung von Zwangsbenutzungsrechten von der Durchführung dieses besonderen Verfahrens Abstand genommen werden kann. Für die Erlassung dieser Verordnung gelten die Bestimmungen des § 6, Absatz 3.

Absatz 4. Zur Verhandlung sind außer den in § 29 der Gewerbeordnung genannten Beteiligten insbesondere zu laden:

1. die zuständige Post- und Telegraphendirektion;

2. falls öffentliches Gut für den Leitungsbau in Anspruch genommen wird, die betreffenden Verwaltungen;

3. falls militärische Rücksichten berührt erscheinen, das zuständige Militärterritorialkommando;

4. falls Eisenbahnanlagen oder Bergbaue berührt erscheinen, die Eisenbahnaufsichts- oder Bergbehörde;

5. diejenigen Personen, deren Grundstücke nach dem Projekte für Zwangsbenutzungsrechte in Anspruch genommen oder deren Anlagen durch das Unternehmen berührt werden (§ 20, Z. 2);

6. wenn die Stromlieferung beabsichtigt ist, auch die Unternehmer der für die angrenzenden Versorgungsgebiete in Betracht kommenden Zentralen und sonstigen Stromlieferungsunternehmungen.

Absatz 5. Der Unternehmer hat die Kosten der von jener Behörde, welche die kommissionelle Verhandlung durchführt, zur Teilnahme an der Kommission entsendeten Vertreter und der amtlich beigezogenen Sachverständigen zu tragen.

Absatz 6. Bei Genehmigung von Starkstromanlagen der Militärverwaltung ist, wenn es die Militärbehörde verlangt, von der Kundmachung und Auflegung des Projektes abzusehen. Die nach dem Erachten der Genehmigungsbehörde in Betracht kommenden Interessenten sind in diesem Falle zur Verhandlung mindestens vierzehn Tage vorher besonders zu laden.

§ 22.

Absatz 1. Wird gegen die Einräumung eines Zwangsbenutzungsrechtes an einer Liegenschaft, die in der Verwaltung eines Landes, Bezirkes oder einer Gemeinde steht, bei der Verhandlung eine Einwendung erhoben, so ist unbeschadet der Bestimmungen des § 8, Absatz 2, vor der Entscheidung die Wohlmeinung des örtlich beteiligten Landesausschusses einzuholen.

Absatz 2. Die Entscheidung über die Genehmigung der Anlage hat auszusprechen, ob und unter welchen Bedingungen die Errichtung (Erweiterung, Änderung) der projektierten Anlage sowie die Einräumung und Ausübung der Zwangsbenutzungsrechte, insbesondere auch im Hinblick auf allgemeine öffentliche Rücksichten, zulässig ist.

Absatz 3. Die Entscheidung hat den Gegenstand und Umfang der Zwangsbenutzungsrechte samt dem im Verwaltungswege ermittelten Betrage der Entschädigung (§ 41, Absatz 1), die Anordnung der Sicherungsmaßnahmen und den Ausspruch über die Verpflichtung zur Tragung der durch die letzteren verursachten Kosten sowie über eine etwaige Sicherstellung (§ 7) zu umfassen und die Frist festzustellen, innerhalb welcher nach Rechtskraft der Genehmigung die Anlage in Betrieb zu setzen ist. Bei der Einräumung von Zwangsbenutzungsrechten sind die Belasteten in der Entscheidung auf die Anzeigepflicht nach § 4, Absatz 2, besonders aufmerksam zu machen.

Absatz 4. Ein Wechsel in der Person des Eigentümers eines in Anspruch genommenen fremden Grundes nach Ladung zur kommissionellen Verhandlung steht der Wirksamkeit der Entscheidung und der Ausübung des zugesprochenen Zwangsbenutzungsrechtes nicht entgegen.

Baubeginn.

§ 23.

Vor dem Beginne des behördlich genehmigten Leitungsbaues hat der Unternehmer der politischen Behörde erster Instanz, der Post- und Telegraphendirektion, dann den Verwaltungen des in Anspruch genommenen öffentlichen Gutes und der in Betracht kommenden Eisenbahnen sowie den mit Zwangsrechten Belasteten, und zwar spätestens acht Tage vor Inangriffnahme der Arbeiten in dem betreffenden Verwaltungsbereiche bezw. auf dem belasteten Grundstücke anzuzeigen, an welchem Tage die betreffenden Arbeiten in Angriff genommen werden.

Überprüfung und Betriebsbewilligung.

§ 24.

Absatz 1. Eine genehmigungspflichtige Starkstromanlage darf erst dann in Betrieb gesetzt werden, wenn über Anzeige des Unternehmers an die Genehmigungsbehörde durch eine binnen längstens vier Wochen abzuhaltende kommissionelle Überprüfung der Anlage festgestellt ist, daß den Bedingungen bei der Ausführung entsprochen wurde.

Absatz 2. Abweichungen vom genehmigten Projekte, durch welche weder öffentliche noch fremde Interessen erheblich benachteiligt noch auch andere oder weitergehende Zwangsbenutzungsrechte beansprucht werden, können bei der Überprüfung selbst, andere Abweichungen nur in einem neuerlichen Verfahren genehmigt werden.

Absatz 3. Die Betriebsbewilligung kann ex commissione erteilt werden.

Absatz 4. Zur Teilnahme an der kommissionellen Überprüfung sind die Beteiligten (§ 21) einzuladen. Bezüglich der Kostentragung gelten hiebei die Bestimmungen des § 21, Absatz 5.

Absatz 5. Bezüglich des Verfahrens bei Überprüfung von Starkstromanlagen der Militärverwaltung haben die Bestimmungen des § 21, Absatz 6, sinngemäß Anwendung zu finden.

Verfahren in Notfällen.

§ 25.

Absatz 1. Wenn der Unternehmer für eine ihm nach § 4, Absatz 3, obliegende Änderung oder Verlegung einer Starkstromanlage die Genehmigung nach diesem Gesetze erwirken muß und glaubhaft macht, daß er bei Durchführung des ordentlichen Verfahrens oder aus triftigen technischen Gründen auch die Frist von drei Monaten nicht einhalten kann, so sind auf seinen Antrag folgende Abweichungen von den Bestimmungen über das ordentliche Verfahren zu beobachten:

1. Im Gesuche, daß gemäß § 20 zu instruieren ist, ist auch anzugeben, ob die geplante Änderung oder Verlegung eine dauernde oder nur vorübergehende sein soll.

2. Für die Zuständigkeit der Genehmigungsbehörde gelten nach Maßgabe der Ausdehnung der Arbeiten sinngemäß die Bestimmungen des § 19, Absatz 1.

3. Die Verhandlung ist derart anzuberaumen, daß zwischen dem Anschlage der Kundmachung am Sitze der Genehmigungsbehörde und dem Beginne der Verhandlung ein Zeitraum von sechs bis zehn Tagen liegt.

4. Wenn es sich um eine vorübergehende Änderung oder Verlegung handelt, ist in der Entscheidung eine nach Umständen des Falles zu bemessende, ein Jahr nicht überschreitende Frist für das Erlöschen der Gültigkeit der Genehmigung festzusetzen.

5. Die Inbetriebsetzung der geänderten oder verlegten Anlage ist von dem Ergebnisse einer behördlichen Überprüfung abhängig, welche ungesäumt vorzunehmen ist und zu welcher die unmittelbar Beteiligten zu laden sind.

6. Rekursen gegen die Genehmigung oder Betriebsbewilligung kommt eine aufschiebende Wirkung nicht zu. Wird Rekursen ganz oder teilweise Folge gegeben, so hat der Unternehmer das Entsprechende wegen Änderung oder Verlegung der Anlage ungesäumt zu veranlassen.

Absatz 2. Dieselben Erleichterungen finden Anwendung, wenn Elementarereignisse zur Behebung oder Abwendung einer Betriebsunterbrechung vorübergehende Änderungen oder Leitungsverlegungen erforderlich machen, die der Genehmigung unterliegen.

Erlöschen der Genehmigung und der Zwangsbenutzungsrechte.

§ 26.

Absatz 1. Die Genehmigung einer Starkstromanlage erlischt wenn die Frist zur Bauvollendung oder Inbetriebsetzung nicht eingehalten oder der Betrieb durch mehr als drei Jahre unterbrochen wird oder die Genehmigungsdauer abläuft (§ 25). Aus rücksichtswürdigen Gründen können diese Fristen von der Genehmigungsbehörde nach Anhörung der Beteiligten verlängert werden.

Absatz 2. Zugleich mit der Genehmigung erlöschen auch die Zwangsbenutzungsrechte. Die Unternehmer sind verpflichtet, hinsichtlich des für letztere in Anspruch genommenen öffentlichen Gutes und privaten Eigentums auf ihre Kosten den früheren Zustand wieder herzustellen.

Berufung.

§ 27.

Absatz 1. Über Berufungen entscheidet in oberster Instanz das Handelsministerium im Einvernehmen mit dem Ministerium für öffentliche Arbeiten, wenn die Berufung gegen eine gewerbebehördliche Entscheidung gerichtet ist, sonst das Ministerium für öffentliche Arbeiten.

Absatz 2. Für die Berufungsfristen gelten, insoweit dieses Gesetz nichts anderes verfügt, die Vorschriften der Gewerbeordnung.

III. Hauptstück.

Telegraphenwegerecht.

1. Abschnitt.

Zwangsrechte.

§ 28.

Der Staatsverwaltung stehen für die Herstellung und Instandhaltung sowie für den Betrieb von Telegraphenanlagen die im § 2, Absatz 2, angeführten Zwangsbenutzungsrechte zu:

1. an öffentlichem Gute im vollen Umfange;

2. an fremdem Grundeigentum, an Privatgewässern und Privatkanälen mit Ausschluß der Befugnis, Stützpunkte, sonstige Leitungsobjekte und anderes Zugehör in geschlossenen Hofräumen, in eingefriedeten Hausgärten und Parks und in Friedhöfen anzubringen und mit der Beschränkung, daß Gebäude nur zum Zwecke der Anbringung von Mauerträgern, Dachständern und sonstigen Leitungsobjekten sowie zur Führung von Leitungen durch den Luftraum über den Gebäuden benutzt werden dürfen.

§ 29.

Absatz 1. Zum Zwecke der Herstellung, der Instandhaltung oder des Betriebes von staatlichen Telegraphenanlagen steht der Staats-

Digitized by Google

verwaltung überdies das Recht der Enteignung in dem vollen durch § 365 des allgemeinen bürgerlichen Gesetzbuches zugelassenen Umfange zu.

Absatz 2. Den Gegenstand und Umfang der Enteignung hat die politische Landesbehörde unter sinngemäßer Anwendung der Vorschriften des Gesetzes vom 18. Februar 1878, R. G. Bl. Nr. 30, durch Fällung eines Enteignungserkenntnisses festzustellen.

Absatz 3. Das Enteignungserkenntnis hat zugleich eine Bestimmung über die Höhe der Entschädigung zu enthalten. Diese ist auf Grund der Schätzung beeideter, unparteiischer Sachverständiger unter Beobachtung der in den §§ 4 bis 8 des Gesetzes vom 18. Februar 1878, R. G. Bl. Nr. 30, aufgestellten Grundsätze zu ermitteln.

Absatz 4. Eine Berufung bezüglich der Höhe der im Verwaltungswege zuerkannten Entschädigung ist unzulässig. Doch kann jeder der beiden Teile, wenn er sich durch diese Entscheidung benachteiligt erachtet, binnen einem Jahre nach Rechtskraft des Enteignungserkenntnisses die Feststellung des Betrages der Entschädigung bei jenem Bezirksgerichte begehren, in dessen Sprengel sich der Gegenstand der Enteignung befindet.

Absatz 5. Der Vollzug des rechtskräftigen Enteignungserkenntnisses kann jedoch nicht gehindert werden, sobald der von der Verwaltungsbehörde ausgemittelte Entschädigungsbetrag gerichtlich erlegt ist.

Absatz 6. Für das gerichtliche Verfahren zur Ermittlung der Entschädigung, für die Feststellung der Entschädigung im Wege des Übereinkommens sowie für die Wahrnehmung der Ansprüche, welche dritten Personen auf die Befriedigung aus der Entschädigung auf Grund ihrer dinglichen Rechte zustehen, finden die Bestimmungen des Gesetzes vom 18. Februar 1878, R. G. Bl. Nr. 30, sinngemäße Anwendung.

§ 30.

Absatz 1. Zum Zwecke der Benutzung öffentlichen Gutes für Telegraphenanlagen kann die Staatsverwaltung die Verlegung bestehender elektrischer Leitungen anderer Unternehmer verlangen, wenn die Benutzung des öffentlichen Gutes für die Telegraphenanlage sonst überhaupt nicht oder nur mit unverhältnismäßigen Mehrkosten möglich wäre und die in Frage kommende bestehende Leitung anderweitig zweckentsprechend untergebracht werden kann. Die Kosten dieser Verlegung trägt der Staat, wenn es sich jedoch um die Benutzung einer ärarischen Straße handelt, der Unternehmer der zu verlegenden Leitung. Die Frist zur Verlegung ist — Notfälle ausgenommen — derart zu bemessen, daß die Arbeiten ohne erhebliche Beeinträchtigung des Betriebes der bestehenden Anlage durchgeführt werden können.

Absatz 2. Wird von der Staatsverwaltung zur Errichtung einer Telegraphenanlage öffentliches Gut benutzt, auf, über oder in dem bereits eine andere Leitung besteht, so werden die Kosten der zur Sicherung der staatlichen Telegraphenanlage sowie zur Gewährleistung des störungsfreien Betriebes derselben erforderlichen Maßnahmen, soweit sie nicht durch den mangelhaften Zustand einer bestehenden Leitung verursacht werden, vom Staate, wenn es sich jedoch um die Benutzung einer ärarischen Straße handelt, von den Unternehmern der anderen Leitungen getragen.

§ 31.

Absatz 1. Die Benutzung öffentlichen Gutes zur Herstellung anderer Anlagen aller Art hat in solcher Weise zu erfolgen, daß jede Beschädigung der bestehenden staatlichen Telegraphenanlagen und jede Störung ihres Betriebes vermieden wird.

Absatz 2. Die Kosten der erforderlichen Sicherungsmaßnahmen werden vom Unternehmer der anderen Anlage getragen. Errichtet die Verwaltung des von einer staatlichen Telegraphenanlage benutzten öffentlichen Gutes auf diesem eine eigene Anlage, so werden die Kosten der zur Sicherung der staatlichen Telegraphenanlage erforderlichen besonderen Vorkehrungen vom Staate getragen, sofern nicht etwa durch konzessionsmäßige Bestimmungen andere Anordnungen getroffen sind.

Absatz 3. Die Verlegung bereits bestehender staatlicher Telegraphenanlagen behufs Ermöglichung der Benutzung eines öffentlichen Gutes zur Herstellung anderer Anlagen kann nur dann verlangt werden, wenn die Errichtung der anderen Anlagen sonst erwiesenermaßen unterbleiben müßte oder nur mit unverhältnismäßigen Mehrkosten durchführbar wäre und die Verlegung der staatlichen Telegraphenlinie in eine andere Trasse technisch durchführbar ist. Die Kosten dieser Verlegung sind vom Unternehmer der anderen Anlage zu tragen.

Absatz 4. Wenn die Staatsverwaltung auf Kosten des Unternehmers einer anderen Anlage gemäß diesem Gesetze die Verlegung oder Sicherung von staatlichen Telegraphenanlagen durchzuführen hat, ist sie berechtigt, vor Ausführung der Arbeiten eine angemessene Sicherstellung der Kosten zu verlangen.

§ 32.

Wenn das für staatliche Telegraphenanlagen in Anspruch zu nehmende oder benutzte Gebäude oder Grundstück seitens anderer Personen als des Belasteten zur Anlage von Leitungen (Gas-, Wasser-, Elektrizitätsleitungen usw.) benutzt wird, so haben hinsichtlich des Schutzes der Telegraphenanlagen, der Verlegung derselben oder der anderen Leitungen und der Tragung der hieraus erwachsenden Kosten die Bestimmungen der §§ 30 und 31 dieses Gesetzes sinngemäß Anwendung zu finden.

2. Abschnitt.
Ordentliches Verfahren.

§ 33.

Absatz 1. Bei der Inanspruchnahme von Zwangsbenutzungsrechten behufs Errichtung, Erweiterung oder Änderung einer staatlichen Telegraphenanlage auf öffentlichem Gute hat die Staatsverwaltung den beteiligten Verwaltungen des öffentlichen Gutes einen Plan samt Beschreibung zu übermitteln, aus welchem die projektierte Trasse sowie die Situation und Beschaffenheit der herzustellenden Stützpunkte und sonstigen Objekte zu entnehmen sein muß.

Absatz 2. Werden Zwangsbenutzungsrechte an fremden Grundeigentum, an Privatgewässern oder Privatkanälen in Anspruch genommen, so hat die Staatsverwaltung die zu Belastenden hievon mittels rekommandierten Schreibens zu verständigen und hiebei entweder auf einen gleichzeitig der Gemeindevorstehung zu übermittelnden Plan samt Beschreibung zu verweisen oder jedem einzelnen die auf seinem Grunde beabsichtigten Herstellungen entsprechend bekanntzugeben. Bestehen auf, in oder über dem in Anspruch genommenen öffentlichen oder privaten Gute andere Anlagen (§ 3), so ist gegenüber ihren Unternehmern in gleicher Weise vorzugehen. Die Gemeindevorsteher haben die erhaltenen Behelfe sofort zur Einsicht für die Beteiligten aufzulegen.

Absatz 3. Die Verständigungen haben stets einen Hinweis auf die Bestimmungen dieses Gesetzes, insbesondere auf § 4, Absatz 2, und auf das Einspruchsrecht zu enthalten.

Absatz 4. Zuspannungen in bestehender Trasse, welche keine weitergehenden Zwangsbenutzungsrechte erfordern, unterliegen diesem Verfahren nicht.

Einspruch.

§ 34.

Absatz 1. Innerhalb eines Zeitraumes von 14 Tagen nach Zustellung der Verständigung kann bei der Post- und Telegraphendirektion gegen die Geltendmachung der Zwangsbenutzungsrechte Einspruch erhoben werden.

Absatz 2. Erfolgt kein rechtzeitiger Einspruch, so kann der Bau in Angriff genommen werden.

Absatz 3. Der Einspruch kann nur darauf gestützt werden, daß die beabsichtigte Zwangsbenutzung gegen dieses Gesetz verstößt oder den durch dieses Gesetz vorgeschriebenen Umfang überschreitet. In dem Einspruche sind jene Punkte zu bezeichnen, hinsichtlich welcher die Gesetzwidrigkeit oder Überschreitung behauptet wird.

Absatz 4. Der Einspruch hat aufschiebende Wirkung. Der Telegraphenbau darf erst nach Klaglosstellung, Zurückziehung oder Zurückweisung des Einspruches in Angriff genommen werden.

Absatz 5. Insoweit die Post- und Telegraphendirektion den Einspruch begründet erachtet, hat sie unverzüglich die entsprechende Änderung der geplanten Herstellungen zu verfügen und die Stelle, von welcher der Einspruch ausgegangen ist, hievon zu verständigen.

Absatz 6. Hält die Post- und Telegraphendirektion den Einspruch für nicht begründet und kann auch ein gütliches Einvernehmen nicht erzielt werden, so hat sie den Einspruch unter Begründung ihres Standpunktes der politischen Landesbehörde vorzulegen, welche darüber endgültig entscheidet.

Absatz 7. Die politische Landesbehörde hat, sofern sie es für die Entscheidung notwendig erachtet, jedenfalls aber, wenn sich der Einspruch auf den Mangel der baulichen Eignung eines Gebäudes zur Aufnahme des Leitungsobjektes gründet, vor Fällung der Entscheidung unter Zuziehung beider Teile eine kommissionelle Feststellung an Ort und Stelle vorzunehmen. Die Kommissionskosten werden vom Staate getragen, soweit sie jedoch durch mutwillige Einwendungen verursacht wurden, von demjenigen, der diese Einwendungen erhoben hat.

3. Abschnitt.
Abgekürztes Verfahren in Notfällen.

§ 35.

Absatz 1. Wenn infolge von Elementarereignissen oder Veränderungen des benutzten öffentlichen oder Privatgutes zur Behebung oder Abwendung einer Unterbrechung des Betriebes einer staatlichen Telegraphenanlage die sofortige Inanspruchnahme öffentlichen Gutes oder fremden Eigentums nötig wird, ist die Staatsverwaltung zur Ausübung der Zwangsbenutzungsrechte auf Grund des im § 36 geregelten Verfahrens berechtigt.

Absatz 2. Dieses Verfahren kann auch Platz greifen, wenn Rücksichten der Landesverteidigung die unverzügliche Herstellung einer staatlichen Telegraphenanlage erfordern.

§ 36.

Absatz 1. Die Übermittlung von Plänen entfällt; es sind jedoch die Verwaltungen des öffentlichen Gutes und die Privateigentümer durch die zuständige Post- und Telegraphendirektion von der beabsichtigten Inanspruchnahme schriftlich oder durch die an Ort und Stelle entsendeten Beamten dieser Direktion mündlich unter Hinweis auf die Bestimmungen dieses Gesetzes zu verständigen.

Absatz 2. Von der Fertigstellung der Anlage sind die Belasteten binnen acht Tagen mit rekommandiertem Schreiben zu verständigen. In diesem Schreiben muß ausdrücklich angegeben sein, ob die Inanspruchnahme des öffentlichen oder Privatgutes eine dauernde oder vorübergehende sein soll. In letzterem Falle ist die voraussichtliche Dauer der Benutzung anzugeben.

Absatz 3. Binnen 14 Tagen nach Zustellung dieser Verständigung kann bei der Post- und Telegraphendirektion Einspruch erhoben werden, welcher binnen 14 Tagen der politischen Landesbehörde zur endgültigen Entscheidung vorzulegen ist.

Absatz 4. Dem Einspruche kommt eine aufschiebende Wirkung zu. Wird dem Einspruche ganz oder teilweise Folge gegeben, so hat die Post- und Telegraphendirektion die entsprechende Änderung oder Verlegung der Telegraphenleitung sofort zu veranlassen.

4. Abschnitt.
Privattelegraphenanlagen.

§ 37.

Absatz 1. Die Bestimmungen des 1. und 2. Abschnittes dieses Hauptstückes haben auf die konzessionierten privaten Telegraphenanlagen, welchen von der Konzessionsbehörde der Charakter der Gemeinnützigkeit oder hervorragender wirtschaftlicher Bedeutung zuerkannt wird, unbeschadet der einschlägigen allgemeinen Vorschriften und der Bestimmungen der Konzessionsurkunde mit den nachstehenden Abweichungen sinngemäß Anwendung zu finden:

1. Im Falle des Zusammentreffens mit Starkstromleitungsanlagen sind die Bestimmungen des § 7 anzuwenden.

2. Der Einspruch ist bei der politischen Landesbehörde zu überreichen.

Digitized by Google

3. Die Kommissionskosten hat mit der sich aus § 34, Absatz 7, ergebenden Einschränkung der Unternehmer der Privattelegraphenanlage zu tragen.

4. Enteignungsrechte (§ 2, Absatz 4) können nur den als gemeinnützig anerkannten Privattelegraphenleitungen eingeräumt werden, wenn die Voraussetzungen des § 365 des allgemeinen bürgerlichen Gesetzbuches vorliegen; im übrigen finden hiebei die Bestimmungen des § 29 sinngemäße Anwendung.

Absatz 2. Die für Zwecke der Starkstromanlagen konzessionierten Telegraphenanlagen sind bezüglich des Umfanges und der Einräumung der Zwangsbenutzungsrechte gleich den Starkstromanlagen selbst zu behandeln.

5. Abschnitt.

Übergangsbestimmungen und Streitfälle.

§ 38.

Die in diesem Hauptstücke enthaltenen Bestimmungen über staatliche und Privattelegraphenanlagen finden auch auf die zur Zeit des Beginnes der Wirksamkeit dieses Gesetzes bereits bestehenden Anlagen dieser Art Anwendung.

§ 39.

Nimmt die Staatsverwaltung oder der Unternehmer einer Privattelegraphenanlage Zwangsrechte nach dem ersten Abschnitte dieses Hauptstückes an öffentlichen oder privatem Gute, das bisher für die Anlage auf Grund eines anderen Rechtstitels benutzt wurde, nach dessen Erlöschen in Anspruch, so ist hierüber das Verfahren nach den §§ 33 und 34 bezw. 29 durchzuführen. Der Inhaber der Telegraphenanlage ist in diesem Falle berechtigt, die bestehende Anlage trotz Einbringung eines Einspruches oder Rechtsmittels bis zu dessen Erledigung unverändert zu belassen.

§ 40.

Über Streitigkeiten betreffend die Anwendung der Bestimmungen dieses Gesetzes über Telegraphenanlagen entscheidet, sofern sie nicht in den Wirkungskreis einer anderen Behörde fallen, endgültig die politische Landesbehörde.

IV. Hauptstück.

Schadenersatz und Haftpflicht.

1. Abschnitt.

Schadenersatz aus Anlaß der Zwangsbenutzung.

§ 41.

Absatz 1. Die Unternehmer elektrischer Anlagen sind verpflichtet, für alle vermögensrechtlichen Nachteile, die durch die Einräumung von Zwangsbenutzungsrechten und durch deren Ausübung bei der Herstellung der Anlagen trotz Einhaltung der durch die §§ 3 und 4 gezogenen Schranken verursacht werden, den Belasteten volle Schadloshaltung zu leisten. Als Belastete im Sinne dieser Gesetzstelle sind diejenigen anzusehen, denen das für die Zwangsbenutzung in Anspruch genommene unbewegliche Gut gehört. Bei der Ermittlung der Entschädigung ist auch auf diejenigen Nachteile Rücksicht zu nehmen, welche Nutzungsberechtigte, Gebrauchsberechtigte und Bestandnehmer erleiden und deren Vergütung den Belasteten obliegt.

Absatz 2. Die Unternehmer elektrischer Anlagen haften weiters — unbeschadet der Bestimmungen des 2. Abschnittes — den Verwaltungen des öffentlichen Gutes sowie den Eigentümern privater Liegenschaften, ferner Nutzungsberechtigten, Gebrauchsberechtigten und Bestandnehmern für alle vermögensrechtlichen Nachteile, die diesen in der Folge durch die Ausübung der bestellten Zwangsbenutzungsrechte, insbesondere durch die Instandhaltung, Änderung und allfällige Auflassung der Anlagen entstehen, es sei denn, daß der Schaden von den Anspruchsberechtigten selbst schuldbarerweise verursacht wurde.

A. Entschädigungsverfahren bei Starkstromanlagen.

§ 42.

Absatz 1. Die Entschädigung für die im § 41, Absatz 1, bezeichneten Nachteile ist bei Starkstromanlagen gleichzeitig mit der Einräumung der Zwangsbenutzungsrechte im Verwaltungswege auf Grund der Schätzung beeideter, unparteiischer Schätzleute unter Beobachtung der in den §§ 6 und 7 des Gesetzes vom 18. Februar 1878, R. G. Bl. Nr. 30, aufgestellten Grundsätze zu ermitteln und zuzusprechen.

Absatz 2. Für die durch die Einräumung der Zwangsbenutzungsrechte entstehenden vermögensrechtlichen Nachteile ist die Entschädigung in jährlichen Renten zu gewähren.

Absatz 3. Die politische Landesbehörde kann nach Anhörung der landwirtschaftlichen Hauptkorporation und der Handels- und Gewerbekammern hinsichtlich solcher Nachteile, die sich auf Grund allgemeiner Erfahrung — ohne Vornahme einer Schätzung im einzelnen Falle — verläßlich im voraus bewerten lassen, durch Verordnung für die im Verwaltungswege zu ermittelnde Entschädigung Einheitssätze aufstellen, die nach der Kulturgattung und Bonitätsklasse des für die Zwangsbenutzung in Anspruch genommenen Grundes und nach Art und Umfang des Zwangsbenutzungsrechtes abzustufen sind.

Absatz 4. Eine Berufung bezüglich der Höhe der im Verwaltungswege zuerkannten Entschädigung ist unzulässig. Doch kann jeder der beiden Teile, wenn er sich durch diese Entscheidung benachteiligt erachtet, binnen einem Jahre nach Rechtskraft der Entscheidung, durch welche die Entschädigungspflicht als zu Recht bestehend erkannt wurde, die Feststellung des Betrages der Entschädigung bei jenem Bezirksgerichte begehren, in dessen Sprengel sich der den Entschädigungsanspruch begründende Gegenstand befindet.

Absatz 5. Die Ausübung der Zwangsbenutzungsrechte kann jedoch nicht gehindert werden, sobald der von der Verwaltungsbehörde ermittelte Entschädigungsbetrag bezahlt oder gerichtlich erlegt worden ist.

Absatz 6. Für das behufs Ermittlung der Entschädigung einzuleitende gerichtliche Verfahren sind die Bestimmungen des Gesetzes vom 18. Februar 1878, R. G. Bl. Nr. 30, sinngemäß anzuwenden.

§ 43.

Absatz 1. Der Anspruch auf Entschädigung für die im § 41, Absatz 2, bezeichneten, durch Starkstromanlagen verursachten Nachteile, ferner für jene Nachteile, die durch die Herstellung solcher Anlagen auf dem belasteten Gute entstehen und nicht schon in der gemäß § 42 ermittelten Entschädigung berücksichtigt wurden, ist innerhalb sechs Monaten von dem Tage, an dem der Schaden den Beschädigten bekannt wurde, bei dem Gemeindevorsteher jener Gemeinde, in der das schädigende Ereignis stattgefunden hat oder der Schaden entstanden ist, schriftlich oder protokollarisch anzubringen. Nach Ablauf dieser Frist kann der Anspruch im Verwaltungsverfahren überhaupt nicht mehr, im ordentlichen Rechtswege aber nur dann geltend gemacht werden, wenn sich die Ersatzpflicht auf das Verschulden des Zwangsberechtigten oder seiner Organe gründet.

Absatz 2. Der Gemeindevorsteher hat dem Beschädigten den Zeitpunkt der Anmeldung schriftlich zu bestätigen, beide Teile auf einen Termin zwischen acht und vierzehn Tagen zur mündlichen Verhandlung zu laden und bei dieser zunächst einen Ausgleich zu versuchen. Kommt ein solcher nicht zustande, so hat er den Schaden durch gerichtlich beeidete Sachverständige feststellen und schätzen zu lassen.

Absatz 3. Bei der Ermittlung der Entschädigung ist auf diejenigen Verhältnisse keine Rücksicht zu nehmen, die außerhalb der ordentlichen Bewirtschaftung in der Absicht hervorgerufen wurden, sie behufs Entschädigung auszunutzen.

Absatz 4. Der Wert der besonderen Vorliebe bleibt bei der Berechnung der Entschädigung außer Betracht.

Absatz 5. Kommt auch nach der Schätzung kein Ausgleich zustande, so hat der Gemeindevorsteher über den Schadenersatz, insoweit der Schätzungsbetrag K 30 nicht übersteigt oder von keinem Teile bestritten wird, ferner unter Bedachtnahme auf alle Umstände auch über die Kosten der Schätzung zu erkennen. Das Erkenntnis ist schriftlich auszufertigen und beiden Teilen gegen datierte Empfangsbestätigung zuzustellen. Wird die Richtigkeit einer den Betrag von K 30 übersteigenden Schätzung oder die Richtigkeit der Schätzung bei einem K 30 übersteigenden Anspruch bestritten, so hat der Gemeindevorsteher den Ersatz nur bis zum Betrage von K 30 zuzusprechen und den allfälligen Mehranspruch auf den Rechtsweg zu weisen.

Absatz 6. Die geteilte Geltendmachung von Ersatzansprüchen für Schäden, die einem Beschädigten durch dasselbe schädigende Ereignis gleichzeitig entstanden sind und zur selben Zeit wahrgenommen werden können, ist unzulässig.

Absatz 7. Gegen das Erkenntnis des Gemeindevorstehers geht die Berufung an die vorgesetzte politische Behörde, welche endgültig entscheidet.

Absatz 8. Ist die Gemeinde bei Schäden innerhalb ihres Gebietes als Partei beteiligt, so ist die Schadenanzeige bei der politischen Behörde erster Instanz zu erstatten und das Entschädigungsverfahren von dieser durchzuführen. Ist eine Gemeinde mit eigenem Statut als Partei beteiligt, so ist der Ersatzanspruch nach § 44, Absatz 2, gerichtlich geltend zu machen.

§ 44.

Absatz 1. Mit Zustimmung beider Teile kann in die gemäß § 42 zu ermittelnde Entschädigung auch eine Abfindung für die im § 41, Absatz 2, bezeichneten Nachteile einbezogen werden.

Absatz 2. Alle nicht im Verwaltungswege ausgetragenen Ansprüche wegen vermögensrechtlicher Nachteile der im § 43, Absatz 1 bezeichneten Art sind bei sonstigem Verluste innerhalb *dreier Jahre* nach Eintritt der Rechtskraft des Erkenntnisses der Verwaltungsbehörde (§ 43, Absatz 5) und, wenn ein solches nicht statthaft ist (§ 43, Absatz 1, letzter Satz, und Absatz 8), vom Tage, an dem der Schaden dem Beschädigten bekannt wurde, im ordentlichen Rechtswege (§ 53) geltend zu machen.

B. Entschädigungsverfahren bei Telegraphenanlagen.

§ 45.

Ansprüche auf Entschädigung für alle durch die Zwangsbenutzungsrechte der Telegraphenanlagen verursachten vermögensrechtlichen Nachteile (§ 41), welche nicht im gütlichen Wege ausgeglichen wurden, sind bei sonstigem Verluste innerhalb dreier Jahre vom Tage, an dem der Schaden dem Beschädigten bekannt wurde, im ordentlichen Rechtswege geltend zu machen.

2. Abschnitt.

Haftpflicht bei Beschädigung von Personen und Sachen durch den elektrischen Strom.

§ 46.

Absatz 1. Wird durch den aus einer Starkstromanlage im Sinne des § 1 herrührenden elektrischen Strom jemand verletzt oder getötet oder Schaden an Sachen verursacht, so haftet, abgesehen von den Fällen des § 51, der Unternehmer jenes Teiles der elektrischen Anlage, an dem oder durch den sich der Unfall ereignet hat, für den Ersatz des verursachten Schadens, und zwar bei Sachschäden für Schadloshaltung nach § 1323, bei Körperverletzung nach den §§ 1325 und 1326, bei Tötung nach § 1327 des allgemeinen bürgerlichen Gesetzbuches. Dies gilt auch, wenn ein durch Starkstrom verursachter Schaden während der Errichtung einer elektrischen Anlage eingetreten ist.

Absatz 2. Die Verpflichtung zur Zahlung eines Schmerzensgeldes tritt nur ein, wenn die Beschädigung durch ein Verschulden des Unternehmers oder einer Person verursacht wurde, deren sich der Unternehmer beim Betriebe oder bei der Instandhaltung seiner Anlagen bedient hat.

§ 47.

Absatz 1. Der Unternehmer wird von der Pflicht zur Ersatzleistung nur dann befreit, wenn er beweist, daß das schädigende Ereignis durch Verschulden eines Dritten oder des Beschädigten, insbesondere durch eine dem letzteren zur Last fallende wissentliche Übertretung von ordnungsmäßig bekanntgegebenen Schutzvorschriften und Warnungen oder durch einen unabwendbaren Zufall verursacht wurde.

Absatz 2. Die Berufung auf unabwendbaren Zufall ist ausgeschlossen, wenn die Beschädigung auf die Beschaffenheit der Anlage oder des Betriebes oder auf die Eigenart, das Versagen oder die Mängel der Funktion der Anlage oder des Betriebes zurückzuführen ist.

Digitized by Google

Absatz 3. Die Berufung auf unabwendbaren Zufall ist ferner ausgeschlossen gegenüber dem mit einem Zwangsbenutzungsrechte oder einer Dienstbarkeit auf Grund dieses Gesetzes Belasteten und seinen Hausgenossen, den Nutzungsberechtigten und Bestandnehmern der belasteten Liegenschaft sowie allen jenen Personen, die den Schaden anläßlich ihnen obliegender Arbeiten oder Dienstvorrichtungen auf der belasteten Liegenschaft erlitten haben.

Absatz 4. Die Berufung auf das Verschulden eines Dritten ist ausgeschlossen, wenn sich der Unternehmer seiner beim Betriebe oder bei der Instandhaltung seiner Anlage bedient hat.

Absatz 5. Rührt der Schaden oder sein Umfang nur zum Teile aus dem Verschulden des Verletzten oder eines Dritten her, so soll unter Würdigung aller Umstände auf einen Teil der im § 46 bezeichneten Ansprüche erkannt werden.

§ 48.

Absatz 1. Unbeschadet der Vorschrift des § 46, Absatz 2, sind durch die Bestimmungen dieses Gesetzes weitergehende Haftungen, die sich aus dem allgemeinen bürgerlichen Gesetzbuche oder aus anderen Gesetzen ergeben, nicht ausgeschlossen.

Absatz 2. Auch dort, wo die Ersatzansprüche nach bürgerlichem Rechte zu beurteilen sind, haftet der Unternehmer für das Verschulden der Personen, deren er sich beim Betriebe des Unternehmens oder bei der Instandhaltung der Anlage bedient.

§ 49.

Wurde die Beschädigung einer Person oder Sache durch das Zusammenwirken mehrerer Starkstromanlagen oder einer solchen mit einer Telegraphenanlage herbeigeführt, so haften die Unternehmer dieser Anlagen dem Beschädigten zur ungeteilten Hand. Unter sich tragen sie den Schaden in Ermanglung von Vereinbarungen nach billiger Würdigung des Falles; dabei ist auf das Verhältnis der ursächlichen Beteiligung und auf das Maß des Verschuldens Rücksicht zu nehmen.

§ 50.

Vereinbarungen, durch welche die Anwendung der Bestimmungen der §§ 46 bis 49 und 53 zum Nachteile des Beschädigten im vorhinein ausgeschlossen oder beschränkt werden soll, können nur zu Ungunsten jener Personen rechtswirksam getroffen werden, welchen der Unternehmer über ihr Ansuchen und ohne hiezu verpflichtet zu sein die Besichtigung von Räumen, in denen Starkstrom erzeugt, geleitet oder gebraucht wird, bewilligt.

§ 51.

Ereignet sich ein Unfall der im § 46, Absatz 1, bezeichneten Art an einer im Innern eines Gebäudes befindlichen elektrischen Anlage, so regelt sich die Ersatzpflicht nach den Vorschriften des allgemeinen bürgerlichen Gesetzbuches.

Verhältnis zur Unfallversicherung.

§ 52.

Absatz 1. Die Vorschriften des Gesetzes vom 28. Dezember 1887, RGB. Nr. 1 ex 1888, betreffend die Unfallversicherung der Arbeiter, werden durch die Bestimmungen der §§ 46 bis 51 mit folgender Ausnahme nicht berührt.

Absatz 2. Erleidet eine nach dem Unfallversicherungsgesetze versicherte Person einen Unfall der im § 46 bezeichneten Art zwar in Ausübung ihres versicherten Berufes, aber nicht an einer oder durch eine elektrische Anlage des Betriebes, in dem sie versichert ist, so stehen ihr und ihren Hinterbliebenen auch die Ersatzansprüche nach dem gegenwärtigen Gesetze bezüglich jenes Betrages zu, um welchen die nach dem gegenwärtigen Gesetze gebührende Entschädigung dasjenige übersteigt, was nach dem Unfallversicherungsgesetze von der Versicherungsanstalt als Schadenersatz zu leisten ist.

Gerichtsstand.

§ 53.

Klagen auf Entschädigung auf Grund der Bestimmungen dieses Gesetzes können außer bei den sonst zuständigen Gerichten auch beim sachlich zuständigen Gerichte angebracht werden, in dessen Sprengel das schädigende Ereignis stattgefunden hat oder der Schaden entstanden ist.

V. Hauptstück.

Schluß- und Übergangsbestimmungen.

Denkmal- und Heimatschutz.

§ 54.

Absatz 1. Die Führung elektrischer Leitungen darf nicht in einer Weise erfolgen, durch die historisch, künstlerisch oder vom Standpunkte des Heimatschutzes wertvolle Denkmale oder Ortsbilder sowie hervorragende Naturschönheiten in ihrer Eigenart oder Wirkung beeinträchtigt werden.

Absatz 2. Diese Rücksichten sind von der Genehmigungs-, bezw. Einspruchsbehörde von Amts wegen wahrzunehmen; diese Behörde hat sich, wenn ein Baudenkmal oder Ortsbild in Frage kommt, mit der Zentralkommission für Denkmalpflege ins Vernehmen zu setzen.

Benutzung von Bahngrund für elektrische Leitungen.

§ 55.

Absatz 1. Die gesetzlichen, konzessions- und vertragsmäßigen Bestimmungen hinsichtlich der Herstellung von Staatstelegraphenleitungen auf Eisenbahnzwecken dienenden Liegenschaften werden durch dieses Gesetz nicht berührt.

Absatz 2. Eine anderweitige Benutzung solcher Liegenschaften für Staatstelegraphenleitungen, ferner die Benutzung solcher Liegenschaften für Starkstromleitungsanlagen und für Privattelegraphenleitungen ist in demselben Umfange, in welchem diesen Leitungen ein Benutzungsrecht an fremden Privateigentum nach diesem Gesetze zusteht, unter der Bedingung zulässig, daß hiedurch die Sicherheit und Regelmäßigkeit des Eisenbahnbetriebes nicht gefährdet werde.

Absatz 3. Auch kann die Verlegung der den Betriebszwecken der Eisenbahn dienenden elektrischen Leitungen nur mit Genehmigung der Eisenbahnaufsichtsbehörde verfügt werden.

Absatz 4. Über die Zulässigkeit und die Bedingungen der im Absatze 2 erwähnten Benutzung und über die nach Inbetriebsetzung der bezüglichen elektrischen Leitungen etwa notwendig werdenden Vorkehrungen zur Hintanhaltung von Störungen des Eisenbahnbetriebes entscheidet, falls ein gütliches Übereinkommen zwischen der Eisenbahnunternehmung und dem Unternehmer der elektrischen Anlage nicht zustande kommt, das Eisenbahnministerium im Einvernehmen mit den beteiligten Ministerien.

Absatz 5. Im übrigen bleiben die besonderen Vorschriften hinsichtlich der Genehmigung von Herstellungen auf Eisenbahngrund in Geltung.

§ 56.

Inwieweit und unter welchen Bedingungen die in diesem Gesetze behandelten elektrischen Anlagen im Rayon oder im Innern der befestigten Plätze zulässig, bezw. an die Zustimmung der militärischen Stellen gebunden sind, wird durch die bezüglichen Vorschriften bestimmt.

Rechtliche Beziehungen elektrischer Anlagen auf fremdem Grunde.

§ 57.

Absatz 1. Die nach diesem Gesetze erworbenen Zwangsbenutzungsrechte bilden keinen Gegenstand grundbücherlicher Eintragung, ihre Ausübung begründet keinen Ersitzungs- oder Verjährungstitel.

Absatz 2. Die auf fremden Liegenschaften angebrachten elektrischen Anlagen bilden kein Zugehör dieser Liegenschaften.

Nachträgliche Verfügungen.

§ 58.

Absatz 1. Die politische bezw. Gewerbebehörde erster Instanz ist berechtigt, jederzeit auch von Amts wegen bezüglich elektrischer Anlagen die erforderlichen sicherheitspolizeilichen Vorkehrungen — gegebenenfalls im Einvernehmen mit dem sonst beteiligten Behörden — anzuordnen.

Absatz 2. Wird der Betrieb einer Eisenbahnzwecken dienenden elektrischen Leitungsanlage durch eine fremde Starkstromanlage gestört, so hat über Anzeige der Eisenbahnunternehmung die politische bezw. Gewerbebehörde erster Instanz im Einvernehmen mit der Eisenbahnaufsichtsbehörde alle erforderlichen Maßnahmen zur Hintanhaltung dieser Störungen auf Kosten und Gefahr des Unternehmers der fremden Anlage anzuordnen.

Absatz 3. Bei elektrischen Anlagen zu Bergbauzwecken gelten die Bestimmungen der §§ 220 bis 222 des allgemeinen Berggesetzes und der §§ 71 und 72 des galizischen Landesgesetzes vom 22. März 1908, L. G. Bl. Nr. 61 (Naphthalandesgesetz).

Absatz 4. Wird eine staatliche Telegraphenanlage durch den Bestand oder Betrieb einer Starkstromanlage in ihrem eigenen Bestande oder Betriebe gestört oder gefährdet, so sind alle zur Behebung der Störung oder Gefährdung erforderlichen Maßnahmen an den staatlichen Telegraphenanlagen durch die staatlichen Telegraphenbehörden, an den Starkstromanlagen durch deren Unternehmer — vorbehaltlich der endgültigen Austragung der Kostenfrage — auf eigene Kosten und Gefahr zu treffen. Die politische bezw. Gewerbebehörde erster Instanz hat über Antrag der Post- und Telegraphendirektion die nötigen Verfügungen zu erlassen.

Absatz 5. In allen diesen Fällen ist der Unternehmer vor der Anordnung zu hören, bei Gefahr im Verzuge aber wenigstens von dem Verfügten ungesäumt zu verständigen.

Absatz 6. Diesen Verfügungen steht der Umstand nicht entgegen, daß gegen die Anlage bei der Genehmigung und Kollaudierung von der Behörde ein bezüglicher Anstand nicht erhoben wurde.

Absatz 7. Die endgültige Tragung der durch diese Maßnahmen verursachten Kosten bestimmt sich nach den Vorschriften der §§ 30 bis 32 dieses Gesetzes.

Fristen.

§ 59.

Für die Einbringung eines Einspruches sowie für die Berechnung aller in diesem Gesetze vorgeschenen Fristen gelten die Bestimmungen des Gesetzes vom 12. Mai 1896, R. G. Bl. Nr. 101.

Schutz der elektrischen Energie; Strafbestimmungen.

§ 60.

Absatz 1. Unter dem im Strafgesetze gebrauchten Ausdrucke „Sache" wird auch die elektrische Energie verstanden.

Absatz 2. Die Beschädigung oder Störung der elektrischen Anlagen und Betriebe, sofern sie nicht nach dem allgemeinen Strafgesetze zu behandeln ist; dann die Verletzung der Bestimmungen des gegenwärtigen Gesetzes sowie der auf Grund des letzteren getroffenen allgemeinen oder besonderen Anordnungen, insofern sie nicht nach den Bestimmungen der Gewerbeordnung zu behandeln ist oder dieses Gesetz andere Bestimmungen trifft, werden von den politischen Behörden mit Verweis, Geldstrafen bis zu K 1000 oder mit Arrest bis zu drei Monaten geahndet. Bei Uneinbringlichkeit der Geldstrafe ist eine entsprechende Arreststrafe zu verhängen.

Portofreiheit.

§ 61.

Die im Sinne des § 4 an die Post- und Telegraphendirektion zu erstattenden Anzeigen sind von der Porto- und Rekommandationsgebühr befreit.

Wirksamkeit des Gesetzes.

§ 62.

Absatz 1. Dieses Gesetz tritt drei Monate nach der Kundmachung in Wirksamkeit.

Absatz 2. Gleichzeitig treten alle diesem Gesetze widersprechenden Vorschriften außer Kraft.

§ 63.

Mit dem Vollzuge dieses Gesetzes sind Mein Minister für öffentliche Arbeiten und Mein Handelsminister im Einvernehmen mit den beteiligten Ministern betraut.

Schluß der Redaktion am 16. Juni 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie **Redaktion, Administration** und **Expedition** der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804 423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der **Jahresbeitrag** beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige **Eintrittsgebühr** beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. **Bezugspreise:** Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die **Bezugspreise** sind im **vorhinein** zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelnhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro *mm* Höhe und Spalte (45 *mm* Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Über den Einfluß der Motorcharakteristik auf den Traktionswirkungsgrad elektrischer Gleichstrombahnen.
Von Dr. Ing. J. Liska 549

Stehende Kapselmaschinen mit Preßölschmierung.
Von Ing. Kl. Karger, Brünn 554

Die elektrotechnische Industrie im Jahre 1913.
Von Emil Honigmann (Schluß) 558

Rundschau:
Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 562
Dynamomaschinen, Transformatoren 562
Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 562
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 563
Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 563
Elektrische Apparate 563
Funkentelegraphie und -Telephonie 564
Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen 564
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 564
Wirtschaftliches 565

Literatur-Bericht 565

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Drahtlose Telegraphie. Eisenbahnsignal- und Sicherungseinrichtungen. Galvanische Elemente 566

Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *345—360*

Über den Einfluß der Motorcharakteristik auf den Traktionswirkungsgrad elektrischer Gleichstrombahnen.

Von Dr. Ing. **J. Liska.**

In der Literatur — besonders in der amerikanischen — wird in letzterer Zeit häufig auf die Vorteile hingewiesen, welche die Regulierung der Hauptstrommotoren durch Feldschwächung in bezug auf den spezifischen Wattstundenverbrauch des Zuges bietet. Über die einfache Feststellung dieser Tatsache wird jedoch gewöhnlich nicht hinausgegangen, es werden weder die näheren Gründe des geringeren Verbrauches angegeben, noch die Verhältnisse untersucht, welche den Gewinn beeinflussen, noch der Betrag der Energieersparnis festgestellt. Diesen Fragen wollen wir in folgendem näher treten.

Eine allgemeine analytische Behandlung ist aussichtslos, da man schon im einfachsten Fall, nämlich in dem eines Motors mit idealer Hyperbelcharakteristik, zu ganz unübersichtlichen Resultaten gelangt. Es bleibt deshalb als einzige Möglichkeit, gewisse normale Verhältnisse anzunehmen, den spezifischen Verbrauch bei verschieden gestalteten Motorcharakteristiken graphisch festzustellen und die Resultate miteinander zu vergleichen. Man kann sich zwar auf diese Weise die speziellen Untersuchungen in einem konkreten Falle vielleicht nicht ganz ersparen, erhält aber immerhin wertvolle, prinzipielle Fingerzeige, die die Arbeit wesentlich erleichtern.

Unser Vorgang wird also der folgende sein: Wir nehmen Motoren gleicher Stundenleistung und gleicher Geschwindigkeit bei Abgabe dieser Leistung, jedoch verschiedener Charakteristik an und bestimmen für gewisse Verhältnisse die Geschwindigkeit als Funktion der Zeit. Aus der Zeit-Wegkurve ergibt sich die Zugarbeit = Weg × Widerstandskraft, und aus der Zeitverbrauchskurve die aufgenommene Energie. Das Verhältnis der beiden Energiemengen wollen wir den Traktionswirkungsgrad nennen und, statt des Wattstundenverbrauches pro Tonnenkilometer, nur mit diesem operieren.

Die Wattstundenkilometer sind zwar für die Ökonomie der Traktion allein maßgebend, für unsere Zwecke ist dennoch der Traktionswirkungsgrad besser geeignet, erstens infolge der durch Prozentzahlen gewährten größeren Übersichtlichkeit, ferner da er, von extremen Verhältnissen abgesehen, vom Zugswiderstand viel weniger abhängig ist als der Verbrauch selbst, ähnlich wie der Wirkungsgrad einer Maschine nahezu konstant sein kann, während sich die aufgenommene Energie in weiten Grenzen ändert. Der Übergang auf den Wattstundenverbrauch kann übrigens, wenn erwünscht, immer in sehr einfacher Weise erfolgen, besonders wenn man den Zugswiderstand als konstant voraussetzt, wie es im folgenden geschieht, da in diesem Falle zwischen den zwei Größen einfache Proportionalität besteht.

Zur Bestimmung der Fahrtdiagramme wird meistens die sehr unbequeme und zeitraubende „von Punkt zu Punkt"-Methode angewendet. In Verbindung mit der Behandlung der oben gestellten Fragen wurde zum gleichen Zweck eine — wie es scheint, noch nicht bekannte — graphische Methode ausgearbeitet, welche es mit Rücksicht auf ihre Einfachheit und Sicherheit verdient, auch in weiteren Kreisen bekannt und angewendet zu werden.

Digitized by Google

Mit einer kleinen Abweichung von der Richtung des ausgesteckten Zieles soll deshalb erst diese Methode zur Konstruktion der Fahrtdiagramme erläutert werden*).

1. Graphische Integration von Kurven.

Wenn man eine gegebene Kurve ($y = f[x]$ in Fig. 1) durch einen treppenförmigen Linienzug so ersetzt, daß je zwei aufeinanderfolgende Dreiecke gleichen Flächeninhalt haben, gibt die Integration der Treppenlinie dasselbe Resultat, wie die der ursprünglichen Kurve, wenn die Integration von und bis zu einem Schnittpunkt der horizontalen Stufen mit der Kurve

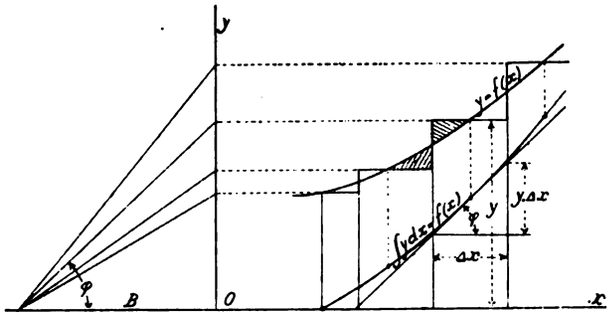


Fig. 1. Graphische Integration von Kurven nach der Tangentenmethode.

ausgedehnt wird. Zwischen zwei Vertikalen der Treppe erfolgt der Anstieg der Integralkurve nach einer Geraden und proportional der Ordinate der betreffenden Stufe. Wenn man also diese Ordinaten auf eine Vertikale projiziert und die so erhaltenen Endpunkte mit einer horizontalen Basis B zu Dreiecken verbindet, so sind die Hypotenusen der Dreiecke den Linienstücken der Integralkurve parallel. Diese Linienstücke bilden eine umhüllende Tangentenschar der eigentlichen Integralkurve $\int y\,dx = f(x)$, mit den Tangierungspunkten unter den Schnittpunkten der gegebenen Kurve mit den Horizontalen der Treppenlinie. Da der Integralwert eines Treppenabsatzes $= x \,.\, \Delta x$ ist, ist

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{y \,.\, \Delta x}{\Delta x} = y.$$

Aus dem Hilfsdreieck ist andererseits

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{y}{B},$$

folglich muß B gleich der Maßeinheit für y sein. Wird im allgemeinen die Einheit von y durch m Längeneinheiten dargestellt, und soll n der Maßstab für die Integralgröße sein, so ist

$$B = \frac{m}{n} \text{ Längeneinheiten.}$$

Meistens genügt es, das betreffende Flächenstück in gleichbreite Streifen zu teilen, die Ordinate in der Mitte des Streifens und die Basis B als zwei Seiten des rechtwinkligen Hilfsdreieckes zu benutzen, zu dessen dritter Seite dann zwischen den Endordinaten des betreffenden Streifens eine Parallele gezogen wird. Oft wird man die Anfangstangente der Integralkurve kennen wollen; in diesem Falle muß die erste Stufe der Treppenlinie gleich der Anfangsordinate der gegebenen Kurve sein, das heißt bei der Einteilung der Fläche in Streifen muß der erste halb so breit sein, wie die folgenden.

In den hier in Betracht kommenden Fällen bedeutet es aber kaum eine Verlängerung des Vorganges, wenn man sich das Prinzip der Methode immer vor Augen hält, das heißt die Treppenlinie tatsächlich einzeichnet und darauf achtet, daß zwei aufeinanderfolgende Dreiecke ungefähr gleichen Inhalt haben. Man schließt hiedurch Irrtümer aus und erreicht den Vorteil, daß die Genauigkeit eine praktisch vollständige wird. Auch der Übergang von einer größeren Teilung auf eine kleinere, oder umgekehrt, je nach dem Verlauf der Kurve, ergibt sich auf diese Weise von selbst.

Die Methode kann unmittelbar zur Konstruktion der Wegkurve und der Verbrauchskurve benutzt werden, wenn die Geschwindigkeits- bezw. Stromkurve gegeben ist. Natürlich führt in diesen Fällen auch die Anwendung der Simpsonschen Regel oder die des Planimeters zum Ziel, jedoch mit dem Nachteil, daß man nicht den ganzen Verlauf der Integralkurve, sondern immer nur einzelne Punkte bekommt.

Besonderen Vorteil bietet die Tangentenmethode bei der Konstruktion der Zeitgeschwindigkeitskurve, zu welchem Zweck sie jedoch noch einer kleinen Ergänzung bedarf.

2. Konstruktion der Zeitgeschwindigkeitskurve.

Die Zeitgeschwindigkeitskurve ($v = f[t]$) umschließt die folgenden Phasen:

1. Anlassen,
2. weitere Beschleunigung bei ausgeschaltetem Anlaßwiderstand,
3. Auslaufen,
4. Bremsen bis zum Stillstand.

Als gegeben sind zu betrachten:

1. Die Masse M bezw. das Gewicht G des Zuges, bezogen auf einen Motor,
2. die Widerstandskraft Q (Bahnwiderstand $\pm$ Gefällswiderstand), bezogen auf einen Motor,
3. die Zugkraft eines Motors als Funktion der Geschwindigkeit $P = f(v)$,
4. die Zugkraft bezw. die Beschleunigung beim Anfahren,
5. die Bremskraft bezw. die Verzögerung beim Bremsen.

Sind die charakteristischen Größen des Motors in Abhängigkeit des Stromes J ausgedrückt, so kann die Funktion $P = f(v)$ leicht herausgezeichnet werden und leistet dann auch in anderer Hinsicht gute Dienste.

Der Einfachheit halber setzen wir Q als konstant und von der Geschwindigkeit unabhängig voraus, so daß, wenn wir uns die gegebene Zugkraft als Funktion der Geschwindigkeit in einem Koordinatensystem von der Ordinatenachse nach links auftragen, wie in Fig. 2 und im Abstand $\overline{Oa} = Q$ von der Ordinatenachse eine Vertikale ziehen, uns die Abszissen der Kurve bis zur Vertikalen gerechnet, die beschleunigenden Kräfte $P - Q$ bei verschiedenen Geschwindigkeiten gibt. Der Schnittpunkt d der Vertikalen mit der Kurve zeigt gleichzeitig die höchste Geschwindigkeit an, welche der Zug erreichen kann.

Zeichnet man ein rechtwinkliges Dreieck, $a\,b\,O'$ in Fig. 2, mit den Katheten $\overline{a\,b} = P - Q$, der Beschleunigungskraft und $\overline{a\,O'} = M$, der Masse, so ist die Tangente des Winkels, den die Hypotenuse mit der Kathete $P - Q$ einschließt, gleich der Beschleunigung:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{P - Q}{M} = p = \frac{dv}{dt}.$$

Das Dreieck wird am vorteilhaftesten auf der Abszissenachse nach abwärts gezeichnet, so daß die

*) Ein ähnliches Verfahren hat Dr. O. Szilas zur Bestimmung von Erwärmungskurven verwendet. Siehe E. u. M. 1913, Heft 50 und 51.

Digitized by Google

konstante Kathete der Masse in die Vertikale fällt. Der dritte Punkt des Dreieckes wird durch Projizierung eines bestimmten Punktes der Kurve $P = f(v)$ auf die Abszissenachse erhalten.

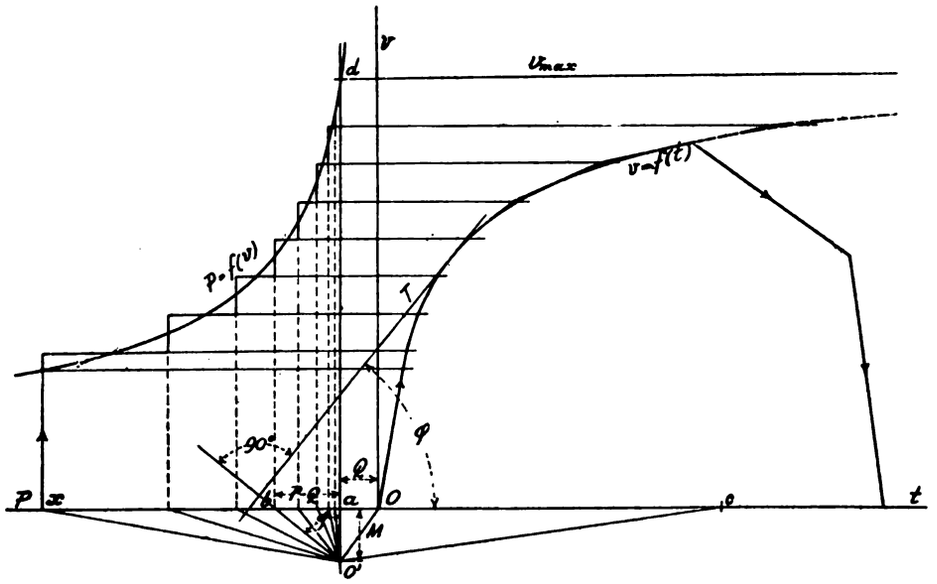


Fig. 2. Graphische Bestimmung der Zeitgeschwindigkeitskurve.

Die gesuchte Geschwindigkeitskurve $v = f(t)$ ist die Integralkurve der Beschleunigungskurve $p = f(t)$, so daß die Winkel φ, nach dem im vorigen Abschnitt Gesagten, jene Winkel angeben, welche die Tangenten an die Zeitgeschwindigkeitskurve mit der Abszissenachse einschließen. Da wir die Geschwindigkeitskurve von der Ordinatenachse nach rechts erhalten wollen, müssen die Winkel φ um 90° im Sinne des Uhrzeigers gedreht werden, was einfach dadurch geschieht, daß man auf die jeweilige Hypotenuse des Dreiecks, statt eine Parallele zu ziehen, eine Normale errichtet. Diese Normale gibt dann die Tangente (T) an die Geschwindigkeitskurve bei jener Geschwindigkeit, für welche das Dreieck gezeichnet wurde.

Bei der Festsetzung der Basis $\overline{aO'}$, welche die Masse des Zuges darstellt, ist folgendes zu beachten:

Die Geschwindigkeit wird in *km*/Std. gemessen, die Beschleunigung in *km*/Std. × Sek., da als Abszisseneinheit für die Geschwindigkeitskurve eine Sekunde angenommen ist, also muß auch g, die Beschleunigung der Schwere in *km*/Std. × Sek. gemessen werden, das heißt

$$g = 9{\cdot}81 \cdot \frac{3600}{1000} = 35{\cdot}31 \text{ km/Std.} \times \text{Sek.}$$

Folglich, wenn G das Zuggewicht pro Motor in Kilogramm bedeutet, ist die Masse

$$M = \frac{G}{35{\cdot}31}.$$

Wenn ferner in der Zeichnung

$$1\ kg = \mathfrak{p}\ mm,$$
$$1\ km/\text{Std.} = \mathfrak{v}\ mm,$$
$$1\ \text{Sek.} = \mathfrak{t}\ mm$$

ist, wird die Strecke $\overline{aO'}$, welche die Masse darstellt, in *mm*:

$$\overline{aO'} = \frac{G}{35{\cdot}31} \cdot \frac{\mathfrak{p} \cdot \mathfrak{t}}{\mathfrak{v}}.$$

Die Kurve der Zugkraft in Funktion der Geschwindigkeit wird nun vom Stillstand bis zur Höchstgeschwindigkeit in folgender Weise durchlaufen. Während des Anlassens sei die Zugkraft konstant und aus der zu erzielenden Beschleunigung und dem Zuggewicht gegeben, das heißt das Schwanken infolge der endlichen Zahl der Anlaßstufen werde vernachlässigt. Die Zugkraft bleibt konstant, bis der Zug von x (Fig. 2) ausgehend, auf einer Vertikalen jene Geschwindigkeit erreicht, welche der Anfahrzugkraft entspricht. In diesem Punkt ist der Anlaßwiderstand ausgeschaltet und die Zugkraft nimmt nun, dem Verlauf der natürlichen Kurve entsprechend, ab, bis im Punkt d der stationäre Zustand erreicht wird, wo die Widerstandskraft der Zugkraft das Gleichgewicht hält. Die Richtung, in welcher die Zugkraftkurve während dieses Vorganges durchlaufen wird, ist in Fig. 2 durch Pfeile angedeutet. Die Geschwindigkeit während des Anlassens steigt, entsprechend der konstanten Beschleunigung, nach einer geraden Linie und nähert sich dann immer langsamer dem Höchstwert.

Um nun aus der Zugkraftkurve die einhüllenden Tangenten der Geschwindigkeitskurve zu bekommen, haben wir folgendermaßen vorzugehen. Wir bestimmen erst den geradlinigen Teil der Geschwindigkeitskurve während des Anlassens, indem wir die Anfahrzugkraft auf die Abszissenachse projizieren, den so erhaltenen Punkt mit O' verbinden, und auf die Verbindungslinie von O ausgehend eine Normale errichten. Sodann ersetzt man in der bereits erläuterten Weise die Zugkraftkurve durch eine Treppenlinie von gleichem Integralwert. Die sprungweise sich ändernden Werte der Zugkräfte werden auf die Abszissenachse projiziert, diese Punkte mit O' verbunden und auf die Verbindungslinie eine Normale zwischen jenen Teilungshorizontalen gezogen, welche den betreffenden Zugkraftwert begrenzen. Die so erhaltene Tangente der Geschwindigkeitskurve geht vom Schnittpunkt der vorhergehenden Tangente mit der letzten Teilungshorizontalen aus. Die letzte Tangente ist die in der Ordinatenentfernung der Höchstgeschwindigkeit gezogene Horizontale.

Als erste Stufe der Treppenlinie wird vorteilhaft der Anfangswert der Zugkraftkurve (Anfahr-Zugkraft) gewählt, wodurch der dem Anfahren entsprechende geradlinige Teil der Geschwindigkeitskurve zur Anfangstangente der anschließenden Kurve wird. In diesem Falle muß die erste Teilung, wie wir gesehen haben, halb so groß sein, als die übrigen.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, geben schon 6 bis 8 Teilungen eine mehr als hinlängliche Genauigkeit der Konstruktion. Ausdrücklich hervorzuheben ist, daß die Konstruktion absolut genau wird — indem die Berührungspunkte der Tangenten der tatsächlichen Geschwindigkeitskurve angehören — wenn je zwei aufeinanderfolgende Dreiecke zwischen Treppenlinie und Kurve gleichen Inhalt haben.

Wird nun der Motor bei einer gewissen Geschwindigkeit von der Stromquelle abgeschaltet, so erfolgt, infolge des konstanten Zugwiderstandes, ein Auslaufen mit geradlinig abnehmender Geschwindigkeit. Diese Linie wird analog dem früheren erhalten, indem man auf

Digitized by Google

die Verbindungslinie $\overline{OO'}$, von der betreffenden Geschwindigkeit ausgehend, eine Normale zieht. Setzt dann nach einer gewissen Zeit das Bremsen ein, so nimmt die Geschwindigkeit bis zum Stillstand ebenfalls geradlinig, jedoch nach einem anderen Winkel ab, welcher durch eine Normale auf die Verbindungslinie $\overline{O'c}$ erhalten wird, wenn $\overline{Oc}$ = Bremskraft.

Die Wegkurve, welche hierauf bestimmt werden muß, ist die Integralkurve der Geschwindigkeitskurve und kann nach einer der bereits erwähnten Methoden erhalten werden. Benutzt man wieder die Methode der umhüllenden Tangenten, so ist bei der Bestimmung der Basis ($\mathfrak{S}$) auf die Maßstäbe zu achten. Die Geschwindigkeit wird wieder in *km*/Std. ausgedrückt, während als Zeiteinheit für die Wegkurve eine Sekunde angenommen wird, wenn ferner

1 *km*/Std. = $\mathfrak{v}$ *mm* und

1 *km* = $\mathfrak{s}$ *mm* sein soll, so ist die Basis

$$\mathfrak{S} = \frac{\mathfrak{v}}{\mathfrak{s}} . 3600 \; mm.$$

Zur Bestimmung des Wattstundenverbrauches muß vorerst der vom Motor aufgenommene Strom bezw. die aufgenommene Leistung als Funktion der Zeit bekannt sein. Aus den Charakteristiken des Motors ist der Strom für jede Geschwindigkeit gegeben — $J = f(v)$ in Fig. 3, 6 und 8 — so daß die Kurve $J = f(t)$ durch einfaches Übertragen unter Zuhilfenahme der Kurve $v = f(t)$ erhalten wird. Wird der Motor durch Serie-Parallelschaltung angelassen, so kann die erzielte Ersparnis an Anlaßenergie derart berücksichtigt werden, daß man während der ersten Hälfte der Anlaßzeit mit dem halben Anlaßstrom rechnet. Die erhaltene Kurve $J = f(t)$ stellt dann in anderem Maßstabe auch die in jedem Zeitpunkt aufgenommene Energie dar.

Die Integration der Kurve bezw. die Konstruktion der $Wf(t)$-Kurve geschieht in der bekannten Weise, ebenso ist die Basis für die Tangentenmethode genau wie früher festzusetzen.

* * *

Die nötigen Hilfsmittel sind nun soweit vorbereitet daß die Untersuchung des eigentlichen Problems einfach vor sich gehen kann. Wir nehmen vier Motoren mit charakteristisch verschiedenen Eigenschaften an, und zwar:

1. Serienmotor mit idealer Hyperbelcharakteristik, das heißt ungesättigtem Eisen,
2. Serienmotor mit gesättigtem Eisen,
3. wie 2., jedoch mit Feldschwächung,
4. Nebenschlußmotor.

Alle Motoren sind nach den Vorschriften des V. D. E. für Bahnmotoren kommerziell gleichwertig, das heißt die Stundenleistung und die Geschwindigkeit bei dieser Leistung ,ist für alle gleich, und zwar ist

die Stundenleistung = 50 *PS*,

die Zuggeschwindigkeit bei der Stundenleistung $v = 15$ *km*/Std.,

ferner ist die Spannung $E = 500$ *V*,

das Zuggewicht pro Motor $G = 12\,500$ *kg*,

die konstante Widerstandskraft $Q = 100$ *kg*, entsprechend einem Bahnwiderstand von 8 *kg* pro *t*.

Die Bremsverzögerung ist 0·8 *m*/Sek², also die Bremskraft

$$= \frac{G}{g} . 0{\cdot}8 - Q = \frac{12500}{9{\cdot}81} . 0{\cdot}8 - 100 = 1020 - 100 = 920 \; kg.$$

Das Anlassen geschieht durch Serie-Parallelschaltung zweier Motoren und immer mit dem der Stundenleistung entsprechenden Strom. Die Zugkraft ist hiebei

$$P = \frac{PS}{v} . \frac{75 . 3600}{1000} = \frac{50}{15} . \frac{75 . 3600}{1000} = 900 \; kg,$$

wenn von den Verlusten im Getriebe (Zahnräder usw.) abgesehen wird.

Die Anfahrbeschleunigung ist aus

$$P - Q = 900 - 100 = 800 \; kg$$

zu rechnen, so daß

$$p = \frac{P - Q}{M} = \frac{800 . 9{\cdot}81}{12500} = 0{\cdot}628 \; m/\text{Sek.}^2 \text{ ist.}$$

Die Anfahrzeit ist

$$t = \frac{v}{p} . \frac{1000}{3600} = \frac{15}{0{\cdot}628} . \frac{1000}{3600} = 6{\cdot}65 \text{ Sek.}$$

Die Verluste, welche im Motor selbst auftreten, werden vernachlässigt, also der Wirkungsgrad überall gleich Eins gesetzt. Diese Annahme beeinträchtigt den Wert der endgültigen Resultate kaum, da diese gleichfalls als Wirkungsgrade ausgedrückt werden und somit nötigenfalls durch Multiplikation mit dem Motorwirkungsgrad korrigiert werden können; hingegen treten die Einflüsse der hier speziell zu untersuchenden Faktoren, bei erhöhter Übersichtlichkeit, markanter hervor.

Der Anlaufstrom ist also nach obigem für alle vier Fälle

$$J = \frac{PS . 736}{E} = \frac{50 . 736}{500} = 73{\cdot}6 \text{ Ampere}$$

und die während des Anlassens vom Motor aufgenommene Energie

$$W = \frac{E . J . t}{3600} . \frac{3}{4} = \frac{500 . 73{\cdot}6 . 6{\cdot}65}{3600} . \frac{3}{4} = 51 \text{ Wattstd.},$$

wo der Faktor $\frac{3}{4}$ die durch die Serie-Parallelschaltung erzielte Arbeitsersparnis bedeutet.

Da von den Motorverlusten abgesehen wurde, ist die im Anlaßwiderstand in Wärme umgesetzte Energie wieder unter Berücksichtigung der Serie-Parallelschaltung

$$W_a = \frac{51}{3} = 17 \text{ Wattstunden.}$$

Mit Rücksicht auf die angeführten gemeinsamen Eigenschaften und Betriebsbedingungen verhalten sich alle Motoren während des Anlassens mit Widerstand gleich, ihr verschiedener Charakter kommt erst nach Beendigung des Anlassens zum Ausdruck. Wenn wir also bei den verschiedenen Typen auf verschiedene Traktionswirkungsgrade kommen, so sind die Unterschiede nur den Bremsverlusten zuzuschreiben, da andere Verluste als die während des Anlassens und Bremsens in Wärme umgesetzten Energien nicht auftreten.

3. Motor mit ungesättigtem Eisen.

Zufolge der geradlinigen Leerlaufcharakteristik ist die Zugkraft bekanntlich dem Quadrat des Stromes proportional, und zwar ist

$$P = \frac{900}{73{\cdot}6^2} . J = 0{\cdot}166 \, J^2,$$

da, laut obigem, 900 *kg* Zugkraft 73·6 Ampere entspricht. Der Strom ist der Geschwindigkeit umgekehrt

Digitized by Google

proportional, so daß er bei 15 *km*/Std. gleich 73·6 Ampere beträgt, also

$$J = \frac{73{\cdot}6 \,.\, 15}{v} = \frac{110{\cdot}0}{v},$$

und die Zugkraft

$$P = \frac{0{\cdot}166 \,.\, 110{\cdot}0^2}{v^2} = \frac{20200}{v^2}.$$

Die letzten zwei Beziehungen sind graphisch als $J = f(v)$ und $P = f(v)$ in Fig. 3 von der Ordinatenachse nach links aufgetragen. Die Maßstäbe waren in der ursprünglichen Zeichnung

1 *kg* = 0·1 *mm*,
1 *km*/Stunde = 2·5 *mm*,
1 Sekunde = 1 *mm*,
1 *km* = 100 *mm*,
1 Watt = 0·002 *mm*,
1 Wattstunde = 0·1 *mm*,

so daß die Strecke $\overline{aO'}$ (in Fig. 2), welche die Masse des Zuges darstellt,

$$\mathfrak{M} = \frac{12500}{35{\cdot}31} \cdot \frac{0{\cdot}1 \,.\, 1}{2{\cdot}5} = 14{\cdot}15 \text{ mm ist.}$$

Wir nehmen nun verschiedene Fahrtzeiten an, zum Beispiel, wie in Fig. 3 eingezeichnet, 200 Sekunden, und legen die Auslauf- und Bremsgeraden in der $v = f(t)$-Kurve jeweils so, daß während dieser Zeit verschiedene Wege zurückgelegt werden. Den größtmöglichen Weg erhält man, wenn nach dem Anschalten des Motors sofort die Bremsung beginnt („1" in Fig. 3), den kleinsten, wenn überhaupt nicht gebremst wird, sondern der Zug allein durch Auslaufen bei dem konstanten Zugwiderstand zum Stillstand kommt („2" in Fig. 3). Zwischenwerte werden durch entsprechende Kombination der beiden Einflüsse erzielt.

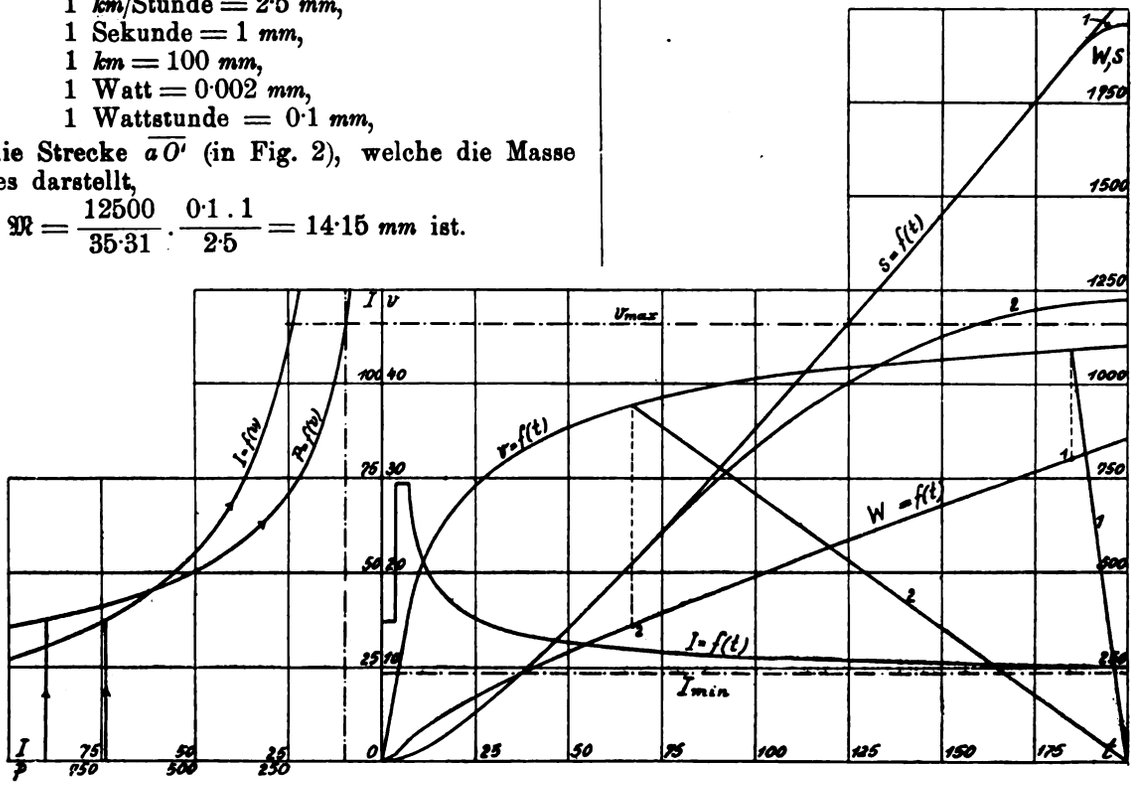


Fig. 3. Fahrtdiagramme des ungesättigten Serienmotors.

Nunmehr kann die Kurve $v = f(t)$ nach dem im vorigen Abschnitt gegebenen Verfahren konstruiert werden, das Resultat ist in Fig. 3 rechts zu sehen. Diese Kurve ist übrigens, ebenso wie die als Ausgang dienende Zugkraftkurve usw., identisch mit der in Fig. 2, wo die Konstruktion von Schritt zu Schritt verfolgt werden kann.

Für die Konstruktion der Wegkurve ist die Basis

$$\mathfrak{S} = \frac{2{\cdot}5}{100} \,.\, 3600 = 90 \text{ mm},$$

für die der Wattstundenkurve

$$\mathfrak{W} = \frac{0{\cdot}002}{0{\cdot}1} \,.\, 3600 = 72 \text{ mm}.$$

Die Konstruktion dieser beiden Kurven ist, mit Rücksicht auf die Einfachheit des Verfahrens, in den Figuren nicht eingezeichnet. Die Resultate geben die Kurven $s = f(t)$ und $W = f(t)$*). $J = f(t)$ bedeutet die Stromaufnahme des Motors in Funktion der Zeit und wird aus der Vereinigung der Beziehungen $v = f(t)$ und $J = f(v)$ erhalten.

*) In den Fig. 3, 6, 8 und 10 ist der Maßstab für den Weg in Metern eingeschrieben.

Im ersten Fall ist der zurückgelegte Weg $s = 1{\cdot}96$ *km*, also die geleistete Zugsarbeit:

$$\frac{Q \,.\, 9{\cdot}81 \,.\, 1000}{3600} \,.\, s = \frac{100 \,.\, 9{\cdot}81 \,.\, 1000}{3600} \,.\, s = 272 \,.\, s =$$
$$= 534 \text{ Wattstunden}.$$

Der Wattstundenverbrauch des Motors ist, der Kurve $W = f(t)$ entnommen,

$$W = 790 \text{ Wattstunden},$$

so daß der Traktionswirkungsgrad

$$\eta = \frac{534}{790} = 0{\cdot}685 \text{ wird.}$$

Die mittlere Geschwindigkeit des Zuges ist

$$v_k = \frac{s}{t} \,.\, 3600 = \frac{1{\cdot}96}{200} \,.\, 3600 = 35{\cdot}3 \text{ km/Stunde}.$$

Im zweiten Fall, wenn der Zug nicht gebremst wird, ist der Weg

$$s = 1{\cdot}225$$

und die geleistete Arbeit 272 . 1·225 = 333 Wattstunden.

Der Verbrauch ist aus der Kurve

$$W = 355 \text{ Wattstunden},$$

somit der Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{333}{355} = 0{\cdot}938$$

Digitized by Google

und die mittlere Geschwindigkeit

$$v_k = \frac{1{\cdot}225}{200} \,.\, 3600 = 22 \; km/\text{Std.}$$

Bei einer derartigen, rein graphischen Bestimmung der eingeleiteten und abgegebenen Energie kann eine größere Genauigkeit als 2 bis 3% nicht erwartet werden; der Fehler gelangt unmittelbar in den Wirkungsgrad, was bei Werten, die nahe an der Einheit liegen — und besonders wenn es sich wie hier um Vergleiche handelt — unbedingt störend wirkt. Es ist deshalb vorzuziehen, die Anlaß- und Bremsverluste einzeln zu bestimmen, wie dies bei der Messung des Wirkungsgrades von Maschinen allgemein gebräuchlich ist.

Bei diesem Vorgang müssen nur die Kurven $v = f(t)$ und $s = f(t)$ in der angegebenen Weise bestimmt werden, es kann also die Konstruktion der Beziehungen $J = f(v)$, $J = f(t)$ und $W = f(t)$ wegfallen, so daß dieses Verfahren nicht mehr Arbeit erfordert.

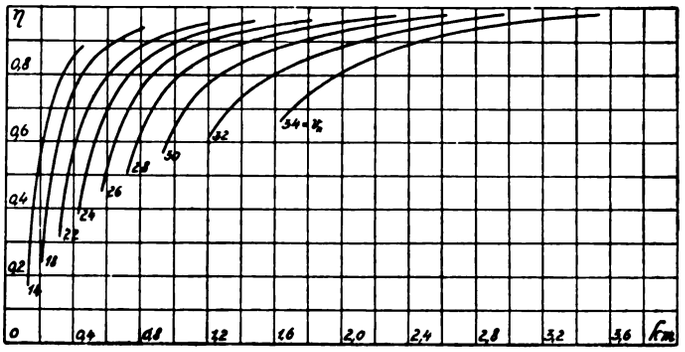


Fig. 4. Traktionswirkungsgrad als Funktion des Weges für den ungesättigten Motor.

Im vorliegenden Falle sind die Anlaßverluste, wie wir gesehen haben, in allen Fällen 17 Wattstunden, es müssen also nur die Bremsverluste von Fall zu Fall berechnet werden. Dies geschieht am einfachsten in der Weise, daß die Bremskraft = 920 *kg*, mit dem Bremsweg multipliziert wird. Der Bremsweg wiederum wird am besten aus der dem Diagramm unmittelbar zu entnehmenden Bremszeit erhalten, indem diese mit dem Mittelwert der während des Bremsens geradlinig abnehmenden Geschwindigkeit multipliziert wird.

Im ersten Fall des Beispiels ist der Bremsweg 0·091 *km*, also die Bremsverluste

$$V_b = \frac{920 \,.\, 0{\cdot}091 \,.\, 9{\cdot}81 \,.\, 1000}{3600} = 228 \text{ Wattstunden.}$$

Somit die Gesamtverluste

$$V_a + V_b = 17 + 228 = 245,$$

während die Differenz der eingeführten und geleisteten Arbeit 790 — 534 = 256 Wattstunden ergibt. Beachtenswert ist, daß in diesem Falle die Bremsverluste mehr als dreizehnmal so groß sind, als die Anlaßverluste.

Im zweiten Fall treten nur Anlaßverluste auf, welche 17 Wattstunden betragen. Die Differenz der eingeführten und abgegebenen Energie ist 355 — 333 = 22 Wattstunden. Während also im ersten Fall die graphische Methode genügend genaue Resultate liefert, ist die Genauigkeit hier schon nicht mehr befriedigend. Die im weiteren gegebenen Wirkungsgrade sind deshalb durch Berechnung der Einzelverluste bestimmt worden.

Wenn nun auf diese Weise verschiedene Fahrtzeiten und Bremsverhältnisse angenommen werden, ergeben sich für die einzelnen Fahrtzeiten mehrere Werte von mittleren Geschwindigkeiten und Wirkungsgraden. Die Wirkungsgrade können zwecks weiterer Verarbeitung für je eine Fahrtzeit als Funktion der mittleren Geschwindigkeit aufgetragen werden. Aus diesen Kurven lassen sich dann leicht die Wirkungsgrade als Funktion der Stationsentfernung für verschiedene mittlere Geschwindigkeiten ableiten, wie dies für den idealen, ungesättigten Motor, in Fig. 4 dargestellt ist. Die Kurven haben über den ausgezogenen Bereich hinaus keinen Sinn, da bei den angenommenen Bedingungen die zu jedem Weg gehörigen Geschwindigkeiten zwischen einem gewissen Maximum und Minimum liegen müssen.

Aus der Figur ist ersichtlich, daß große Geschwindigkeiten bei kleiner Stationsentfernung nur durch sehr schlechte Wirkungsgrade erkauft werden können.

(Schluß folgt.)

Stehende Kapselmaschinen mit Preßölschmierung.

Von Ing. Kl. Karger, Brünn.

Die stehende schnellaufende Dampfmaschine hat ihr erstes Vorbild in den alten Balanciermaschinen, die als die ersten Anfänge des Dampfmaschinenbaues überhaupt, die technischen Museen zieren. In der fortschreitenden Entwicklung des Maschinenbaues wurde die stehende Maschine von der liegenden Bauart fast völlig verdrängt. Selbst im Bau von Dampfmaschinen für Schiffsschraubenantrieb war die ganz, und dann die schräg liegende Maschine zuerst in Verwendung und es bedurfte längerer Zeit, bis sich die stehende Bauart, die doch hiefür wie geschaffen ist, den ihr gebührenden Platz eroberte.

Für Kraftanlagen mit kleineren Leistungen begannen allen voran englische Firmen, und zwar Bellis & Morcom Ltd. in Birmingham als erste, dann folgend Allen, Son & Co., Ltd. in Bedford und andere mit dem Bau stehender Maschinen, die anfangs allgemein einfachwirkend, mit Tauchkolben und mit Spritzölschmierung versehen waren. Diese Bauart entsprach den an sie gestellten Anforderungen nicht, und es ist begreiflich, daß man nahe daran war, diese Maschinentypen nicht mehr auszuführen. Für gleiche Leistungen wurden dieselben doppelt so schwer als liegende Maschinen und dadurch teuer; durch die schlechte Wärmeausnutzung wurde der Dampfverbrauch sehr hoch, durch die unzulängliche Schmierung auch der Ölverbrauch, so daß sowohl Anlage- als auch Betriebskosten sehr große waren.

Um diese Zeit begann die Elektrotechnik ihren großartigen Aufschwung zu nehmen, die zum Antrieb ihrer Dynamos Kraftmaschinen mit möglichst hoher Umlaufzahl verlangte. Die fast gleichzeitige Kolonisierung der englischen Überseegebiete mit den zahlreichen elektrischen und Pumpwerksanlagen, die wiederum Maschinen mit geringster Wartung bei größter Betriebssicherheit brauchten, gaben Anlaß, dem Bau von stehenden raschlaufenden gekapselten Maschinen vom neuen das Augenmerk zuzuwenden.

So baute zuerst Bellis & Morcom Ltd., Birmingham in den Jahren 1888 bis 1890 die erste doppeltwirkende Kapselmaschine mit Preßölschmierung, die denn auch erfolgreich die Konkurrenz mit allen anderen Maschinentypen aufnehmen konnte.

Die mit diesen Maschinen gezeitigten Erfolge veranlaßten binnen kurzem deutsche und französische Fabriken den Bau dieser Type ebenfalls zu versuchen. So stellte Delaunay & Belleville in St. Denis eine große Kapselmaschine im Jahre 1900 auf der Pariser Weltausstellung

Digitized by Google

und Gebr. Sulzer in Winterthur auf der Ausstellung in St. Louis eine solche aus.

Am Kontinente hatte die Einführung dieser Maschinen anfänglich mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen, da man oft lieber ein Vorgelege verwendete als eine raschlaufende Maschine. Hier war es die Elektrotechnik, die mit ihrer Forderung nach hoher Umlaufzahl dem Maschinenbau zu Hilfe kam. Dazu kam der stetige vermehrte Bau von Dampfturbinen mit hohen Umlaufzahlen, wodurch die Scheu vor dem Schnellbetrieb allmählich zu weichen begann.

In Österreich nahm vor allem die Firma Brand & Lhuillier A.-G. in Brünn den Bau dieser Maschinen auf. Im folgenden sollen einige Maschinen dieser Firma beschrieben werden. Ausgeführt werden diese Bauarten von 3 bis zu 1000 *PS* mit den zugehörigen Umlaufzahlen von 850 bis 250 p. M. Hiebei ist eine gleichgute Kraftübertragung durch Riemen als auch eine direkte Kupplung mit Dynamomaschine oder Zentrifugalpumpe möglich. Dadurch wurde ein Bindeglied geschaffen zwischen Dampfturbine und langsamlaufender liegender Maschine.

Bei Neuentwürfen von Kraftanlagen sollten stets auch Kapselmaschinen als Antriebsmaschinen ins Kalkül gezogen werden, besonders bei kleineren Anlagen bis etwa 1000 *PS*.

Die Vorteile der stehenden Maschinen liegen in ihrem geringen Raumbedarf, in der einfachen Verlegung der Rohrleitungen sowohl der Frisch- als Abdampfleitung, der geringen Wartung und Instandhaltung. Die Maschinen müssen nur einmal wöchentlich einer genauen Revision unterzogen werden, und eventuelle gelockerte und abgenutzte Teile entsprechend nachgearbeitet werden.

In Fig. 1 ist eine Schnittzeichnung einer Zwillingsmaschine gegeben, an Hand derer eine allgemeine Beschreibung dieser Bauart wiedergegeben ist.

Die Maschine leistet bei 13 Atm. eff. adm. Druck und 2 Atm. Gegendruck (Abdampf für Heizzwecke verwendet) zirka 180 *PS* an der Maschinenwelle. Der Konstrukteur hatte hier die Aufgabe, da die Maschine derzeit nur zirka 60 bis 80 *PS* abgeben soll und eine spätere Erweiterung wegen Betriebsstörung untunlich war, die Maschine so zu bauen, daß sie bereits jetzt mit möglichster Ökonomie arbeitet. Da hiebei nur eine raschlaufende Maschine in Frage kam, außerdem mit Abdampfverwertung, so griff man zur Zwillingsbauart, bei der der erste Zylinder mit zirka 100 *PS* mit Expansions- und der zweite mit wiederum zirka 100 *PS* mit Drosselregulierung arbeitet. Das Steuerexzenter des zweiten Zylinders ist von Hand aus verstellbar, so daß dieser Zylinder für verschiedene Leistung eingestellt werden kann. Dadurch wird erreicht, daß trotz weitester Regulierfähigkeit immer ein gleich gutes ökonomisches Arbeiten gewährleistet ist. Diese Ausführung hat sich denn auch sehr gut bewährt.

Die äußere Form der Maschinen ist durch die Grundplatte, den Ständer und die Dampfzylinder gegeben. Die Dampfzylinder sind aus hartem Gußeisen hergestellt, die Laufflächen gebohrt. Die Zylinder sind durch kräftige Mittelstücke, die durch Kaliberschrauben gut zentrieren, mit dem Ständer verbunden. Die Mittelstücke besitzen große Öffnungen, durch welche ein leichtes Bedienen der Stopfbüchsen möglich ist. Der Ständer umhüllt sämtliche bewegten Teile und ist die gebohrte oder ebene Kreuzkopfführung mit demselben aus einem Stück. Etwas konisch nach oben verlaufend ist der Ständer allseits mit großen Öffnungen versehen, um Gestänge und Triebwerkteile gut montieren und rasch und gründlich untersuchen und besichtigen zu können. Die Grundplatte enthält die Kurbelwellenlager und ist gleichzeitig die Ölkammer, in welcher das Spritzöl der Preßschmierung gesammelt und von wo es nach gründlicher Reinigung in einem Filter den einzelnen Laufflächen durch die Ölpumpe wieder zugepreßt wird. Die Kolben sind entweder aus Gußeisen oder aus Stahlguß, werden durch Patent Rovan Kolbenringe gedichtet, die

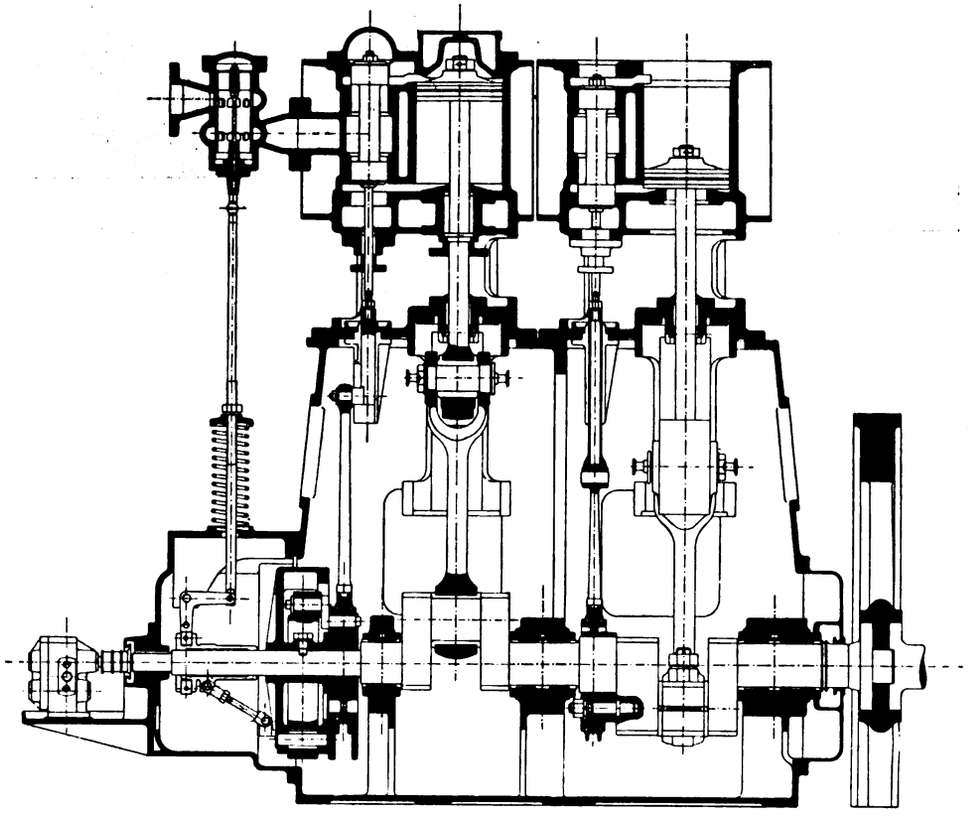


Fig. 1. Zwillingsmaschine für 180 *PS* (Schnitt).

durch hinterlegte und dazwischenliegende Federn gleichmäßig an die Zylinderwand angedrückt werden. Der Kolben ist mit Konus auf der mit dem Kreuzkopf aus einem Stück bestehenden, aus bestem Raffinierstahl bestehenden Kolbenstange aufgesetzt. Der Kreuzkopfzapfen läuft in Phosphorbronzelagern, die Schuhe sind aus Gußeisen und mittels Kaliberschrauben mit dem Kreuzkopf verschraubt. Die Schubstange ist am Kreuzkopfende gegabelt, am Kurbelzapfenende als Marinekopf ausgebildet und an letzterer mit Glycolagerschalen versehen. Die Kurbelwellenlager sind mit Weißmetall gefüttert, wodurch ein mit geringster Reibung verbundenes Arbeiten möglich ist. Die Dampfverteilung erfolgt bei allen Kapselmaschinen durch Kolbenschieber, die, wie aus den späteren Diagrammen ersichtlich ist, trotz der hohen Tourenzahl sehr scharf und exakt steuern, und die entweder vom Regulatorexzenter oder von einem fix aufgekeilten Exzenter angetrieben werden. Die Exzenter sind aus Gußeisen, die Bügel aus Stahlguß mit Weißmetall-

Digitized by Google

futter. Die stählerne Exzenterstange greift durch ein mit harten Büchsen ausgeführtes Verbindungsdetail an das Schiebergestänge an, das zumeist in metallenen oder metallgefütterten Führungen gleitet. An dem einen Wellenende ist der Kupplungsflansch zur direkten Verbindung mit der

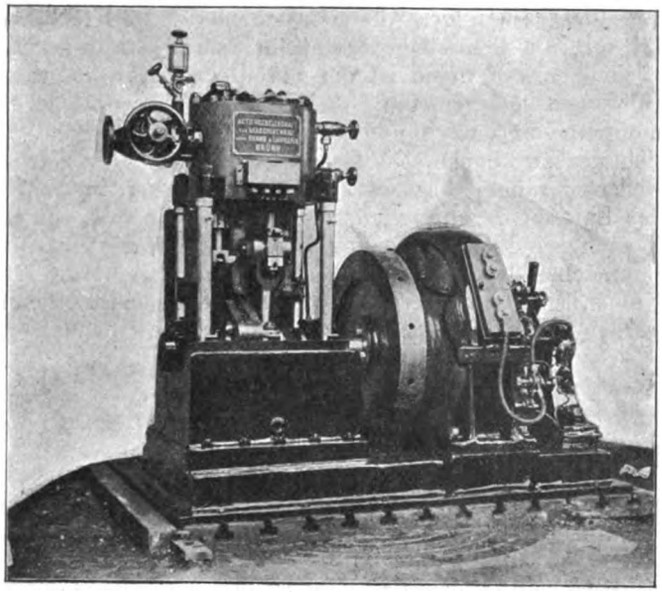


Fig. 2. Offene Maschine für Schiffsbeleuchtung.

Dynamo angeschmiedet und dient gleichzeitig zur Befestigung des Schwungrades. Am anderen freien Wellenende werden die Zylinderschmierapparate durch Schnur- oder Riemenscheibe und direkt mittels Vierkant die Preßölpumpe zur Gestängeschmierung angetrieben. Diese letztere

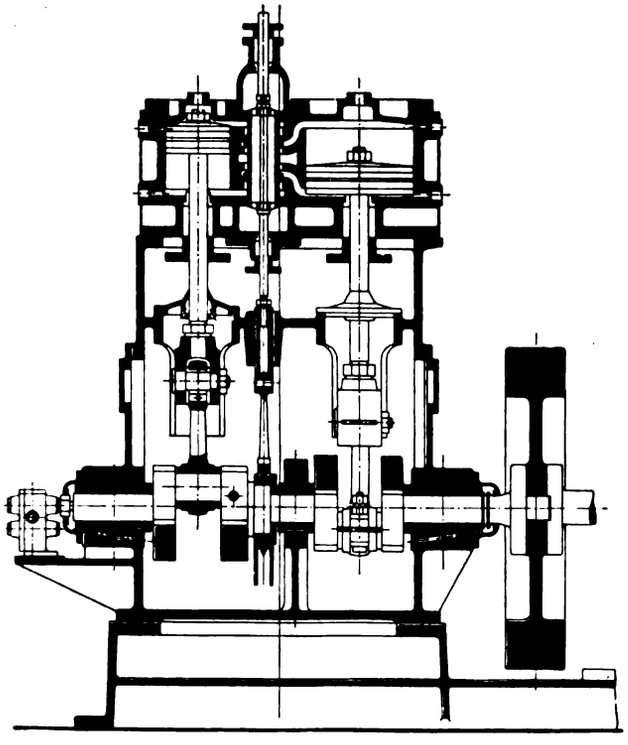


Fig. 3. 35 *PS*-Maschine für Schiffsbeleuchtung (Schnitt).

ist eine ventillose Zahnradölpumpe, die das erzeugte Preßöl durch Rohrleitungen und Bohrungen in den einzelnen Maschinenteilen zu den Laufflächen und Verbrauchsstellen führt. Die gesamte Bauart der Maschine ist daraufhin bearbeitet, einen möglichst geringen Dampf- und Ölverbrauch bei geringsten Instandhaltungs- und Wartungskosten zu erzielen.

Fig. 2, eine stehende offene Maschine, die in dieser Ausführung an die k. u. k. Kriegsmarine geliefert wurde, ist anstatt der alten englischen Aggregate aufgestellt worden.

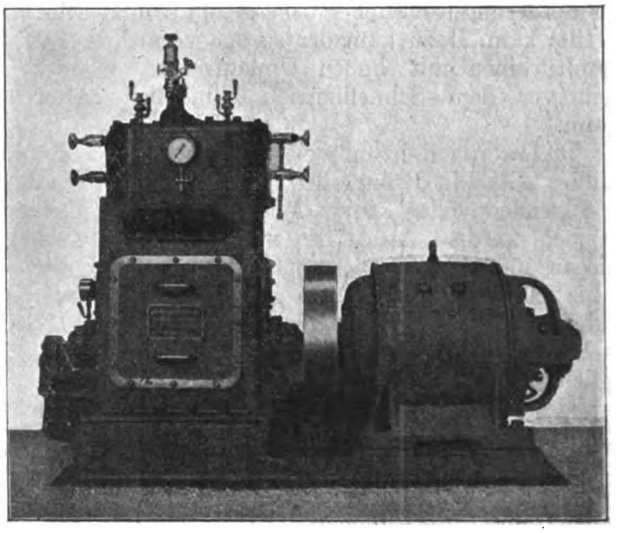


Fig. 4. 35 *PS*-Maschine für Schiffsbeleuchtung.

Diese Maschinen laufen mit 400 Touren und sind mit der Dynamo auf einer gemeinsamen Grundplatte montiert. Der Zylinder ist durch vier kräftige Säulen mit der Grundplatte verbunden. Die Preßölschmierung mußte der Tropfölschmierung weichen. Um ein unnützes Verspritzen des Öls

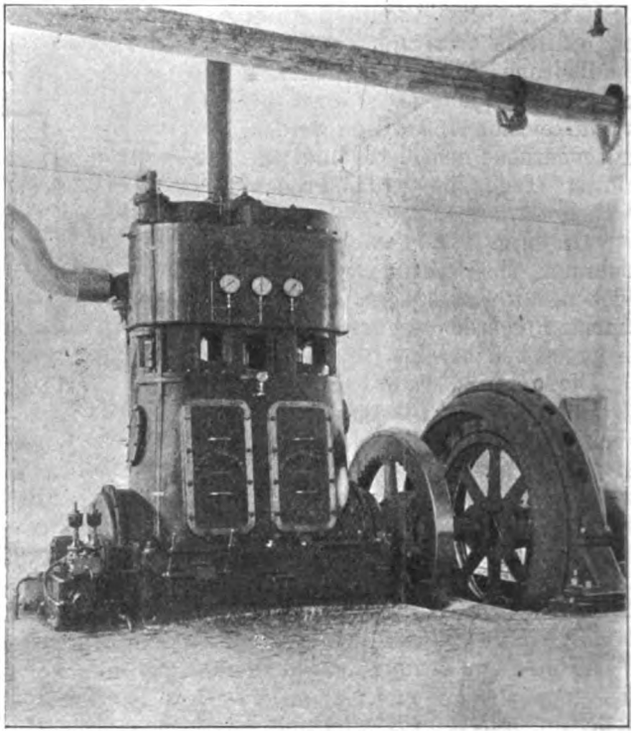


Fig. 5. Maschine für 350 *PS*, 250 Touren pro Min.

zu verhindern, sind allseitig reichliche Spritzbleche vorgesehen, durch die jedoch bei dieser Art der Schmierung die Wartung einigermaßen erschwert wird.

Für kleinere Beleuchtungsaggregate hat die Firma Brand & Lhuillier in Brünn raschlaufende Maschinensätze von 2·5 bis 15 *kW* Leistung geschaffen, die besonders von

Digitized by Google

der k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrtsgesellschaft für ihre Schiffsbeleuchtung viel verwendet werden.

Für die bereits erwähnten Aggregate für Schiffsbeleuchtung in den verschiedenen Größen, siehe Fig. 3 und 4, sind sowohl Einzelzylinder als auch Verbundanordnungen gewählt worden, letztere in Woolfscher Bauart. Diese sind für 12 Atm. Admissionsdruck bei zirka 600 bis 700 Touren gebaut und leisten hiebei bis zirka 35 *PS*. Die Kurbeln sind unter 180° gegeneinander versetzt. Die Schieber sind mit selbstspannenden Schieberringen ausgestattet. Alle Laufflächen sind reichlich bemessen und mit Preßöl geschmiert. Maschine und Dynamo sind auch hier auf gemeinsamer Grundplatte montiert.

Im Jahre 1906 erbaute die k. k. österreichische Tabakregie die erste elektrische Zentrale mit Kapselmaschinenantrieb in der Tabakfabrik in Hainburg. Die mit dieser Anlage gemachten guten Erfahrungen veranlaßten die Generaldirektion der Tabakregie zur Errichtung weiterer Zentralen in den Fabriken zu Winniki, Monasterziska, Laibach usw. Im vergangenen Jahre wurde nun die Hainburger Anlage um ein neues 350 *PS* Aggregat vermehrt, das in Fig. 5 im Bild zu sehen ist. Diese Maschine leistet bei 250 Touren p. M., 12 Atm. Admissionsüberdruck 350 *PS* bei Kondensationsbetrieb. Der Dampfverbrauch wurde bei obigen Daten, 300° C Dampfüberhitzung und 16° C Einspritzwassertemperatur mit 9·5 *kg* pro *kWh* garantiert, bei einem $\cos \varphi = 0{\cdot}7$ des Dreiphasenstromgenerators. Bei den im Dezember stattgefundenen Garantieversuchen wurden auf die Garantiewerte umgerechnet eine Ziffer von 8·92 *kg* Dampf pro *kWh* erreicht. Zu bemerken wäre hier noch, daß die Maschine mit einer Tourenstellvorrichtung versehen ist, die eine Veränderung der Tourenzahl von $\pm 5\%$ während des Ganges gestattet.

In Fig. 6 ist eine stehende Maschine von 20 *kW* Leistung im Schnitt dargestellt. Diese Maschinen haben bereits ebene Kreuzkopfführungen, die Ölfilter und Ölpumpen sind hier ganz außerhalb der Ständer angeordnet und daher leicht zugänglich. Letztere Maschine hat ihren Antrieb vermittelst Riemen auf eine Transmission.

Zum Schlusse wäre noch einiger Ausführungen von Großkapselmaschinen zu erwähnen. Es sind dies Maschinen von mehr als 300 *PS* Leistung. Von diesen Größen stehen Maschinen in den Zuckerfabriken von Wischau, Austerlitz, Reitz usw., auf der Werfte der k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrtsgesellschaft in Korneuburg, in der Hombocker Feineisengießerei in Mariental im Betrieb. Einige solcher Maschinen stehen auch in verschiedenen Spinnereibetrieben und Webereien sowie eine Anlage von fast 400 *PSe* Leistung im k. u. k. Monturdepot Nr. 1 in Brünn im Betrieb.

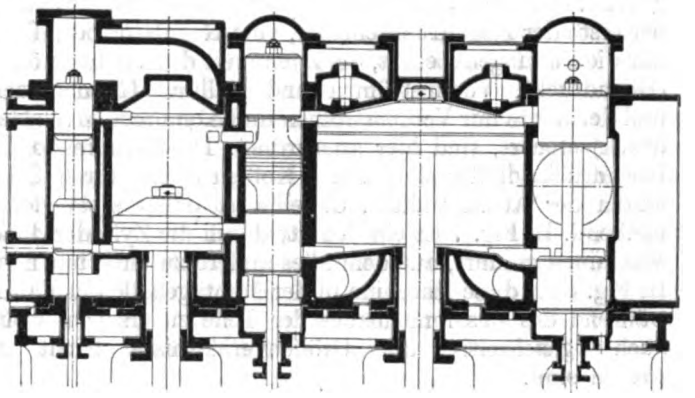


Fig. 7. Maschine für 650 *PS* (Schnitt durch die Zylinder).

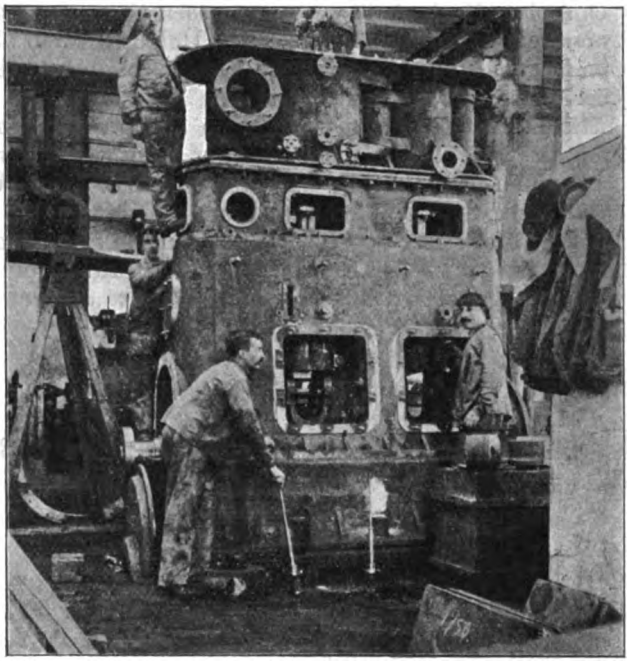


Fig. 8. Maschine für 650 *PS* (Montage).

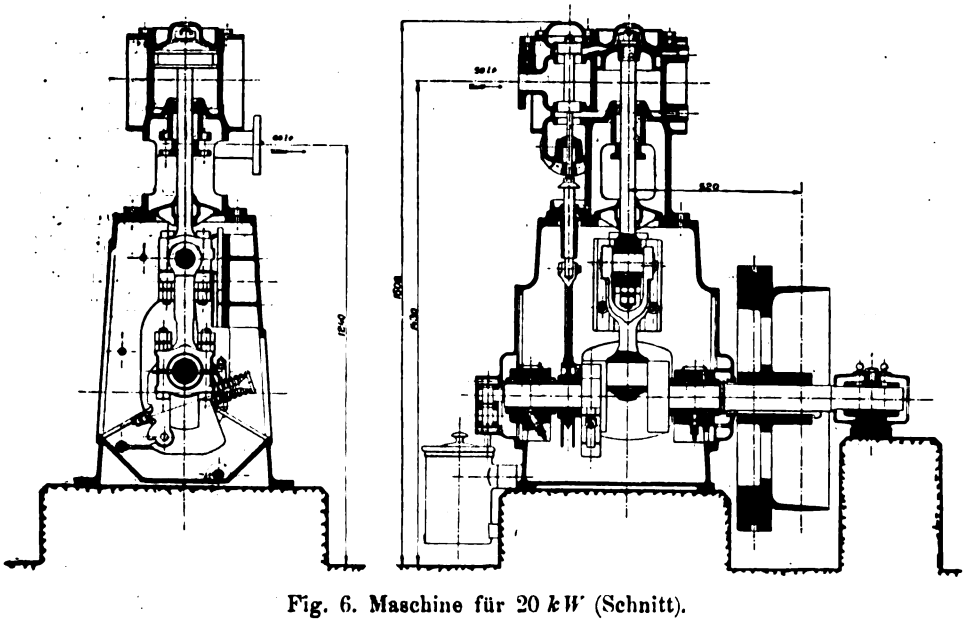


Fig. 6. Maschine für 20 *kW* (Schnitt).

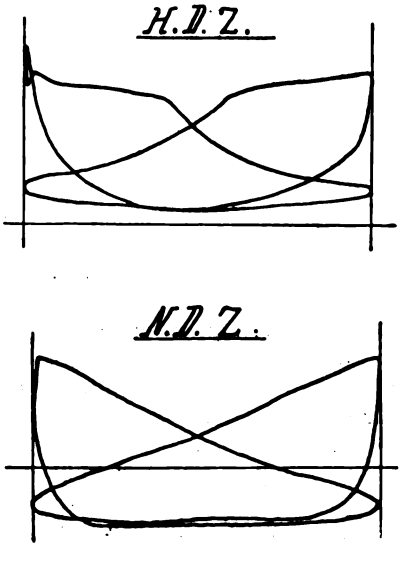


Fig. 9. Diagramm einer Maschine für 550 *PS*.

Digitized by Google

Einer Type von 650 *PS* Leistung wäre infolge ihrer eigenartigen Bauart besonders Erwähnung zu tun. Diese Maschine besitzt geheizte Deckel, und zwar werden Hoch- und Niederdruckzylinder durch direkten strömenden Dampf geheizt. Drei ganz voneinander unabhängige Schieber, wovon der erste der Hochdruckschieber, vom Regulator beeinflußt, nur die Füllungen steuert, der zweite nur das Vorausströmen (Hochdruck), Voreinströmen und Füllung (Niederdruck) und der dritte nur Vorausströmen und Kompression (Niederdruck) steuert, sind hier angeordnet. Die Kompression im Hochdruckzylinder steuert der Kolben selbst durch Überlaufen der Auslaßschlitze, dieselbe ist daher stets gleichbleibend. In Fig. 7 ist ein Schnitt durch die Zylinder dieser Maschinen geführt, aus dem alles andere zu entnehmen ist. In Fig. 8 ist diese Maschine in der Montagehalle der Fabrik während des Zusammenbaues der Teile zu ersehen, wobei auch gleichzeitig die Größenverhältnisse leicht zu werten sind.

Interessant sind die Ergebnisse des im Beisein des Herrn Professors Dr. Ing. Niethammer der Brünner technischen Hochschule vorgenommenen Garantieversuche. Garantiert waren bei 11 Atm. adm. Überdruck und 350° C Überhitzung an der Maschine, bei Kondensationsbetrieb und einer Einspritzwassertemperatur von zirka 16° C bei einer mittleren Belastung von 550 *PS* ein Dampfverbrauch von 5·5 *kg* pro *PSi*/Std. Bei dem während des normalen Betriebes vorgenommenen Versuch wurden bei 10·5 Atm. Überdruck adm., 300° C Überhitzung an der Maschine bei einer mittleren Belastung von 400 *PS* und einer Einspritzwassertemperatur von 8° C zirka 5 *kg* pro *PSi*/Std. verbraucht. Die gute Steuerung der Kolbenschieber ist aus dem Diagramm Fig. 9 zu ersehen.

Die elektrotechnische Industrie im Jahre 1913.

Für den Jahresbericht der Niederösterreichischen Handels- und Gewerbekammer.

Von **Emil Honigmann.**

(Schluß von Heft 25, Seite 535.)

IV. Elektrische Bahnen.

Im Jahre 1913 wurden folgende Linien neu eröffnet: Lokalbahn Vöcklamarkt—Attersee 13·6 *km*, Lokalbahn Karwin—Deutsch-Leuten 13·1 *km*, Mittenwaldbahn: Teilstrecke Reutte—Reichsgrenze 30·2 *km*, Ebelsberg—St. Florian 9·6 *km*, Mixnix — St. Erhart 10·6 *km*, Oderberg—Deutsch-Leuten 6·8 *km*, Lana—Burgstall—Oberlana 3·9 *km*. Ferner fanden Erweiterungen der Straßenbahnen Wien, Prag, Krakau, Teplitz und Abbazia statt. Ganz besonders ist aber der Fertigstellung der Vollbahn Wien—Preßburg zu gedenken, deren Zustandekommen unendlichen Schwierigkeiten begegnete. Vorderhand dient sie außer dem Warentransport vornehmlich dem Lokalverkehr und bildet eine viel langsamere Verbindung Preßburgs mit Wien als die Staatsbahnstrecke, obwohl technisch alle Vorkehrungen getroffen sind, um mit derselben zu konkurrieren. Die Elektrifizierung der Staatsbahnen stagnierte 1913 vollkommen, sogar die schon ziemlich weit gediehenen Verhandlungen mit der rührigen Stern & Hafferl A.-G. über die Stromlieferung für die Strecke Attnang—Steinach—Irdning wurden infolge der desolaten Finanzverhältnisse unterbrochen. Im Studienbureau der Staatsbahnen liegen viele Projekte ganz oder nahezu fertig, jedoch wird an ihre Verwirklichung wohl noch lange nicht gegangen werden können, da bekanntlich unter den heutigen politischen Verhältnissen außer für Rüstungszwecke so gut wie überhaupt kein Geld verfügbar ist. Auch der Bau der Wiener Untergrundbahnen und die Elektrifizierung der Stadtbahn befindet sich noch immer im Verhandlungsstadium, doch bestehen begründete Aussichten, daß die Finanzierung binnen absehbarer Zeit durchgeführt wird; die technischen Schwierigkeiten sind bei weitem nicht so groß wie die finanziellen. Wenn erst einmal die Arbeiten für diese großartige Unternehmung im Gange sind, so wird aller Voraussicht nach für die Elektrotechnik auch wieder eine bessere Zeit beginnen, da erfahrungsgemäß die mittleren und kleineren Firmen weit weniger unter der Konkurrenz der großen Konzerne zu leiden haben, sobald diese mit umfangreichen und gewinnbringenden Aufgaben beschäftigt sind. Zahlreiche neue Projekte beschäftigen die Bahnbauer, unter anderen die Elektrifizierung der Kahlenbergbahn, welche auch für die Wohnungsfürsorge der Metropole von Bedeutung sein wird. Ein bedeutsames Projekt ist die Schaffung einer elektrischen Schnellbahn von Wien nach Brünn über Nikolsburg, die volkswirtschaftlich von größter Wichtigkeit wäre und die so geplant ist, daß die Schnellzüge nicht mehr als $1^3/_4$ Stunden zur Verbindung der beiden Städte benötigen würden, während sie jetzt $2^1/_4$ bis nahezu 3 Stunden brauchen. Der Verwirklichung dieses interessanten Projektes werden aber große Schwierigkeiten in den Weg gelegt; hoffentlich gelingt es, sie schneller zu bewältigen, als seinerzeit die der Preßburger Bahn bereiteten Hindernisse. Die Staatseisenbahnverwaltung trifft in weitausschauender Weise Vorkehrungen, um sich alle für eine spätere Krafterzeugung notwendigen Wasserkräfte schon jetzt zu sichern. Eine große Anzahl von eigenen Konzessionen hat sie selbst erworben, vielfach hat sie auch Stromlieferungsverträge mit der Privatindustrie abgeschlossen; so hat sie sich zum Beispiel bei den Etschwerken den Strom für eine eventuelle Elektrifizierung der Bozen—Meraner Bahn und der Vintschgaubahn vorbehalten usw. Auch die Südbahn läßt das Problem nicht aus den Augen und hat zum Beispiel Studien über die Umwandlung der Pustertalbahn auf elektrischen Betrieb, für welche die Kraft der Drau im Ausmaße von 6 bis 8000 *PS* in Frage käme, gemacht. An Unternehmungslust fehlt es also nicht, hoffentlich bessern sich auch bald die finanziellen Verhältnisse soweit, daß ein Teil dieser großzügigen und für die allgemeine Volkswirtschaft wie insbesondere für die Elektrotechnik wichtigen Projekte zur Verwirklichung gelangen.

Wenig befriedigend sind die Fortschritte der Einführung elektrischen Lichtes in den Personenwagen. Die in noch nicht ganz 300 Wagen vorgenommenen Versuche ergaben das tadellose Funktionieren der angewandten Systeme. Doch wird nicht nur nicht die bestehende Gasbeleuchtung allmählich durch elektrische Lampen ersetzt, sondern auch bei Einstellung neuer Waggons wird die elektrische Beleuchtung stiefmütterlich behandelt, obwohl im Staatseisenbahnrat ein Antrag Licht-Günther, dieselbe bei günstigeren und gleichen Einstandspreisen zu bevorzugen, Annahme fand.

V. Produktionsbedingungen.

Die Ursachen der teureren Produktion unserer Industrie gegenüber derjenigen anderer Länder sind schon wiederholt besprochen worden. Technisch und kommerziell steht die österreichisch-ungarische Elektrizitätsindustrie der des Auslandes durchaus nicht nach, hat im Gegenteil dieselbe oft durch Erfindungen, Anregungen, Neukonstruktionen u. dgl. befruchtet. Sie hat aber unter den leidigen politischen Ver-

Digitized by Google

hältnissen, der enormen Steuerlast, der agrarisch orientierten Handelspolitik, der geringen Förderung seitens der Behörden, den viel schwierigeren Absatzverhältnissen und anderen Hemmnissen zu leiden, deren Beseitigung Jahre erfordern würde. Vor allem ist auch die Kaufkraft unseres Geldes geringer als es zum Beispiel in Deutschland der Fall ist; das meiste, was man zum Leben braucht, ist also viel teurer. Hiedurch wachsen die Ausgaben für die Arbeitslöhne und Gehälter unverhältnismäßig, zumal die Leistungen nach dem allgemeinen Urteil sich nicht nur nicht im gleichen Maße steigern, sondern zurückgehen. Dies gilt besonders auch vom technischen und kaufmännischen Personal, was sich in der Elektrotechnik besonders aus dem Grunde unangenehm bemerkbar macht, weil diese infolge ihres rapiden Aufschwungs, ihrer Vielseitigkeit und der unablässigen Veränderungen der herrschenden technischen Anschauungen an die Agilität, Begabung und den guten Willen all derer, die damit zu tun haben, besondere Ansprüche stellt. Über die mangelhafte Vorbildung des Bureau- und Werkstättenpersonals wird in gleicher Weise geklagt. Das gleiche gilt von den technischen Beamten, die erst mühsam herangezogen werden müssen. Bei Ingenieuren, welche Hochschulbildung genossen haben, wird eine gründliche Kenntnis der juristischen und volkswirtschaftlichen Verhältnisse, die nicht nur für den Verwaltungstechniker, sondern auch für den Akquisitions- und Montageingenieur immer dringender wird, vermißt. Es ist deshalb vielfach der Wunsch geäußert worden, für diese Grenzgebiete eigene Lehrstühle an den Techniken zu errichten; dem steht allerdings die ohnehin große Belastung der Studierenden mit unentbehrlichen Kollegien und Übungen, also Zeitmangel, entgegen. Bei den Arbeitern wird über das geringe Angebot gelernter Professionisten geklagt, das nicht zunimmt, obwohl Qualitätsarbeiter vorzügliche Verdienstmöglichkeiten haben; hingegen wächst der Andrang ungelernter, ungeübter und minderqualifizierter Arbeiter enorm, besonders in Zeiten sinkender Konjunktur. Die Fabriken sehen sich infolgedessen genötigt, alle technischen Fortschritte im Werkzeugmaschinenbau trotz der damit verknüpften hohen Investitionen sich nutzbar zu machen und Arbeitskräfte sparende, möglichst automatisch arbeitende Maschinen anzuschaffen. Eine Statistik über die in der elektrotechnischen Branche tätigen Arbeiter existiert nicht, da dieselben bei den Berufsgenossenschaften und Krankenkassen unter ihren Spezialfächern, also als Schlosser, Dreher, Mechaniker usw. geführt sind. Es ist aber Tatsache, daß zurzeit der Arbeiterstand in den elektrotechnischen Fabriken niedriger ist als im Jahre zuvor, denn der ungünstige Beschäftigungsgrad zwang dazu, Arbeiter zu entlassen und überdies auch die Arbeitszeit zu reduzieren. Von den Monteuren gilt dasselbe wie von den Fabriksarbeitern, insbesondere Überangebot von ungeschulten Kräften und Mangel an qualifizierten

Zahlentafel X. **Preisschwankungen der wichtigsten Rohstoffe während der letzten sechs Jahre.**

		Chilikupfer per Kassa	Elektrolytisches Kupfer	Zinn per Kassa	Zink	Blei
1905	Jänner	68 2 6	72 — —	134 — —	25 5 —	12 15 6
	April	67 7 6	72 10 —	138 12 6	23 17 6	12 10 —
	Juli	65 17 6	72 15 —	139 5 —	23 17 6	13 7 6
	Oktober	71 5 —	78 10 —	146 15 —	27 7 6	14 2 6
1906	Jänner	79 5 —	88 10 —	161 5 —	28 17 6	17 15 —
	April	83 15 —	89 — —	168 17 6	25 — —	15 — —
	Juli	81 5 —	88 10 —	177 2 6	27 2 6	16 15 —
	Oktober	91 2 6	98 — —	190 15 —	27 12 6	18 12 6
1907	Jänner	104 10 —	114 — —	193 10 —	28 5 —	20 — —
	April	97 — —	117 — —	184 15 —	26 — —	19 7 6
	Juli	98 — —	108 — —	192 5 —	24 5 —	20 15 —
	Oktober	65 — —	71 — —	162 5 —	20 17 6	21 5 —
1908	Jänner	61 10 —	66 10 —	118 7 6	19 7 6	14 15 —
	April	58 12 6	63 — —	144 17 6	21 7 6	14 5 —
	Juli	56 10 —	60 10 —	125 — —	18 — —	12 15 —
	Oktober	59 10 —	64 10 —	134 5 —	19 12 6	13 10 —
1909	Jänner	59 17 —	67 — —	126 15 —	21 5 —	13 7 6
	April	57 10 —	61 10 —	133 15 —	21 13 9	13 11 3
	Juli	60 — —	64 — —	133 7 6	21 17 6	12 17 6
	Oktober	57 1 3	61 10 —	138 5 —	23 5 —	13 10 6
1910	Jänner	60 10 —	66 — —	146 15 —	23 7 6	14 2 6
	April	56 15 —	62 10 —	151 2 6	22 7 —	12 17 6
	Juli	54 12 6	60 — —	149 5 —	22 15 —	12 17 6
	Oktober	57 8 9	62 — —	169 10 —	24 — —	13 12 6
1911	Jänner	52 2 6	61 5 —	174 15 —	24 — —	13 7 6
	April	54 7 9	58 15 —	185 9 6	23 5 —	13 3 —
	Juli	56 15 —	60 10 —	192 10 —	24 15 —	12 16 3
	Oktober	55 15 —	60 10 —	191 12 6	26 15 —	15 15 —
1912	Jänner	61 12 —	66 5 —	199 10 —	26 15 —	15 13 9
	April	69 10 —	74 10 —	198 — —	25 — —	16 2 6
	Juli	77 10 —	84 — —	209 10 —	25 12 6	18 7 6
	Oktober	79 — —	85 — —	230 10 —	27 7 6	21 10 —
1913	Jänner	80 10 —	83 10 —	227 5 —	26 — —	18 1 3
	April	73 — —	72 10 —	215 — —	24 10 —	16 5 —
	Juli	69 10 —	70 10 —	194 5 —	20 10 —	18 — —
	Oktober	79 — —	79 10 —	190 — —	20 — —	18 10 —

Digitized by Google

Leuten. Manche größeren Unternehmungen haben sich genötigt gesehen, eigene Kurse zur Fortbildung der Monteure zu veranstalten, die einer gewissen theoretischen Ausbildung nicht entraten können; eine häufig nicht sehr dankbare Aufgabe, da ein starker Stellenwechsel stattfinden soll.

Was die Beschaffung des Rohmaterials anlangt, so machte dieselbe im Berichtsjahre keine besonderen Schwierigkeiten. Wie aus Fig. 7, welche die Bewegung des Metallmarktes veranschaulicht, entnommen werden kann, haben Zink und Blei nur geringe Schwankungen durchgemacht. Kupfer sank im April 1913 etwas unter das Niveau des Vorjahres und hielt sich unter demselben bis zum Jahresschluß, allerdings war es höher als in den Jahren 1909 bis 1911. Zinn verhielt sich ziemlich sprunghaft und hatte in der ersten Hälfte des Jahres eine Hausse zu verzeichnen, fiel dann ganz beträchtlich und vermochte sich nach einem kurzen Aufstieg im September nicht mehr zur Höhe der früheren Jahre zu erheben. Die Messingpreise waren außerordentlich niedrig, da das Messingkartell aufgelöst worden ist, was besonders den Beleuchtungskörperfabriken zugute kam. Eisen und Stahl ging ebenfalls im Preise wesentlich herunter, dagegen stiegen die Notierungen von Kohle, Benzin und Ölen; Porzellan ist kartelliert und nutzt den vollen Zollschutz aus. Zahlentafel 7 und 8 gibt Auskunft über eine Anzahl von wichtigen Hilfsmaterialien für elektrotechnische Zwecke.

VI. Rückwirkung der Gesetzgebung und Verwaltung auf die wirtschaftlichen Verhältnisse.

Wie die Anlage und die Organisierung des Eisenbahnverkehrs durch die Initiative des Privatkapitals zustande kam und erst dann, als sich seine Rentabilität erwiesen hatte und das Risiko fast ganz geschwunden war, von den Staatsregierungen übernommen wurde, so scheint es auch mit der Auswertung der Elektrizität gehen zu wollen, wenigstens gewinnt die Tendenz immer mehr Anhänger, die Erzeugung und Lieferung elektrischer Energie dem Privatunternehmer allmählich aus der Hand zu nehmen und dem Staat oder den Ländern zu überlassen. Ein Elektrizitätsmonopol hat ja gewiß manches für sich, denn zweifellos ist die Lieferung elektrischer Energie eine gemeinnützige Tätigkeit und es läßt sich rechtfertigen, wenn man ihre Verbraucher von der Willkür privater Unternehmer unabhängig machen will. Auch wird der Staat selbst ein immer größerer Verbraucher elektrischen Stromes und hat besonders im Hinblick auf die allmählich sich vollziehende Elektrifizierung der Eisenbahnen ein Interesse daran, rechtzeitig die Hand auf die Erzeugungsstätten der Elektrizität zu legen und sich die unschätzbare Naturkraft in ausreichender Menge für die Zukunft zu sichern. Sodann ist nicht zu leugnen, daß jetzt noch eine Art Raubbau mit den kraftspendenden Stoffen: Wasser, Kohle, Öl, Torf usw. getrieben wird, da dieselben in zahllosen kleinen Anlagen zersplittert und damit unsystematisch und weniger wirtschaftlich ausgenutzt werden. Zweifellos ist eine Erzeugung der Elektrizität in großem Maßstabe an den Plätzen, wo Wasserkraft oder Brennmaterial billig zur Verfügung steht, wesentlich rationeller und seit geraumer Zeit zeigt sich eine Tendenz zu ihrer Zentralisation, welche doch das natürliche Entwicklungsprinzip der technischen und ökonomischen Ausbeutung elektrischer Energie darstellt. Schon jetzt bedürfen Errichtung und Betrieb von Elektrizitätswerken einer staatlichen Konzession und die Gemeinden haben vielfach, ebenso wie die Gas- und Wasserleitungswerke auch die Erzeugung und den Verkauf der Elektrizität in die Hand genommen. Schließlich, aber nicht zuletzt, kommt auch die finanzielle Bedeutung eines Monopols in Frage, das bei geeigneter Organisation dem Staate reichen Gewinn abwerfen könnte. Diesen offenbaren Vorteilen stehen aber unzweifelhafte Bedenken gegenüber. Wie die Ergebnisse der Staatsbahnbetriebe in verschiedenen Staaten, also unter verschiedenen Verhältnissen zeigen, ist die Rentabilität eines Monopols nicht immer und unter allen Umständen mit Sicherheit anzunehmen. Daß ein kaufmännisch geleitetes Unternehmen infolge seiner Bewegungsfreiheit und ledig all der Rücksichten, denen gemeinnützige, von Behörden geleitete Unternehmungen unterworfen sind, weit größere Gewinstchancen in sich birgt, als der schwerfällig arbeitende Mechanismus eines Staatsbetriebes, wissen wir in Österreich nur zu gut. Aber ob die Verwaltung auch tatsächlich überall und immer nur vom Gesichtspunkte des Allgemeinwohls ausgehen will und kann, ist auch noch zweifelhaft. Da sind Rücksichten auf Personen und Parteien, politische Einflüsse und parlamentarische Verhältnisse zu nehmen, fiskalische Momente spielen ebenfalls eine große Rolle und wenn schon Gemeinden ihre Monopolstellung bei Licht-, Kraft-, Gas- und Wasserwerken oder Straßenbahnen durch Tariferhöhungen ausgenutzt haben, so wird sich der Staat wohl kaum nur durch altruistische Motive leiten lassen. Für die elektrotechnische Industrie selbst, die ja tausende von Ingenieuren, Technikern, Kaufleuten, Monteuren und Arbeitern beschäftigt, würde ein Regal die empfindlichsten Nachteile, für manche Unternehmungen vielleicht den Ruin bringen, leiden die Spezialfabriken, Installateure, Händler und Kommissionäre doch schon jetzt vielfach unter den versteckten Monopolen, welche die großen Konzerne an vielen Orten lediglich infolge ihrer Kapitalsmacht auszuüben imstande sind. Gegen die Autorität des Staates werden sie aber überhaupt nicht aufkommen können und es liegt auch die Gefahr nahe, daß, wie schon heute manche Verwaltungen von Elektrizitätswerken sich den Verkauf gewisser Bedarfsartikel, zum Beispiel Glühlampen, stellenweise sogar die Ausführung der Installationsarbeiten innerhalb ihres Bezirkes vorbehalten, die Behörden ihre Abnehmer an bestimmte Bezugsquellen binden und damit in die Handels- und Gewerbefreiheit einen verhängnisvollen Eingriff sich erlauben werden. Zu der moralischen Gefahr, welche darin beruht, daß der Staat damit neue Legionen von Beamten und Arbeitern in seine Abhängigkeit bekäme, kommt die Last, die er sich für ihre Versorgung auf Lebenszeit und darüber hinaus aufbürdet. Die Nachteile, welche durch die Bureaukratisierung eines ganzen, hohe Intelligenz und Fertigkeiten beanspruchenden Berufs für die geistige Entwicklung des Volkes und für seine politische Erziehung erwachsen, sind bereits von hervorragenden Autoritäten gelegentlich des Wiener Kongresses für Sozialpolitik beleuchtet worden. Ganz besonders aber ist zu befürchten, daß der Unternehmungssinn und der Wagemut, den die Privatetablissements stets gezeigt und mittels dessen sie die unvergleichlich rasche und glänzende technische und wirtschaftliche Entwicklung der Elektrotechnik zuwege gebracht haben, gedrosselt, vielleicht erstickt werden würde und daß diejenigen Staaten, welche die Elektrizitätsversorgung in die eigene Hand nehmen, bald hinter denen zurückbleiben würden, in denen der privaten Initiative ein genügender Spielraum bleibt.

Diese die elektrotechnischen Kreise seit einiger Zeit beschäftigenden Probleme mußten hier gestreift werden, da sie schon jetzt anfangen, nicht nur in der Literatur, sondern auch in der Praxis feste Gestalt anzunehmen und da sogar die Länder bei uns dem Staate zuvor kommen wollen. Im mährischen Landtag ist ein Antrag auf Erlassung eines Gesetzes über die Versorgung des gesamten Landes Mähren mit Elektrizität eingebracht worden, welcher nichts weniger als die Monopolisierung der Energieerzeugung in diesem

Digitized by Google

Kronlande beabsichtigt. Es ist ein großzügiges, durch seine technischen Vorzüge blendendes Projekt ausgearbeitet worden, das auch die Heranziehung des Privatkapitals ins Auge faßt. Es soll eine sogenannte „gemischtwirtschaftliche Unternehmung" gegründet werden, bei der privates und öffentliches Kapital zusammenarbeiten; diese neue Kapitalsassoziationsform soll die Vorzüge sowohl des Privat- als des behördlichen Betriebes vereinigen, die kaufmännische Überlegenheit des Privatunternehmers und die autoritäre Gewalt der Behörden verschmelzen und so beider Vorzüge in sich aufnehmen und die Erschwernisse aus dem Wege räumen. Im speziellen Falle soll dem Lande die uneingeschränkte Herrschaft über die Wasserkräfte und Straßen gesichert werden, worin von fachkundiger Seite eine große Gefahr für das seit Jahren ersehnte Reichselektrizitätswegegesetz erblickt wird. Durch ein Heimfallsrecht, das sich das Land nach 20jähriger Betriebsdauer vorbehält, wird die Beteiligung des Privatkapitals, das bei der Abstimmung in der Verwaltung in der Minorität bleibt, weiter eingeschränkt. Die größte Gefahr des Projektes scheint aber in seiner politischen Tragweite zu liegen, die bei den nationalen Zwistigkeiten auf gemischtsprachigem Boden von besonderer Bedeutung ist. Infolgedessen macht sich auch eine starke Opposition dagegen geltend. Jedenfalls ist das Projekt hochinteressant und für unsere Zeit, wie für die in der elektrotechnischen Welt aufkeimenden Ideen charakteristisch. Im Anschluß daran sei einer Studie des Ingenieurs A. Buchleitner gedacht, der die systematische und planmäßige Verwertung der alpenländischen Wasserkräfte und den Ausbau eines sich über die Länder verzweigenden engmaschigen Leitungsnetzes vorschlägt, dessen Finanzierung und Verwaltung ebenfalls durch eine gemischtwirtschaftliche Unternehmung stattfinden soll. Buchleitner berechnet den gesamten Kraftbedarf Österreichs mit 25 000 Millionen *PS*/Std. In den Alpenländern seien allein 17 500 Millionen *PS*/Std. verfügbar, von denen bisher nicht mehr als 400 Millionen *PS*/Std. verwertet werden. Der dadurch erwachsende Verlust an Volksvermögen wird vom Projektanten auf nicht weniger als 200 Millionen Kronen jährlich geschätzt. Auch dieses Projekt bildet einen Beweis, wie tief die Elektrotechnik in unsere Volkswirtschaft eingreift und wie sehr sie die Aufmerksamkeit unserer leitenden Kreise — nicht nur vom fiskalischen Standpunkte — verdient.

Die vorhin erwähnte reichsgesetzliche Regelung des Elektrizitätswesens ist noch immer nicht zustandegekommen, ihrer Verwirklichung sieht man jetzt mit gemischten Gefühlen entgegen. Die behördliche Einmischung beeinträchtigt an allen Ecken und Enden die berechtigte Bewegungsfreiheit unseres Gewerbes; so ist im Arbeitsministerium eine sogenannte Beratungsstelle eingerichtet worden, welche nicht nur die Begutachtung sondern auch die selbständige Ausarbeitung von Projekten für Gemeinden usw. übernimmt. In welcher Weise dieses Amt funktionieren soll, ist bisher noch nicht bekannt geworden, jedenfalls droht dem Stande der beratenden Ingenieure dadurch eine Beeinträchtigung ihrer Tätigkeit. In Deutschland bestehen Bestrebungen, sogenannte Wardeinkammern zu schaffen und damit eine umfassende, das Standesbewußtsein und die Standesehre hebende Organisation zu begründen. Bei uns ist der Einfluß dieses wichtigen Berufes bei weitem nicht so groß wie zum Beispiel in England und seine Ausgestaltung könnte dazu beitragen, die heute herrschende Vergeudung von Zeit, Geld und Arbeit einzudämmen, welche durch die kostenlose Beistellung der zahllosen Konkurrenzprojekte entsteht, von denen vielleicht nicht einmal 10 oder 20% zur Ausführung gelangen. Wiederholt ist die Frage der Projekthonorierung angeschnitten worden, aber immer ohne Erfolg, da viele, besonders jüngere oder kleinere Firmen überhaupt nie zu Aufträgen kämen, wenn sie nicht die Last der unentgeltlichen Projektausarbeitung und der zahlreichen, das Regiekonto aller Firmen heute enorm beeinflussenden Akquisitionsreisen auf sich nehmen würden. Hier könnte die Ausgestaltung der Gutachtertätigkeit durch erfahrene, gewissenhafte und vollkommen objektive Consulting engineers Wandel schaffen.

Die Art und Weise, wie sich die Submissionen vollziehen, gibt nach wie vor zu Klagen Anlaß. Von manchen Seiten wird behauptet, daß vielfach öffentliche Ausschreibungen nur pro forma geschehen und daß von vornherein fest stünde, wer den Auftrag erhalten wird; anderweitig wird wieder geltend gemacht, daß der billigste Offerent nicht der preiswürdigste sei, daß vielmehr ein Durchschnittsschlüssel angenommen werden solle, wonach die Vergebung zu erfolgen hätte. Hiemit würde auch Mißbräuchen, die infolge von Indiskretionen vorkommen, vorgebeugt sein. Ganz besonders aber wird der Wunsch geäußert, der Spezialisierung der elektrotechnischen Industrie Rechnung zu tragen und nicht die Anlagen in Bausch und Bogen zu vergeben, sondern in einzelnen Losen auf verschiedene Offerenten zu verteilen. Dies würde sicherlich eine erhebliche Förderung der Spezialfabriken zur Folge haben.

Daß die Steuerlasten geringer werden mögen, ist ein allgemeiner frommer Wunsch, dessen Erfüllung ja nicht die geringste Aussicht bietet, im Gegenteil. Immerhin ist zu berücksichtigen, daß dieselben ein retardierendes Moment für die Entwicklung der Elektrizitätswerke bilden, da sie in einzelnen Ländern nach Hinzurechnung der Landes- und Gemeindeumlagen ein Viertel und mehr des Gewinnes verschlingen und damit die unentbehrliche oder wenigstens wünschenswerte Heranziehung von ausländischem Kapital verhindern. Bei der elektrotechnischen Industrie spielen ohnehin die Regien eine ganz bedeutende Rolle; so mußte im Jahre 1912 die A. E. G.-Union Elektrizitäts-Gesellschaft um 1·2 Millionen Kronen Reingewinn zu erzielen, mehr als 2 Millionen Kronen Regien aufwenden. Die Gesellschaft für elektrische Industrie weist fast bei 1·5 Millionen Kronen Regie einen Reingewinn von nur K 220 000 aus und die Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke hatten ohne Abschreibungen sogar 11·2 Millionen Kronen an Unkosten auszugeben, um 2·25 Millionen Kronen Reingewinn zu erarbeiten. Allein die Steuerabgaben überschritten 0·5 Millionen Kronen, also mehr als ein Fünftel des Gewinnes fiel dem Staat und nur vier Fünftel den Aktionären zu. Dabei steigen die sozialpolitischen Lasten immer mehr, besonders die Beiträge für die Pensions-Anstalt erreichen eine unverhältnismäßige Höhe. Nach wie vor beklagen sich die modern eingerichteten Großbetriebe über die Kosten der Arbeiterunfallversicherung, die in keinem Verhältnis zu den Leistungen stehen und deshalb so ungern getragen werden, weil die Einteilung in die Gefahrenklassen ungerecht und gewalttätig sei. Mit Recht wird auch kritisiert, daß der Unfallversicherungszwang auf alle Personen erstreckt werde, die in einem Betriebe beschäftigt sind, wo auch nur ein Elektromotor steht, selbst wenn sie gar nichts damit zu tun haben. Oft betragen die Prämien mehr als die Stromkosten des Motors und bilden damit eine Erschwernis der Einführung elektrischen Betriebes. Die Vereinigung österreichischer und ungarischer Elektrizitätswerke hat an das Handelsministerium deshalb eine Eingabe gemacht, die Unfallversicherungspflicht auf jene Personen zu beschränken, welche tatsächlich durch den Maschinenbetrieb irgendwelchen Gefahren ausgesetzt sind und solche Betriebe von der Pflicht auszunehmen, bei denen die Stärke des Motors so gering ist, daß die Unfallsgefahr gegenüber Handarbeit

Digitized by Google

nicht wesentlich gesteigert erscheint. Mit Recht wird verlangt, daß elektrischer Betrieb als ein Gefahren minderndes und nicht erhöhendes Moment angesehen wird, denn tatsächlich beweist die Unfallstatistik, daß die Unfälle in elektrischen Betrieben im Verhältnis zu anderen gering sind.

Von der Glühlampenindustrie wird beanstandet, daß ihr auf Veranlassung der Gewerbeinspektion seitens der politischen Behörde Schwierigkeiten in der Bewilligung von Überstunden gemacht werden, die während der Wintermonate nicht zu umgehen sind, da die Lampenindustrie ein ausgesprochenes Saisongeschäft ist. Durch derartige Maßnahmen werde ihre Konkurrenzfähigkeit beeinträchtigt.

Schließlich sei wiederholt darauf hingewiesen, daß das Verbot des Abzugs der Obligationenzinsen bei der Bemessung der Erwerbsteuer die Finanzierung elektrischer Anlagen stark beeinträchtigt. In Zeiten, wie den jetzigen, in denen die Unternehmungslust an und für sich auf tausend Hindernisse stößt, wäre die Erfüllung eines Postulates, das vom Wunsche, sie zu beleben, ausgeht, mit Freude zu begrüßen.

Rundschau.

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Das Mississippi-Kraftwerk in Keokuk im Vergleiche mit der hydroelektrischen Donaukraftausnutzung. Nach einem Vortrag, gehalten am 23. Februar 1914 im Wasserwirtschaftsverbande der österreichischen Industrie von Oberbaurat Engelmann.

Der Vortragende behandelt zunächst die Baugeschichte und die allgemeinen volkswirtschaftlichen Grundlagen dieses Riesenwerkes, deren Konzessionierung schon im Jahre 1905 erfolgte, unter Bildung des Syndikates „Mississippi-River Power Co. Keokuk (Jowa)" und dessen Inbetriebsetzung im August 1913 stattfand. Bei dem Bau des 1500 *m* langen Dammes und Kraftwerkes, derzeit für 150 000 *PS*, waren tätig 2500 Arbeiter, Baumaschinen um 5 Millionen Kronen, 25 *km* Bahngeleise mit 19 Lokomotiven und 142 Waggons, 9 Betonmischmaschinen, welche zusammen 168 Waggons pro Tag lieferten, Zentrifugalpumpe von 200.000 m^3 Tagesleistung, Luftkompressoren mit über 10 000 m^3 Stundenleistung usw. Der Bau wurde auch während der Hochwässer und Eisganges nicht unterbrochen. Die Gesamtbauzeit betrug 2·5 Jahre; die Gesamtbaukosten werden mit 120 Millionen Kronen angegeben; die ausgebaute *PS* kostet demnach nur K 800 und bei Verdopplung der Leistung etwa K 500.

Der Vortragende erörtert dann die in Betracht kommenden Typen für den Ausbau einer Donau-Großkraftanlage, und zwar:

1. Die Anlage eines Teilungswerkes mit Flügeldamm ohne Stau, mit langem Obergraben (Projekt Söllner); kein Schiffahrtskanal notwendig, dagegen Stillstand des Werkes bei Minimalwasser im Winter.

2. Regulierbares Stauwehr und Schiffahrtsschleuse im Obergraben; Geschiebeabfuhr im Hauptstrom.

3. Schaffung eines Stausees unter Wegfall des Oberwassergrabens (Projekt Preßburg, Fischer-Reinau); Baggerarbeiten zur Geschiebeabfuhr und Kraftreserve notwendig.

Eine Anlage der zweiten Type mit ganz zu öffnender Wehranlage mit gesichertem Minimalbetriebwasser ist von Ing. Fischer-Reinau oberhalb Wallsee geplant; die Druckhöhe beträgt im Mittel 10 *m* (6·3 bis 13·8 *m*), die Wassermenge 400 bis 1200 m^3, die Werksleistung im Mittel 72 000 bis 120 000 *PS*. Das Stauwehr soll aus 8 Walzenwehren mit Eisklappen von 32 bezw. 50 *m* lichter Weite, Gesamtweite 200 *m*, geschaffen werden, die den Eisgang und das Geschiebe im Bedarfsfalle passieren lassen. Ein Absatz von nur 3 bis 4 Millionen *kWh* zum Preise von 2·5 h sichert die Verzinsung und Amortisation der Baukosten von rund 100 bis 120 Millionen Kronen, wobei die Baggerungsarbeiten mit 0·4 Millionen Kronen jährlich berechnet werden. An der Diskussion beteiligten sich Herr Prof. R. Halter und Exzellenz Dr. Pattai. Prof. Halter bezeichnet mit Rücksicht auf Eis- und Geschiebeführung die Kombination der Niederdruckanlage an der Donau mit alpinen Hochdruckanlagen als die günstigste Lösung. (Die Wasserwirtschaft, Heft 7 bis 10, 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Untersuchungen an Transformatoren mit künstlicher Luftkühlung. F. J. Teago. Die Untersuchungen wurden an zwei Einphasentransformatoren von 12 *kVA*, 200 *V*, 50 ∼ mit rechteckigem Kern durchgeführt, von denen einer mit einem Ventilationskanal, der andere ohne denselben ausgeführt war. Die Luft wurde mittels Ventilator *S*, vom Motor *F* angetrieben, durch ein an beiden Enden mittels Drahtgaze *B*, *B'* und Lederdichtung *C*, *C'* abgeschlossenes Durchflußrohr in eine Luftkammer eingeblasen, welche durch zwei regulierbare Klappen *A* abgeschlossen war, welche den Lufteintritt *D* in den Transformator veränderten. Die Luftgeschwindigkeit wurde mittels eines im Mittelpunkt des Durchflußrohres (siehe Pfeile) montierten Brabbérohrchens gemessen, an welchem der Unterschied zwischen dem statischen und dynamischen Druck (als Differenz zweier Ablesungen) beobachtet wurde.

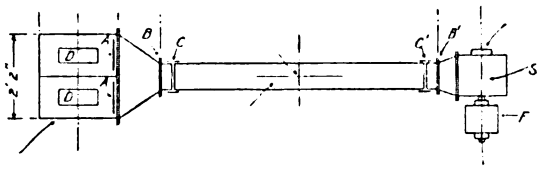


Fig. 1.

Zur Messung der Luftgeschwindigkeit bezw. des Druckes wurde später ein Differentialmanometer mit U-förmigem Rohr verwendet, in dessen beiden Schenkeln Flüssigkeiten von verschiedener Dichte eingebracht waren, aus deren Höhendifferenz der Druck berechnet (Eichungskurve) wurde. Die am Brabbérohr durchgeführten Ablesungen bei verschiedenen Luftdrücken ergaben bei eingeschaltetem Drahtnetz und hinreichender Länge des Rohrs keine Schwankungen in der Luftströmung. Das Verhältnis der mittleren Luftgeschwindigkeit zu der im Zentrum des Rohrs gemessenen Geschwindigkeit betrug im letzteren Falle 0·942, bei verschiedenen Luftgeschwindigkeiten. Der Zusammenhang zwischen den Gesamtverlust und der erforderlichen Kühlluft bei verschiedenen Übertemperaturen geht aus folgender Tabelle hervor:

Mittlere Temperaturerhöhung in ° C	Belastung					
	60 *A*		73 *A*		84 *A*	
	Luftmenge in Kubikfuß pro Sek.	Gesamter Wattverlust	Luftmenge in Kubikfuß pro Sek.	Gesamter Wattverlust	Luftmenge in Kubikfuß pro Sek.	Gesamter Wattverlust
40	2·7	928	4·75	1306	7	1683
50	2·1	955	3·9	1348	5·7	1738
60	1·7	981	3·3	1385	5	1789

Hieraus ergibt sich die Beziehung:

Luftmenge × Temperaturerhöhung = Konstante.

Die Untersuchungen über die kühlende Wirkung des eingespritzten Wasserdampfes ergaben eine Herabsetzung der Temperatur um 5 bis 10° C, im Vergleich mit trockener Luft, wobei jedoch vorausgesetzt wird, daß keine Kondensation des Wasserdampfes an der Wicklung stattfindet.

Zusammenfassend ergibt sich folgendes aus den Untersuchungen:

1. Die Temperaturerhöhung im Transformator ist innerhalb bestimmter Grenzen unabhängig von der Temperatur der zugeführten Luft, vorausgesetzt, daß die bestrahlten Flächen (Gehäuse) Raumtemperatur besitzen.

2. Schwankungen des barometrischen Druckes beeinflussen die Temperaturerhöhung nur in geringem Maße und sind die täglichen Schwankungen desselben vernachlässigbar.

3. Die Luftfeuchtigkeit hat keinen merklichen Einfluß auf die Temperaturerhöhung.

(Journ. of Inst. of Electr. Eng., 1. 5. 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Über Wasserstoß und Überspannung. Von Prof. Dr. W. Kummer, Zürich. Strömt eine Flüssigkeit von der Dichte *D* in einer Rohrleitung mit einer Geschwindigkeit gleich *u*, so ist $D \cdot \frac{u^2}{2}$ die lebendige Kraft eines Kubikzentimeters. Wird diese Strömung gehemmt, so gibt das Anlaß zu einer elastischen Deformation der Flüssigkeit, deren Energie pro Volumseinheit gleich ist $\frac{1}{E} \cdot \frac{p^2}{2}$

Digitized by Google

wenn E den Elastizitätskoeffizienten und p die entstehende elastische Spannung bedeutet. Ist der Elastizitätskoeffizient für die Flüssigkeit bekannt (zum Beispiel 214 kg/mm^2 für Wasser), so erhält man durch Gleichsetzen der beiden Ausdrücke den elastischen Druck p, der bei Hemmung der Strömung entsteht. Ist zum Beispiel $u = 1\,m$/Sek., dann wird $p = 14{\cdot}4\,kg/cm^2$ oder es entsteht beim plötzlichen Abdrosseln des Wassers eine Druckhöhe gleich 144 m. Der lebendigen Kraft des Wassers entspricht bei einer elektrischen Strömung die magnetische Energie $l.\frac{i^2}{2}$, wenn l den Koeffizienten der Selbstinduktion pro 1 cm Länge und i die Stromstärke bedeutet. Wird diese Stromstärke unterbrochen und setzt sich die Energie des Magnetfeldes um in die elektrostatische Energie der Ladung gleich $c.\frac{e^2}{2}$, wo e die Spannung und c die Kapazität pro Längeneinheit bedeutet, so folgt durch Gleichsetzen:

$$e = i\sqrt{\frac{l}{c}},$$

also zum Beispiel für

$$l = 1{\cdot}95\,.\,10^{-8}\ \text{Henry}$$
$$c = 0{\cdot}61\,.\,10^{-13}\ \text{Farad}$$

folgt, bei einer plötzlichen Ausschaltung von $i = 100\,A$ eine mögliche Überspannung:

$$e = 56\,500\ V.$$

Als physikalische Größen analoger Bedeutung erscheinen also elektrische Kapazität und reziproker Elastizitätsmodul, andererseits elektrische Selbstinduktion pro Längeneinheit und Massendichte. Da die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Wasserstoßes $a = \sqrt{\frac{E}{D}}$ ist, so folgt für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektrischen Störung:

$$v = \sqrt{\frac{1}{cl}}.$$

(Bulletin Schweizer Elektr. Verein Nr. 3, 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Spannungsmessung an Hochspannungsoberleitungen. B. Szilard. Die Methode beruht darauf, daß eine starke Ionisierung der Luft zwischen einem geladenen Leiter und einem isolierten an Erde gelegten Leiter vom Potential Null, einen Transport der elektrischen Ladung zum Erdleiter zur Folge hat. Der an Erde liegende Leiter wird dadurch auf ein Potential gebracht, welches höher ist als jenes, welches dem vom geladenen Leiter in diesem Abstand in nicht ionisierter Luft erzeugten Feld entspricht. Die Größe des an einem Elektrometer ablesbaren Potentials, das mit dem isolierten Leiter verbunden ist und die Geschwindigkeit, mit welcher ein Gleichgewichtszustand hergestellt ist, hängt ab: Vom Potential des geladenen Leiters, vom Abstand zwischen geladenen und ungeladenen Leitern, von der Ionisation der dazwischen befindlichen Luft, von der Kapazität der Meßanordnung und vom Verhältnis zwischen Stromstärke des geladenen Leiters zu den elektrischen Verlusten des Meßsystems.

Die Ionisation der Luft wird durch eine Metallscheibe von 48 cm Durchmesser bewirkt, welche mit einer dünnen Schichte, etwa 0·1 mg, eines reinen Radiumsalzes bedeckt wird. Sie ist auf einer größeren Scheibe von 90 cm Durchmesser aufgesetzt, ruht auf einem isolierenden Gestell und wird mit einem an Erde gelegten Elektrometer mit direkter Ablesung verbunden. Die Scheiben sind drehbar angebracht und werden durch eine Metallstange im Ebonitrohr festgehalten.

Bei einem Versuch wurde der erstgenannten eine Metallscheibe gegenübergestellt, die an die Leitung angelegt war; die Scheibe wurde auf verschiedenes Potential geladen und durch Änderung des Abstandes zwischen beiden Scheiben folgende Elektrometeranzeigen erhalten:

+ Potential der Platte = 950 V konstant		Abstand beider Platten = 30 cm	
Abstand zwischen beiden Platten	Voltmeteranzeige am Elektrometer	+ Potential der ersten Platte	Voltmeteranzeiger am Elektrometer
15 cm	705 V	950 V	315 V
20 cm	500 V	750 V	255 V
25 cm	380 V	550 V	195 V
30 cm	315 V	350 V	130 V
35 cm	275 V	150 V	50 V
40 cm	250 V		
100 cm	45 V		

Man ersieht daraus, daß in 1 m Abstand noch $^1/_{20}$ der tatsächlich vorhandenen Spannung gemessen wird.

(Technique Moderne, 1. 4. 1914.)

Isolationsmesser für Wechselstrom. Herr Dr. G. Benischke teilt uns mit, daß der auf Seite 493, Heft 23 beschriebene, von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft ausgeführte Apparat, dessen Beschreibung wir einem jüngst ausgegebenen Prospekte der Firma entnommen haben, von ihm bereits im Jahre 1898 angegeben worden ist. Der Apparat ist in Deutschland geschützt (D. R. P. 102 338) und wurde im Berliner Elektrotechnischen Vereine seinerzeit vorgeführt.

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Elektrische Zugförderung mit hochgespanntem Gleichstrom. P. Amsler bespricht die von ihm vorgeschlagene Betriebseinrichtung für 5000 V Gleichstrombahnen, welche sich aus der für die Beleuchtung von elektrischen Zügen vorgeschlagenen entwickelt hat. Die Schaltung zeigt Fig. 2. Aus dem Fahrdraht wird über den Maximalautomaten Strom zum Hochspannungsmotor $H\,M$ entnommen, der die Leonarddynamo $L\,G$ und eine Erregerdynamo $E\,D$ für konstante Spannung antreibt. Die Dynamo $L\,G$ speist die Radachsenmotoren $T\,M$, vier in Reihe; die Geschwindigkeit wird in bekannter Weise durch Regelung der Erregung II der Dynamo und der Erregung IV der Motoren mittels des Fahrschalters $F\,S$ und Umkehrschalters $R\,S$ eingestellt. $S\,G$ ist eine Serienwicklung für die Dynamo, $S\,W$ eine solche auf der Erregermaschine für den Anlauf. $S\,R$ ist der Schnellregler. $N\,M\,A$ der Automat. Der Umformer wiegt 3 t, die vier Motoren für je 37·5 kW zusammen — einschließlich Zahnräder 4·6 t — die Apparate 1 t, zusammen 9 t bei einer Stundenleistung von 150 kW.

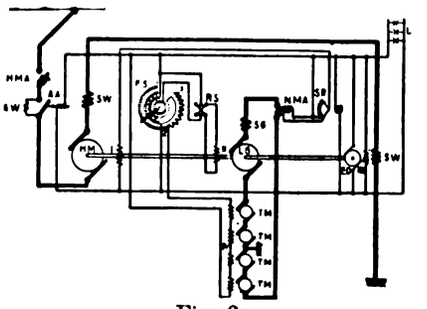


Fig. 2.

Der Verfasser beschreibt eine Lokomotive, die eventuell für die Gotthardbahn Verwendung finden könnte. Sie hat zwei Drehgestelle mit je drei Triebachsen, die mit Kurbel und Kurbelstangen von je zwei Motoren von je 560 kW bei 200 U. p. M. auf jedem Drehgestell angetrieben werden. Die Lokomotive würde 130 t wiegen, wovon 102 t auf die Triebachsen (zu 17 t) und auf die zwei Laufachsen je 14 t kommen. Bei zwei Motoren von je 1120 kW ist die Lokomotive leichter, aber die mechanische Anordnung ist ungünstiger. (E. T. Z. Heft 18, 1914.)

Akkumulatoren-Verschiebelokomotive. H. Schmeusser. In der Eisenbahnwerkstätte Tempelhof ist eine Lokomotive zum Verschieben von 80 t schweren Wagenzügen mit 10 km/Std. durch acht Stunden des Tages mit zweistündiger Ladezeit für die Akkumulatoren in Betrieb. Die Lokomotive wiegt 42·15 t, davon die elektrische Ausrüstung 5·8 t, die mechanische 18 t und die Batterie 18·35 t; die Lokomotive hat drei Achsen, jede von einem Motor für 310 V in Übersetzung 1 : 6·5 angetrieben, die zusammen 88 kW leisten. Die Zugkraft am Radumfang beträgt 3300 bis 6000 kg, die normale Geschwindigkeit 2·4 m/Sek. Zur Steuerung dienen zwei Doppelfahrschalter, jeder für Vorwärts-Rückwärtsfahrt und Bremsung mit 4 Reihen-, 5 Parallel- und 4 Kurzschlußbremsstellungen, wobei auf einer Walze die Kontakte für die Widerstände, auf der anderen die Kontakte für die Motoren angebracht sind. Bei Schadhaftwerden eines Motors wird der Betrieb durch die anderen nach Umstellen eines Schalters aufgenommen. Daneben ist der Hebel für die Wurfhebelbremse eingebaut.

Die Lokomotive besitzt 160 Zellen mit vier positiven und fünf negativen Platten, die mit 162 A, 440 V geladen und maximal mit 600 A entladen werden. Der Radstand beträgt 2×2000 mm, die Länge über Puffer 9530 mm.

Die elektrische Einrichtung rührt von den Siemens-Schuckert-Werken, die mechanische von A. Borsig in Tegel, die Batterie von der Akkumulatoren Fabriks A.-G. her. (E. T. Z. Heft 17, 1914.)

Elektrische Apparate.

Quecksilberschalter in Sendestationen für drahtlose Telephonie. F. Holweck beschreibt zwei von der Firma Beaudouin für die Station Eiffelturm*) gelieferte Schaltapparate. Der nach dem Prinzip einer Pumpe gebaute Apparat (Fig. 3), umfaßt einen Mantelmagneten B, in welchen eine kleine Spule A, die an Federn $R\,R^1$ hängt, hineingezogen wird, wenn die Spule mittels einer Morsetaste erregt wird. Mit der Spule A ist die Stange T verbunden, die durch die Kautschukmanschetten C des Pumpenzylinders geführt ist, der den Kolben G aus Graphit hebt, dabei Quecksilber durch die Düse S einsaugt und beim Anziehen der Spule das Quecksilber durch die Düse b ausspritzen läßt. Dabei trifft der Quecksilber-

*) Siehe E. u. M. 1914, Heft 23, Anhang, Seite 309.

Digitized by Google

strahl auf die Metallscheibe *D*, die durch die Riemenscheibe *P* in Rotation versetzt wird. Um einen guten Kontakt während der Rotation mit der bei *N* eingeklemmten Zuleitung zu erzielen, liegt ein mit dem Stück *N* verbundener Kupferring in dem Quecksilberbehälter *M* auf der Scheibe *D*. Zur Erregung des Magneten wird 1 *A* benötigt; die Spule *A* erhält 0·7 *A*. Mit diesem Unterbrecher können Ströme von 100 bis 350 *A* unterbrochen werden.

Fig. 3.

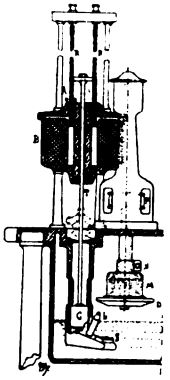


Fig. 4.

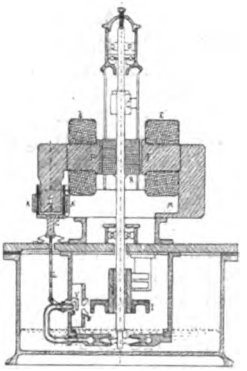


Fig. 4 zeigt den Turbinenunterbrecher derselben Firma. Die kleine Turbine *T* wird von dem Motor mit Anker *R*, Kollektor *C*, Polen *P*, *P* angetrieben. Die Turbine hebt das Quecksilber durch ein Rohr nach aufwärts und drückt es durch die Düse *B* hinaus. Wenn die Klappe *V* gehoben ist, so spritzt das Quecksilber durch die Düse B^1 auf die rotierende Scheibe I und schließt dadurch den Strom. Die Klappe *V* wird durch die Stange *L* gehoben, die mit der Spule *C* verbunden ist. Letztere ist über den Polfortsatz *D* des Magneten in einem ringförmigen Magnetfeld *A*, A^1 angeordnet und wird, wenn die Spule von Strom durchflossen wird, gesenkt und die Klappe *V* gehoben und so dem Quecksilberstrahl der Weg frei gemacht. Der Betriebsstrom in Spule *C* beträgt nur 0·05 *A*. Der Unterbrecher ist mit Leuchtgas gefüllt.

(T. S. F., Jänner, Februar 1914.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Drahtlose Telephonie, System Marzi. Scheidt-Bonn beschreibt die Einrichtungen, die bei den Versuchen mit drahtloser Telephonie zwischen Brüssel und Paris 320 *km* verwendet wurden. Dabei wurde ein lautsprechendes Mikrophon, System Marzi, benutzt, bei welchem hohe Stromstärken dadurch zur Anwendung kommen können, daß die Kohlenkörnermasse fortwährend erneuert wird. Die Schaltung ist die folgende: Ein gewöhnliches Mikrophon ist über eine Batterie in die Primärleitung eines Transformators geschaltet, an dessen Sekundärer der Elektromagnet 11 mit Anker 2 zwischen seinen Polen gelegt ist (Fig. 5). Dieser wird im Einklang mit den Sprechströmen hin und her bewegt und kann dadurch vermittelst des Hebels 3 und des kugelförmigen Verschlußkörpers 7 aus Kohle die Öffnung 4 eines unten (bei 6) trichterförmigen Behälters 5, in welchem Kohlenpulver enthalten ist, abwechselnd schließen und öffnen. Das Pulver fällt bei Öffnung des Ansatzes 4 heraus und es kommen immer frische Kohlenteilchen zwischen den beiden Platinkontakten 9, 9 zu liegen, durch welche der Stromschluß erfolgt. Das herausgefallene Pulver kann immer wieder in den Trichter hineingefüllt werden. Die beiden Kontakte 9, 9 liegen im Schwingungskreis, der an einen Lichtbogengenerator von Moretti*) mit einer rotierenden Elektrode angelegt ist, der mit 600 *V* gespeist wird und 120 000 ~ pro Sek. ergibt. Mit vier solchen Lichtbogen in Reihe bei 2400 *V* hat man Sprechversuche von Spezzia bis Messina mit Erfolg angestellt.

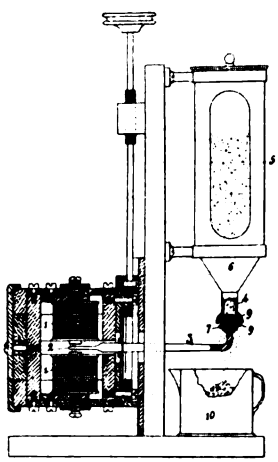


Fig. 5.

(T. S. F., Februar 1914.)

Berechnung der momentanen Wechselgrößen zweier gekoppelter Kreise bei kleinen Dämpfungen und mittlerer Koppelung. F. F. Martens**). Zu den praktisch wichtigsten tatsächlichen Vorgängen in zwei gekoppelten Schwingungskreisen sind die Schwingungen zu rechnen, die auftreten, wenn zu Beginn nur in der Kapazität des Primärkreises Energie vorhanden ist. Für diesen Fall hat Martens in einer früheren Arbeit diejenigen vier von den acht Amplituden und Phasenwinkeln streng berechnet, die von den Anfangsbedingungen abhängen. Nunmehr nimmt Martens an, daß die Dämpfungsfrequenzen beider Kreise klein seien gegen die Winkelfrequenzen der Eigenschwingungen, daß der Koppelungsgrad von mittlerer Größe sei und daß wiederum anfangs nur in der Kapazität des Primärkreises Energie vorhanden ist. Er berechnet die Amplituden und Phasenwinkel und gelangt zu Ausdrücken für die Wechselgrößen (momentanen Ladungen, momentanen Stromstärken und momentanen Änderungsgeschwindigkeiten), aus denen sich ergibt, daß man durch Verstimmen beider Kreise das Verhältnis der Amplituden der langwelligen und der kurzwelligen Koppelungswelle ändern und damit günstigere Löschwirkungen herstellen kann, als nur durch Änderung des Koppelungsgrades. (Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 5, 1914.)

*) Siehe E. u. M. 1913, Seite 649.

**) Vergl. E. u. M. 1914, Nr. 10, Seite 217.

Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen.

Zählwecker. Becker. Die preußisch-hessischen Staatsbahnen haben Zählwecker eingeführt, die das Überfahren der auf „Halt" zeigenden Einfahrsignale anzeigen und aufschreiben. Die Einrichtung besteht aus einem Wecker und einem Uhrzählwerke in einem Kasten mit Schloß und Bleisiegel, der im Stationsdienstraume oder in dem Endstellwerke des Bahnhofes untergebracht ist. In einer Öffnung des Gehäuses unter der Glocke sind drei Ziffern sichtbar. Sie befinden sich auf drei Zifferscheiben, die durch einen Elektromagneten bewegt werden. Das Zählwerk gibt die Zahlen 1 bis 999. Am unteren Teile des Gehäuses befindet sich eine Scheibe, die eine Taste verdeckt. Bei Aufstellung des Zählwerkes im Endstellwerke ist mit dem Zählwecker ein im Dienstraume des Fahrdienstleiters aufgestellter Wecker für die Überwachung verbunden. An dieser Stelle soll sich auch der Schlüssel befinden, der es ermöglicht, den Zählwecker nach erfolgter Auslösung wieder abzustellen. Der Zählwecker steht durch ein Kabel mit einem Schienenstromschließer in Verbindung. Dieser ist im Gleise unmittelbar neben dem in Frage kommenden Einfahrsignale eingebaut. Außerdem ist eine elektrische Batterie eingeschaltet. Überfährt nun ein Zug das auf „Halt" stehende Signal, so schließt der Schienenstromschließer den Stromkreis, die Klingel des Zählweckers ertönt und zugleich wird die sichtbare Zählscheibe um eine halbe Teilung gedreht, so daß eine neue Ziffer sichtbar wird. Das Klingeln dauert so lange, bis der zuständige Beamte nach Lösen des Bleisiegels die Drucktaste unter der Deckscheibe drückt, wodurch der Stromkreis unterbrochen wird und der Wecker verstummt. Beim Drücken dieser Taste dreht sich das Zählwerk um eine volle Teilung weiter und läßt die neue Ziffer voll erscheinen. Diese Vorrichtung verhindert also das Überfahren des „Halt"-Signales nicht, hat aber für die Zugmannschaften so sicher unangenehme Folgen, daß deren Aufmerksamkeit wesentlich gesteigert wird.

(Org. f. Fortschr. d. Eisenbahnw. Heft 10, 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über die thermische und elektrische Leitfähigkeit von Kupfer zwischen 20° und 373° abs. Walther Meissner, Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Die Gesetze von Wiedemann, Franz und Lorenz, nach denen bei allen reinen Metallen $\frac{\lambda}{K\,T}$ eine absolute Konstante sein sollte (λ thermische, K elektrische Leitfähigkeit, T absolute Temperatur), sind durch die Versuche von Jaeger und Diesselhorst zwischen 0° und 100° C recht gut bestätigt worden. Bezüglich der Wärmeleitungsfähigkeit folgte aus den Versuchen der letzteren, daß λ nahezu unabhängig von der Temperatur sei. Aus Messungen von Lees zwischen 18° und — 170° C ergab sich, daß λ in tieferen Temperaturen etwas ansteigt, und zwar bei einzelnen Metallen um Beträge bis zu etwa 20%. Aber auch das Lorenzsche Gesetz fand Lees nicht streng erfüllt, sondern $\frac{\lambda}{K\,T}$ sank bei den meisten Metallen mit fallender Temperatur, und zwar bei einzelnen Metallen ebenfalls um Beträge bis zu etwa 20%. Bei anderen Metallen indessen war der Ausdruck nahezu konstant und bei einigen war sogar ein geringer Anstieg der Werte mit fallender Temperatur zu konstatieren. Um aber über die Temperaturabhängigkeit von λ und über die Gültigkeit oder Ungültigkeit des Lorenzschen Gesetzes weiteren Aufschluß zu erhalten, wurde in der Reichsanstalt die Aufgabe in Angriff genommen, an ein und demselben Metallstück thermische und elektrische Leitfähigkeit bis hinab zur Temperatur des flüssigen Wasserstoffs zu bestimmen. Schon die ersten, an Kupfer ausgeführten Messungen ergaben mit Sicherheit, daß weder das Lorenzsche Gesetz, noch die Annahme der Konstanz der Wärmeleitfähigkeit in so tiefen Temperaturen zutreffen. Die Versuche wurden fortgesetzt und führten zu den weiterhin angegebenen Resultaten.

Als Methode wurde die elektrische Erhitzung nach Kohlrausch angewendet, bei der man direkt das Verhältnis von $\frac{\lambda}{K}$

Digitized by Google

und gleichzeitig bei derselben Meßanordnung die Größe von K selbst erhält. Die Messungen wurden zwischen 0° und 100° C in Bädern von Eis, Petroleum und Paraffinöl und außerdem in flüssigem Sauerstoff und flüssigem Wasserstoff vorgenommen. Die Größe $\frac{\lambda}{KT}$ ist in Übereinstimmung mit dem Lorenzschen Gesetz und den Messungen von Jaeger und Diesselhorst zwischen 0° und 100° C nahezu konstant, sinkt in tieferen Temperaturen zunächst langsam, dann rasch und hat bei 20° abs. nur noch etwa den siebenten Teil des Wertes bei 0° C. Ähnlich ist der Verlauf des thermischen Widerstandes $\frac{1}{\lambda}$; auch dieser ist zwischen 0° und 100° C nahezu konstant und sinkt in stärkerem Maße erst in sehr tiefen Temperaturen; er hat bei 20° abs. etwa den vierten Teil des Wertes bei 0° C. Wie weit diese Zahlen von der Reinheit und dem sonstigen Zustand des Materials abhängen, kann erst beurteilt werden, wenn Messungen auch an anderen Kupfersorten ausgeführt sind. Man kann sich wohl kaum dem Eindruck entziehen, daß sowohl $\frac{1}{\lambda}$ wie $\frac{\lambda}{KT}$ beim absoluten Nullpunkt verschwinden, wie es für $\frac{1}{K}$ bei reinen Metallen schon als feststehend angesehen werden kann. Dies kann jedoch erst durch Messungen bei der Temperatur des flüssigen Heliums entschieden werden. Ein sehr starkes Abnehmen des thermischen Widerstandes mit sinkender Temperatur hat Eucken schon bei den elektrisch nichtleitenden Kristallen festgestellt; doch fand er, daß bei diesen der thermische Widerstand zwischen 20° und 273° abs. ungefähr proportional der absoluten Temperatur ist, während bei dem untersuchten Kupfer anfangs eine ganz geringe Abnahme und erst unterhalb 90° abs. ein rasches Sinken des thermischen Widerstandes erfolgt. Ob die am Kupfer gefundenen Erscheinungen in ähnlicher Weise auch bei anderen Metallen auftreten, können erst weitere Untersuchungen zeigen. Jedenfalls kann gesagt werden, daß weder das Lorenzsche Gesetz, noch die Annahme der Konstanz der Wärmeleitfähigkeit der Metalle in tiefen Temperaturen irgendeine allgemeine Gültigkeit haben.

(Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 5, 1914.)

Messungen der elektrischen Leitfähigkeit und des elektrischen Spannungsgefälles in der freien Atmosphäre bis 9000 m Höhe. Albert Wigand und E. Everling, Halle*). Die Messungen der elektrischen Leitfähigkeit der Luft im bemannten Freiballon, zu denen meist der von Gerdien konstruierte Apparat benutzt wird, zeigen, daß die Leitfähigkeit nach beträchtlichen Schwankungen in den untersten 1000 m mit der Höhe beträchtlich zunimmt. Sie erreicht unter Umständen in 5760 m Höhe den Wert $13{\cdot}65 . 10^{-4}$ ESE, in 6000 m $20{\cdot}6 . 10^{-4}$ ESE, das ist der 22fache Betrag des Potsdamer Mittelwertes für normale Tage. Über höhere Luftschichten existieren trotz der großen Bedeutung gerade dieser Werte nur wenige Messungen; es wurden daher neue Ballonfahrten bis zu 9005 m Höhe unternommen, über die Wigand berichtet. Es ergab sich für die größte erreichte Höhe eine Leitfähigkeit von $37{\cdot}3 . 10^{-4}$ ESE, 68mal so groß wie die gleichzeitig am Erdboden herrschende und 39mal so groß wie der Potsdamer Mittelwert. Was die Ursache der Zunahme mit der Leitfähigkeit betrifft, so ist sie einerseits durch die infolge der Luftdruckerniedrigung zunehmende Beweglichkeit der Ionen, andererseits durch die Vermehrung der Anzahl der Ionen bedingt. Die Form der Leitfähigkeitskurve deutet auf eine beschleunigte Zunahme mit der Höhe. Eine ähnliche Form hat in größeren Höhen die Kurve der Intensität der ultravioletten Sonnenstrahlung und der durchdringenden Strahlung. Inwieweit hier ein ursächlicher Zusammenhang besteht, werden weitere Forschungen beantworten müssen. Was das elektrische Spannungsgefälle in der freien Atmosphäre anbelangt, so hat es am Boden einen örtlich-zeitlichen Mittelwert von etwa 100 V/m. In 5760 m wurde ein Potentialgefälle von 2·9 V/m gefunden, in anderen Fällen bei 5900 m 8·5 V/m und in 6030 m 7·9 V/m. Auch hier erscheint eine Nachprüfung der Versuche und eine Ausdehnung auf größere Höhen notwendig, was gelegentlich zweier weiterer Hochfahrten geschah, über die Everling berichtet. Es bestätigte sich, daß das Potentialgefälle mit zunehmender Höhe abnimmt und es wurde für 9000 m Höhe ein Wert von 3·5 V/m ermittelt, also auch in diesen Höhen noch ein endlicher, meßbarer Wert. Das Potentialgefälle scheint mit der Höhe nach einem Exponentialgesetz abzunehmen.

(Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 5, 1914.)

Wirtschaftliches.

Statistische Anlagekosten von Elektrizitätswerken. E. Schiff. Die Einheitsanlagekosten (spezifische Anlagekosten) werden aus den „gesamten Herstellungskosten" geteilt durch die Leistungsfähigkeit in kW ermittelt, wobei (s. Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke) folgerichtig die Leistung der Akkumulatoren inbegriffen ist; der Verfasser hält es jedoch entgegen dem meist üblichen Verfahren für unrichtig, den von anderen Werken bezogenen Fremdstrom in die Gesamtleistung aufzunehmen. Bei Berücksichtigung der durch die Ersatzkosten und Abschreibungen gegebenen Zeitwerte lassen sich folgende Fehlerquellen feststellen:

1. Die Kosten des Ersatzes werden den Anlagekosten zugeschrieben, ohne daß dieselben durch entsprechende Abschreibungen ausgeglichen werden. An Stelle des Abschreibungskonto auf der Aktivseite kann ein Erneuerungskonto auf der Passivseite der Abrechnung angesetzt werden.

2. Bei Werken von verschiedenem Alter ergeben sich nach dem angegebenen Buchungsverfahren bei unrichtiger Berücksichtigung der Ersatzkosten, in bezug auf die Zeitwerte, große Unstimmigkeiten.

3. Der Summe der Herstellungskosten einschließlich der Ersatzkosten muß die Summe aller angeschafften Leistungswerte gegenübergestellt werden und nicht der jeweilige Zeitwert der Werksleistung.

Der Weg zur Abhilfe liegt in der Richtung gründlichster Aufklärung bei der Fragestellung und Bearbeitung der Ergebnisse statistischer Umfragen*). (E. T. Z. Heft 17, 1914.)

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 896.

Literatur-Bericht.

Die Quarzlampe, ihre Entwicklung und ihr heutiger Stand. Von Dr. J. C. Pole, Wien, vormals Chef-Ingenieur der Cooper Hewitt Electric Co., Hoboken, U. S. A. Mit 47 Textabbildungen, Berlin 1914, Verlag J. Springer. Preis broschiert Mk. 4.

„Bei der zunehmenden Verbreitung und den vielen Eigentümlichkeiten der Quarzlampe hat sich — wie der Verfasser im Vorworte bemerkt — das Bedürfnis nach einer systematischen Zusammenstellung ihrer Eigenschaften und einer übersichtlichen Beschreibung ihrer konstruktiven Einzelnheiten geltend gemacht. Zur Füllung dieser Lücke soll die vorliegende Schrift beitragen und den, der praktisch mit der Lampe zu tun hat oder an deren Weiterentwicklung arbeiten will, unterstützen."

Der Verfasser ist dieser im Vorworte präzisierten Aufgabe nicht allein in vollkommener Weise gerecht geworden, indem er es verstanden hat, die bisher veröffentlichten Arbeiten in einer gemeinverständlichen Art und gedrängter Kürze darzustellen, sondern er hat das vorhandene Material auch noch durch seine eigenen Erfahrungen ergänzt.

Nach einer kurzen Einleitung über die historische Entwicklung bespricht der Verfasser die theoretischen Grundlagen der Quarzlampe, die hauptsächlich durch die Arbeiten von Küch und Relschinsky gegeben wurden, kommt aber hinsichtlich der Erklärung der Wirtschaftlichkeit zu einer von den genannten Autoren abweichenden Auffassung. Im darauffolgenden Kapitel werden die technischen Grundlagen der Quarzlampe behandelt, wobei insbesondere auf die interessanten neuen Anführungen über den günstigsten Dampfdruck, die Niveauregulierung, Einbrennperiode und den Einfluß der Schwankungen der Linienspannung hingewiesen sei. Es folgt die Beschreibung einiger Haupttypen von Gleichstrom- und Wechselstromquarzlampen; den Schluß bilden zwei Kapitel über die ultraviolette Strahlung der Quarzlampe und deren praktische Verwendung bei Sterilisierapparaten.

Als Hauptprobleme bezeichnet der Verfasser die Vereinfachung des Quarzbrenners, welche praktisch schon gelungen ist, und die Schaffung einer billigen Wechselstromlampe, deren Lösung noch bevorsteht.

Das Buch hat nach dem Angeführten nicht nur den Wert eines kompendiösen Sammelwerkes, sondern auch den eines wertvollen Ratgebers für den Praktiker. *L. R.*

Die Chemie als mathematisches Problem. Christian Mezger. Mit 60 Strukturbildern im Text. Metz 1913, G. Scriba. 108 Seiten Oktav. Preis Mk. 3.

Die Annahme in der Hypothese von Avogadro, daß die Atomgewichte den Gasdichten proportional sind, ist nach Meinung des Verfassers willkürlich. Willkürliche Annahmen findet man aber bei jeder Hypothese. So will auch der Verfasser nicht alles Hypothetische aus der Chemie ausscheiden, sondern er ersetzt zunächst die Avogadrosche Annahme durch eine andere, daß nämlich Atome sämtlicher Elemente gleiches Gewicht haben und sich somit die Gasdichten wie die Zahl

*) Die Vereinigung der El. Werke hat nach „Mitteilungen Nr. 51" vom April d. J. hinsichtlich der Neuausgabe der Statistik beschlossen, die „abgeschriebenen Mark" gesondert anzuführen, wobei die aus dem Betriebe gedeckten Beiträge, bezw. Rücklagen für Tilgung, Erweiterung und Erweiterungsfond in die Abschreibung einzurechnen sind. Der restliche Buchwert wird gesondert angeführt. D. Ref.

Digitized by Google

der Atome verhalten. Es sind hienach an Stelle der Atomgewichte relative Atomzahlen zu setzen. Die Weinsäure, die man jetzt mit der Formel $C_4 H_6 O_6$ bezeichnet, wäre somit im Sinne der neuen Hypothese als $C_{48} H_6 O_{96}$ zu schreiben. Von dieser Vermehrung der Atome im Molekül verspricht sich der Verfasser für die Stereochemie und die Ionenlehre viel Nutzen. Um die Verwandtschaft der Atome zu erklären, wird weiter angenommen, daß der Weltäther sich als Energiesubstanz darstellt und die Atome die Rolle von Energietransformatoren spielen. Demgemäß stellt sich der Verfasser das Atom als einen Massenpunkt vor, von dem aus Wärmekraftlinien verlaufen. In der verschiedenen Zahl und der verschiedenen Anordnung der Kraftlinien beruht dann die Verschiedenheit der chemischen Elemente. Durch diese Annahme wird die Chemie zum mathematischen Problem. Die vom Verfasser versuchte Entwicklung dieses Problems stützt sich im großen und ganzen auf richtige chemische Tatsachen und zeigt, daß die heute üblichen atomistischen Anschauungen auch durch andere ersetzt werden könnten. Einen anderen als diesen kritischen Wert werden aber die Ergebnisse der Arbeit kaum besitzen, indem die Begriffe, wie Meridiane, Äquator, Pole, spezifische Linienzahl der Atome, dem Chemiker viel zu schwerfällig sein würden. Die komplizierten Strukturbilder auch einfacher Stoffe sind nicht danach angetan, die Annahmen des Verfassers als praktische Arbeitshypothese zu empfehlen. Als Beitrag zur Kritik der Atomistik erscheint die Arbeit immerhin lesenswert und interessant. *Dr. Vondráček.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Drahtlose Telegraphie.

Einrichtungen zur Erzeugung elektrischer Wellen.

W. Dubilier in New York gibt einen Lichtbogengenerator an, bei welchem eine Elektrode becherförmig ausgestaltet ist und die zweite Elektrode vollkommen einschließt, wobei eine Kühlung nur an der äußeren Elektrode stattfindet, zum Zwecke, zwischen beiden Elektroden eine entsprechende Temperaturdifferenz zu schaffen. Zur Kühlung dienen Kühlrippen am äußeren Gefäßmantel. Behufs Zündung wird die innere Elektrode gegen die zweite, äußere von Hand aus bewegt. (Ö. P. Nr. 63 017.)

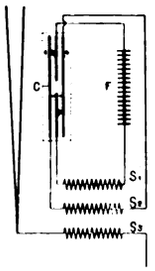


Fig. 1.

Die von Hans Boas in Berlin angegebene Methode zur Erzeugung von Schwingungen mit Löschfunken besteht darin, daß der primäre Löschkreis und der damit irgendwie gekoppelte sekundäre Schwingungskreis einen einzigen Kondensator besitzen, der zwei voneinander isolierte Plattensysteme hat, die so angeordnet sind, daß der Kondensator selbst keine Energieübertragung durch kapazitive Kopplung bewirkt. Der Kondensator erhält vier Plattensysteme. Die Löschfunkenstrecke F ist mit den Platten 2, 3 über die Spule S_1 verbunden; diese ist mit S_2 gekuppelt, die an die Platten 1, 4 angelegt ist. Die Antene ist mit beiden durch Spule S_3 gekuppelt. (Fig. 1.)
(D. R. P. Nr. 267 437.)

Bei der Erzeugung ungedämpfter Schwingungen mittels Glimmlicht wird nach dem Verfahren der Polyphos Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H. in München die Stromstärke derart bemessen, daß das negative Glimmlicht nur einen Teil der Kathode bedeckt. An Stelle einer können mehrere Elektroden angebracht sein, auf denen das die Kathode nicht vollständig bedeckende Glimmlicht erscheint. Es kann auch die Anode so geformt sein, zum Beispiel daß man sie aus mehreren miteinander verbundenen Spitzen herstellt, daß an ihr die Stromunterteilung erfolgt.
(D. R. P. Nr. 270 610, 273 534.)

Die von der Compagnie Général Radiotélégraphique in Paris angegebene Methode zur Erzeugung wenig gedämpfter Schwingungen besteht in der Parallelladung zweier Kondensatoren, die in Reihe entladen werden. Aus der Schaltung (Fig. 2) kann man entnehmen, daß jeder Kondensator c, d mit einer ihm vorgeschalteten Selbstinduktion u, s, von denen die eine s ein Mehrfaches der anderen u ist, parallel zu einer Funkenstrecke f, zum Beispiel einer Quecksilberdampflampe, von so großer Löschwirkung liegt, daß nach Ladung der Kondensatoren die Entladung des Kondensators c mit der kleineren Selbstinduktion 1 bereits nach einer halben Schwingung und noch vor der Entladung des Kondensators d mit der größeren Selbstinduktion s unterbrochen ist, so daß sich der erstere Kondensator c umpolarisiert, worauf sich beide Kondensatoren c, d in Reihe entladen.
(D. R. P. Nr. 270 312.)

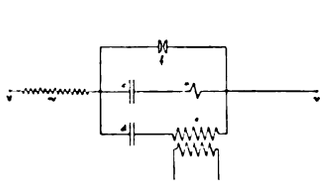


Fig. 2.

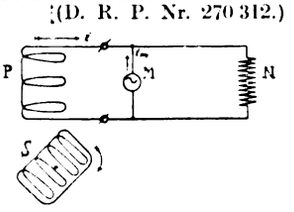


Fig. 3.

Die Verwendung von Hochfrequenzmaschinen zur Verstärkung von Wechselströmen zeigt Dr. Goldschmidt in Berlin, wobei durch kleine Wechselstromenergiemengen sehr große ausgelöst werden. M (Fig. 3) ist eine kleine Synchronmaschine (Anstoßgenerator). N der Nutzwiderstand (Antenne). P ist die Primärwicklung des asynchronen Hochfrequenzgenerators, S dessen Sekundär- oder Rotorwicklung. Nach der Erfindung soll der Sekundärstromkreis S des Asynchrongenerators sowohl wie der Primärstromkreis P abgestimmt sein, dann verändert sich das Verhalten des Asynchrongenerators, insbesondere durch die Abstimmung des Rotors auf die Schlupffrequenz, wenn der Schlupf richtig gewählt ist. (Ö. P. Nr. 63 441.)

Nach der C. Lorenz A.-G. in Berlin dient als Schwingungserzeuger eine Hochfrequenzmaschine, an welche die Primärwicklungen zweier eisengeschlossener Transformatoren angelegt sind, in welchen eine Längsmagnetisierung erzeugt wird. Mit diesen sind die an Antennen bezw. Erde angelegten Sekundären gekoppelt. Die Transformatoren erhalten noch durch eine besondere Wicklung innerhalb des Blechkörpers eine zusätzliche Magnetisierung durch Gleichstrom.
(D. R. P. Nr. 269 344.)

Es ist vorgeschlagen worden, bei Verwendung von Hochfrequenzmaschinen beim Telegraphieren die Erregerströme zu schließen und zu unterbrechen; das kann bei großen Maschinen nicht rasch genug erfolgen. Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft empfiehlt demnach, die Erregerwicklung und Arbeitswicklung im Stator so einzubauen, daß jede nur zwei Zähne des Stators umfaßt, wobei beide Wicklungen senkrecht aufeinander stehen. Dadurch erhält man kleine umzumagnetisierende Volumina. (D. R. P. Nr. 267 748.)

Man hat ferner vorgeschlagen, den Arbeitsstrom der Maschine beim Telegraphieren kurzzuschließen; das gibt aber bei Maschinen mit größerem Luftspalt große Kurzschlußströme. Nach der Erfindung derselben Firma wird auf dem Stator eine zusätzliche, vom Strom des Antriebsmotors der Maschine gespeiste Hauptstromwicklung aufgebracht und diese Wicklung durch eine Schaltvorrichtung kurzgeschlossen.
(D. R. P. Nr. 269 783.)

Dr. A. Scherbius verwendet zur Erzeugung von Hochfrequenzschwingungen mit Wechselstrom erregte Unipolarmaschinen. Eine Bürste entspricht einem radialen Stück des speichenförmig unterteilten Rades und ist je zu einem besonderen, isolierten Leiter geführt, der das Erregerfeld wie eine Kompensationswicklung derart durchsetzt, daß die auf das Hauptfeld einwirkende Dämpfung durch transformatorisch erzeugte Ströme möglichst beschränkt wird.
(D. R. P. Nr. 267 446.)

E. R. Clarke in London gibt ein Verfahren zum Aufrechterhalten elektrischer Schwingungen in einem Schwingungskreis an, wobei der durch die Dämpfung verursachte Spannungsverlust durch eine Unipolarmaschine ausgeglichen wird, deren Erregerstromkreis die Induktanz des Schwingungskreises bildet. Die Erfindung besteht darin, daß der Übergang der Energie zwischen dem beweglichen und dem festen Teil oder zwischen zwei in entgegengesetztem Sinne bewegten Teilen des Schwingungskreises unter Fortfall von Schleifringen und Bürsten durch Kondensatoren vermittelt wird, deren Belegungen teilweise oder sämtlich synchron mit den beweglichen Teilen umlaufen, zum Zweck, die Dämpfung möglichst zu verringern und den durch sie verursachten Spannungsabfall konstant und so gering zu machen, daß er sich durch Unipolarmaschinen einfachster Form ausgleichen läßt.
(D. R. P. Nr. 269 845).

Nach dem Verfahren der Société des Télégraphes Multiplex, Système E. Mercadier-H. Magunna in Paris werden zur Erzeugung hochfrequenter Ströme isochron schwingende Stäbe mechanisch durch fortgesetzte Reibung einer scharfen Kante mittels sich ununterbrochen und regelmäßig bewegender endloser Riemen, zylindrischer Trommeln oder flacher Scheiben aus elastischem Stoff, zum Beispiel Leder, in Schwingungen versetzt, wobei die Zahl der schwingenden Stäbe und daher der erzeugten Wellenströme beliebig sein kann. Als Stab kann eine Stimmgabel verwendet werden, welche schräg zu einem fortlaufenden Riemen liegt. (D. R. P. Nr. 271 744.)

Sendereinrichtungen.

Zum gleichzeitigen Senden und Empfangen von drahtlosen Signalen gibt L. Gabrilovitch die folgende Einrichtung an. Für die Zeit, während welcher in der Antenne Sendeschwingungen vorhanden sind, ist der in den offenen Schwingungskreis eingeschaltete Teil des Empfängers kurzgeschlossen und die Wirkung dieses Teiles des Empfängers auf den Detektorkreis wird vollends dadurch aufgehoben, daß ein diesem Teile identischer, an die Antenne geschalteter (oder mit dem Erregungskreis gekuppelter) Kreis in dem Detektorkreis einen Strom induziert, welcher dem von dem Empfänger induzierten Strome gleich stark und entgegengerichtet ist.
(D. R. P. Nr. 269 304.)

Die Signal-Gesellschaft m. b. H. in Kiel erhielt ein Patent auf einen Ladekreis, in welchem mittels einer entsprechenden Wechselstromquelle ein elektrischer Energieansammlungsapparat (Kondensator) Selbstinduktion usw.) aufgeladen wird. Die Erfindung besteht darin, daß das Einsetzen der Entladungen zu einer ganz bestimmten Zeit innerhalb der einzelnen Wechsel, das heißt eine regelmäßige Funkenfolge, dadurch erreicht wird, daß in den Ladekreis ein synchron mit der Spannung der Wechselstromquelle veränderlicher Wechselstromwiderstand (Selbstinduktion, Kapazität, Ohmscher Widerstand oder Kombination hievon) eingeschaltet wird. (D. R. P. Nr. 269 379.)

Zweck der Erfindung der Galletti's Wireless Telegraph & Telephone Comp. Lim. in London ist, eine geeignete Einrichtung für die drahtlose Nachrichtenübermittlung zu schaffen, durch Mittel, die die ausgesandten Signale an der Empfangsstelle unmittelbar durch eine Anzeigevorrichtung ohne Zwischenschaltung eines Detektors oder einer einem Detektor gleichwertigen Einrichtung aufzunehmen gestatten. Die Erfindung besteht dem Wesen

Digitized by Google

nach darin, daß auf der Sendestelle ein Luftleiter benutzt wird, der verhältnismäßig langsam in nur einem Sinne geladen wird und durch einen gedämpften Funken oder sogenannten Löschfunken in nur einem Sinne entladen wird, wodurch bezweckt wird, rasch aufeinanderfolgende Entladungen nur einer Richtung im Luftleiterstromkreis zu erzeugen. Die durch Impulse einer Richtung von dem Luftleiter ausgesandten Signale werden an der Empfangsstelle in Form von Strömen einer Richtung in einem Luftleiter empfangen, in welchem die Bildung freier Schwingungen unterdrückt wird. Der Funken, der zur schnellen Entladung des Luftleiters benutzt wird, ist in einem solchen Maße gedämpft oder gelöscht, daß keine Entladung im entgegengesetzten Sinne in ihm stattfindet oder daß diese doch so klein im Vergleich zur Hauptentladung ausfällt, daß dadurch die elektrischen Verhältnisse des Luftleiters nicht merklich beeinflußt werden. (D. R. P. Nr. 268 817.)

Die Einrichtung der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. in Berlin nach Fig. 4 bezweckt, einen konstanten Kopplungsgrad aufrecht zu erhalten. Sie besteht darin, daß die Kopplungsspule 4 des das Wellenvariationsmittel 3 enthaltenden Schwingungskreises in zwei Teile 4, 4^1 zerlegt ist, welche so dimensioniert und zu dem Wellenvariationsmittel 3 so geschaltet sind, daß bei Änderung der Frequenz die Feldstärke des einen Spulenteils etwa um ebensoviel zunimmt, als die des anderen Teils abnimmt.

(D. R. P. Nr. 268 744.)

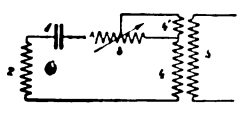


Fig. 4.

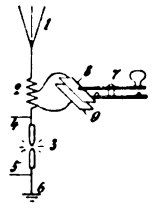


Fig. 5.

Fig. 5 zeigt die Sendeeinrichtung von Carl Schou in Söllerød (Dänemark). 1 ist eine Antenne, 2 eine Selbstinduktionsspule, 3 ein Poulsen-Bogen mit den Speiseleitungen 4 und 5, 6 ist eine Erdverbindung und 7 eine Telegraphentaste, die, statt mit Kontaktstücken, mit Platten 8 und 9 versehen ist, welche zusammen einen Kondensator bilden, dessen Kapazität verschiedene Werte hat, je nachdem die Taste niedergedrückt ist oder nicht. Der von den Platten 8 und 9 gebildete Kondensator ist mit einigen der Windungen der Spule 2 in Nebenschluß verbunden, so daß die Schwingungszahl des ganzen Systems variiert, wenn die Kapazität des Kondensators verändert wird. Telegraphiert man nun mit der Taste, so wird die Wellenlänge der ausgesandten elektrischen Wellen in Übereinstimmung mit der Bewegung der Taste variieren. Statt der Kondensatorplatten können auch Spulen durch die Taste beeinflußt werden. (D. R. P. Nr. 267 216.)

Empfängerschaltungen.

Der Kontaktdetektor der C. Lorenz A.-G. in Berlin zeichnet sich dadurch aus, daß die aus beliebigem, festem Material bestehenden Elektroden sich nur in eingeschaltetem Zustand des Detektors berühren und sich beim Ausschalten automatisch trennen, so daß der Kontakt im Ruhezustand unterbrochen ist, wobei die selbsttätige Unterbrechung bezw. Berührung der Kontakte mit Hilfe zweier gegeneinander wirkender Federn erfolgt. Die Spannkraft wenigstens einer der beiden Federn kann während des Betriebes, das heißt in eingespanntem Zustande des Detektors geändert werden, beispielsweise mit Hilfe einer Laufmutter. (D. R. P. Nr. 272 912.)

Das von Raphael Roblin in Hardricourt (Frankreich) angegebene Relais für drahtlose Telegraphie, mittels dessen man durch einen Morseschreiber drahtlose Nachrichten in Empfangsapparaten aufnehmen kann, die mit einem abstimmbaren Stromkreis für beliebige Wellenlängen arbeiten, weist als Hauptmerkmal Rahmen auf, die in einem magnetischen Feld angeordnet sind und auf denen Drähte gespannt sind, die durch ein Isoliermittel verklebt sind. Diese Drähte sind durch Haltefäden an einem Steg angeschlossen, der an einer Metallspirale aufgehängt ist. Letztere vergrößert die Schwingungen und trägt seinerseits einen biegsamen Stab, der selbst an den Schwingungen teilnimmt, sie vergrößert und den Stromkreis einer den Morseschreiber speisenden Stromquelle öffnet und schließt. (D. R. P. Nr. 269 129.)

Bei dem Empfänger der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. in Berlin wird die Ventilwirkung von Vakuumröhren mit glühenden Kathoden und einer kalten Anode dazu benutzt, die elektrischen Schwingungen zu verstärken und ein besonderer Detektor zur Gleichrichtung der Schwingungen hinzugenommen. Der Detektor liefert hiebei, wenn es sich zum Beispiel um die Übertragung regelmäßiger Impulse wie bei tönenden Sendern der drahtlosen Telegraphie handelt, regelmäßige, niederfrequente Gleichstrompulsströme, oder wenn es sich um die Übertragung der Sprache bei der Telephonie handelt, unregelmäßige Gleichstromschwankungen ebenfalls niedriger Frequenz. Diese vom Gleichrichter gelieferten Impulse oder Ströme niedriger Frequenz können nun weiter durch gleichartige Gasstrecken verstärkt werden, ehe sie dem Telephon oder einem anderen Indikationsinstrument zugeführt werden. Dabei ergibt sich eine besonders einfache und sehr wirkungsvolle Einrichtung dadurch, daß ein und dieselbe Gasstrecke sowohl zur Verstärkung der Hochfrequenzschwingungen, als auch zur Verstärkung der niederfrequenten Ströme benutzt wird. (Ö. P. Nr. 63 593.)

Verschiedene Einrichtungen zur drahtlosen Telegraphie.

Von Georg Schieferstein in Lich (Hessen) ist ein Variometer mit einer festen und einer gegen diese beweglichen Spule angegeben worden. Die einzelnen Spulen jedes Spulensatzes sind in Reihe, hingegen die beiden Spulensätze zueinander parallelgeschaltet, so daß zwischen denjenigen Leiterteilen oder Spulen, die in den Grenzstellungen nebeneinander zu liegen kommen, keine oder nur eine unerhebliche Spannungsdifferenz auftritt. Punkte gleichen Potentials der festen und der beweglichen Spulen sind untereinander elektrisch verbunden. Die Windungen der gegeneinander bewegbaren Spulensysteme werden bei vorhandenen Kreuzungen außerhalb der Spulenebene verlegt oder es wird eine Windung durch eine andere durchgeführt, so daß die Wicklungsebenen der beiden Spulensysteme in den Grenzstellungen in eine Ebene zusammenfallen. (Ö. P. Nr. 63 232.)

Die Gesellschaft für drahtlose Telegraphie verwendet in den Stationen zwei Antennen; eine ist als Luftleiter ausgebildet und dient zum Senden, die andere als Erdantenne und dient, eventuell zusammen mit dem Luftleiter, zum Empfang. Beide werden durch die gleichen Mittel geerdet. Beide können auch, zur Verstärkung beim Empfang, auf den gleichen Empfangsapparat wirken.

(Ö. P. Nr. 62 665.)

Die Erdantenne der C. Lorenz A.-G. in Berlin ist dadurch gekennzeichnet, daß sie aus parallelen Drähten besteht, und in Stücke unterteilt ist, zwischen welchen Kondensatoren eingeschaltet sind, um die Selbstinduktion aufzuheben. (D. R. P. Nr. 268 940.)

Der Erdkondensator von Dr. L. Zehnder in Berlin, ein mit Metallbelag versehener Kondensator zum Ableiten der Wellen in die Erde oder umgekehrt, zeichnet sich dadurch aus, daß die geerdete Belegung selber Erdplatte ist, also über die ganze Fläche an gut leitendem Erdreich anliegt. (D. R. P. Nr. 268 969.)

Besondere Einrichtungen betreffen die Unterbringung der Apparatur für drahtlose Telegraphie auf Luftfahrzeugen. Die einziehbare Antenne der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie kennzeichnet sich dadurch, daß sie in aufgewickeltem Zustand von der Sende- und Empfangsapparatur abgeschaltet und unter Vermittlung ihrer Haspel an das Gerippe oder Gegengewicht des Luftfahrzeuges angeschaltet ist, während sie in abgewickeltem Zustand, beispielsweise durch Zwischenschaltung eines isolierenden Verbindungsstückes, sich einerseits von der Haspel abschaltet und andererseits an den Sende-Empfangsumschalter anlegt. (D. R. P. Nr. 266 588.)

In großen Höhen wird die Ballonhülle praller und es muß abgeblasen werden. Dabei können sich explosible Gemische bilden, die durch die Funken am Tastrelais zur Entzündung gebracht werden könnten. Die Firma trifft daher die Einrichtung, daß beim Prallwerden der Hülle ein Kontakt betätigt wird, der den Tastrelaiskreis unterbricht, mithin das Senden dann unmöglich macht. (D. R. P. Nr. 268 759.)

Zum Zwecke der drahtlosen Ortsbestimmung trifft die C. Lorenz A.-G. die Einrichtung, daß ein durch ständig in bestimmten Grenzen veränderte Abstimmorgane vielwelliger Sender induktiv oder kapazitiv auf beispielsweise sternartig angeordnete, auf eine bestimmte Welle des Senderwellengebietes abgestimmte gerichtete Antennen arbeitet.

(D. R. P. Nr. 265 732.)

Nach einer anderen Einrichtung der Firma wird abwechselnd in jeder Senderichtung mit einem bestimmten Ton gesendet. Gleichzeitig mit der Umschaltung des Senders auf eine andere Senderichtung wird der Sendeton selbsttätig geändert. Hiebei findet ein Tonkreis Verwendung, welcher gleichzeitig mit dem Antennenkreis selbsttätig umgeschaltet wird. Auf der Empfangsseite werden abgestimmte Resonanzrelais verwendet welche die Richtung direkt anzeigen. (D. R. P. Nr. 269 104.)

Bei dem von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie im D. R. P. Nr. 259 301 angegebenen Verfahren zur Orientierung wird an der Sendestelle zunächst ein ungerichtetes Zeitsignal und dann in gewissen zeitlichen Abständen ein gerichtetes Signal in einer vereinbarten Drehrichtung abgegeben. Anstatt eine größere Anzahl sternartig gerichteter Antennen anzuordnen, wird neuerdings eine Einrichtung hinzugefügt, durch die die Ebene des gerichteten Signals von einer gerichteten Antenne zur nächsten gedreht wird. Die Einrichtung zeigt Fig. 6. 2, 2 sind zwei benachbarte gerichtete Antennen, 10 ist ein Teil der Sendeapparatur, 11 die dazugehörige Kopplungsspule. Von dieser Spule 11 wird die Energie gleichmäßig auf die beiden Kopplungsspulen 12, 12 der beiden Antennenpaare 2, 2 übertragen. Zu jeder Kopplungsspule ist ein Variometer 13 parallel geschaltet. Eine mechanische Reguliervorrichtung verbindet beide Variometer derart miteinander, daß, während das eine abnimmt, das andere im gleichen Maße zunimmt. Hiedurch wird erreicht, daß, wenn bei einer gewissen Stellung die eine Antenne 2 die ganze Energie erhält, bei Drehung dieser Reguliervorrichtung ihre Energie abnimmt und die Energie in der anderen Antenne 2 entsprechend zunimmt, so daß eine Verteilung der Energie bewirkt wird, die eine Drehung der Richtebene von dem einen Antennenpaar zu dem nächsten zur Folge hat.

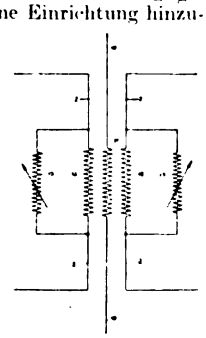


Fig. 6.

(D. R. P. Nr. 272 841.)

Es ist bekanntlich vielfach der Vorschlag gemacht worden, das Erdinnere durch elektrische Wellen zu erforschen. Dr. H. Löwy in Wien schlägt vor, an verschiedenen Stellen eines Bergwerks in Strecken oder Bohrlöchern schwingungsfähige Gebilde einzubauen und ihre Kapazität und Dämpfung zu messen; aus dem Vergleich der erhaltenen Meßresultate ergeben sich Anhaltspunkte für die Beurteilung der Beschaffenheit des umgebenden Materials. (Ö. P. Nr. 62 594.)

Eine Schwierigkeit besteht nur darin, die in die Erde eingeführten Antennen vom Grundwasser zu isolieren. Dr. G. Leimbach in Göttingen schlägt deshalb vor, als Antenne ein Gefrierrohr zu verwenden, um das herum ein Frostzylinder als guter Isolator erzeugt wird. (D. R. P. Nr. 270 490.)

Um leitende Flächen (Wasser, Erz) aufzusuchen, trifft der Erfinder die Anordnung, daß parallel zur Erdoberfläche vom Sender ausgehende Antennen angeordnet sind und durch Abstimmung diejenige Welle herausgesucht wird, die die geringste Dämpfung ergibt. Ein Viertel dieser Wellenlänge bzw. ein ungerades Vielfaches davon ist gleich dem Abstand des Wassers oder Erzes von der Erdoberfläche.

(D. R. P. Nr. 273 339.)

Digitized by Google

Eisenbahnsignal- und Sicherungseinrichtungen.

Blockapparate und Zentralstellwerke.

Die Société Auxiliaire des Tramways et Chemins de Fer in Brüssel beschreibt eine selbsttätige Blockeinrichtung für Straßen- oder elektrische Bahnen, bei welcher durch auf den Leitungsdrähten angeordnete Kontakte Elektromagnete erregt werden, die Räder betätigen, deren Drehung die Einstellung der Signale bewirkt. Erfindungsgemäß sind die Räder auf einer Schraube angeordnet, die in ihrer Achsrichtung nach rechts oder links verschiebbar ist, je nachdem das eine oder das andere Rad gedreht wird. Das eine Rad ist als Mutter ausgebildet, so daß es eine Verschiebung der Schraube nach rechts bewirkt, während das andere Rad mittels eines Keiles in eine Nut der Schraube eingreifend, diese bei seiner Drehung nach links verschiebt. Werden beide Räder gleichzeitig angetrieben, so findet eine Verschiebung der Schraube nicht statt. (Ö. P. Nr. 64 277.)

Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin baut Blocksicherungen für elektrische Bahnen, insbesondere für Hängebahnen mit abschaltbaren Blockabschnitten, deren Schaltrelais beim Überfahren von Hilfsleitungen gesteuert werden. Erfindungsgemäß wird für bestimmte, besondere Streckenteile, wie Weichen, Kreuzungen u. dgl., an Stelle der Hilfsleitung der betreffende Streckenteil selbst für die Steuerung des Schaltrelais des in der Fahrtrichtung vorausliegenden Streckenteiles benutzt. (D. R. P. 272 602.)

Dieselbe Firma beschreibt eine Schaltung zur Freigabe von Fahrstraßenhebeln, deren Einstellung von den Überwachungseinrichtungen zugehöriger Hebel abhängig gemacht ist. Erfindungsgemäß ist außer den Abhängigkeitsstromkreisen ein besonderer Hilfsstromkreis, der in offenem Zustande das Einstellen des Fahrstraßenhebels verhindert, an allen Überwachungsstellen des Stellwerkes über Kontakte geführt, die sich beim Versagen der Überwachungsvorrichtungen öffnen und von Hand aus geschlossen werden können. (D. R. P. Nr. 271 260.)

Zugdeckungsvorrichtungen.

A. Hugo Bogusch in Glashütte (Sachsen) gibt eine Zugsicherungseinrichtung gegen Folge- und Gegenzüge sowie bei Kreuzungen an, bei der die Signalleitung an der Strecke aus einander übergreifenden Teilleitern besteht. Die Erfindung besteht darin, daß die Teilleiter, die in voneinander isolierten Leitungsrohrstücken verlegt und abwechselnd mit der metallischen Oberfläche dieser Rohrstücke verbunden sind, beim Niederdrücken eines Schalthebels durch ein Wagenrad oder eine mit dem Haltsignal in Verbindung stehende Vorrichtung stromleitend mit den Fahrschienen verbunden werden. (D. R. P. Nr. 268 421.)

Richard Mohs in Spremberg konstruiert eine Vorrichtung zum Verhindern des Zusammenstoßens einander entgegenfahrender Züge, bei der Streckenanschläge mittels Elektromotoren in die wirksame Lage gebracht werden. Erfindungsgemäß wird der Stromkreis für den Elektromotor eines Streckenanschlages durch den nächstliegenden Streckenanschlag in dessen unwirksamer Lage vorbereitet und durch einen vor diesem liegenden Streckenstromschließer geschlossen. (D. R. P. Nr. 268 422.)

Die The Westinghouse Brake Company Limited in London beschreibt eine Signalvorrichtung für Blockabschnitte, bei der ein elektrischer Strom für Signalzwecke aus einer geeigneten Stromquelle einem von den Fahrschienen gebildeten und mit Signalanzeigevorrichtungen (zum Beispiel Relais) verbundenen Stromkreis zugeführt wird. Die Erfindung besteht in der Verwendung eines oder mehrerer Regulierwiderstände mit positiven Temperaturkoeffizienten. Diese Regulierwiderstände sind mit der Signalstromquelle und mit einem Relais oder einer anderen Anzeigevorrichtung in Reihe geschaltet, um einerseits die Schwankungen des Signalstromes bei Veränderungen im Signalstromkreis zu vermindern, andererseits das Ansprechen des Relais bei Veränderungen im Zustande des Signalstromkreises infolge An- oder Abwesenheit eines Zuges zu beschleunigen oder zu verstärken. (D. R. P. Nr. 271 008.)

Eine Einrichtung der Siemens & Halske Akt.-Ges. in Wien-Berlin zur Signalübertragung auf die Lokomotive, bei welcher beim Befahren von Kontaktschienen der Anker eines Signalmagneten durch sein Abfallen ein Signal erzeugt, weist erfindungsgemäß eine Rückführeinrichtung für den abgefallenen Signalmagnetanker auf. Dieselbe besteht aus einem durch den abgefallenen Signalmagnetanker einschaltbaren Elektromagneten, welcher ein Ventil steuert, das einem Zylinder Druckluft zuströmen läßt. Der Kolben dieses Zylinders bringt bei seiner Verschiebung durch die Druckluft entgegen einer regelbaren Kraft den Signalmagnetanker wieder in seine Ruhelage zurück. (Ö. P. Nr. 64 509.)

Stellvorrichtungen für Weichen und Signale.

Die Firma Siemens-Schuckert Werke G. m. b. H. in Berlin baut eine Einrichtung zur Verhütung der Umstellung einer Weiche unter einem fahrenden Straßenbahnwagen, die vom Wagen beim Überfahren einer isolierten Strecke der Oberleitung mit eingeschalteten Motoren verstellt wird. Erfindungsgemäß öffnet der auf die Weiche zufahrende Wagen durch seinen Stromabnehmer mittels eines Kontaktes an der Oberleitung, der hinter dem zum Umstellen der Weiche dienenden Kontakt liegt, einen in der Stellstromleitung liegenden Schalter und schließt nach dem Durchfahren der Weiche diesen Schalter wieder, indem sein Stromabnehmer eine Verbindung zwischen der Oberleitung und den hinter der Weiche liegenden Kontaktstücken herstellt, so daß die Magnetspule des genannten Schalters Strom erhält. (D. R. P. Nr. 267 688.)

Die Firma Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin gibt eine Sicherheitsschaltung für elektrische Weichen- und Signalantriebe an, bei der die zum Stellen der Weiche dienenden Leitungen gleichzeitig als Überwachungsleitungen ausgebildet sind; dabei ist erfindungsgemäß der Stellmotor derart mit dem zum Umschalten der Leitungen dienenden Betriebsstrommagneten und dem Überwachungsmagneten in Reihe geschaltet, daß ein Fremdstrom, der in der stromlosen Zwischenlage in die Überwachungsleitung gelangt, die Überwachungsleitung abschaltet. (D. R. P. Nr. 271 258.)

Galvanische Elemente.

Um zu bewirken, daß der Elektrolyt an allen Stellen gleichmäßig durch die Kohle fließt bezw. aus dieser tritt, und das Zink gleichmäßig angreift, wird gemäß der Erfindung des Gustav Engisch in Berlin bei der Herstellung von Kohlen für galvanische Elemente derart verfahren, daß nur der innere Kern der Kohle, der bei der Fabrikation stets eine gleichmäßige Struktur erhält, verwendet wird. Zwecks Herstellung derartiger Elementkohlen wird das Äußere der Kohle auf mechanischem oder chemischem Wege soweit zweckentsprechend bearbeitet, daß nur der zur Verwendung kommende Kern übrig bleibt. (D. R. P. Nr. 272 618.)

Z. Szpor gibt ein Element an, bei welchem der Batteriebehälter durch einen Einsatz in einen äußeren Raum für das lösliche Depolarisationsmittel und in einen inneren Raum für den Elektrolyten zwecks Verhütung einer direkten Einwirkung des Kupfersulfats auf die Zinkelektrode geteilt ist. Die Erfindung besteht darin, daß beide Räume nur an der tiefsten Stelle durch einen Ringschlitz miteinander in Verbindung stehen und ein unporöser Einsatz zwecks Verdeckung des Kupferpoles von dem herabfallenden Zinkschlamm und zur Erhöhung des Diffusionswiderstandes des Elektrolyten in der Mitte eine Einschürfung besitzt. (Ö. P. Nr. 62 735.)

Dr. W. Nernst hat im D. R. P. Nr. 264 026 ein Brennstoffelement geschützt erhalten*), das in seiner Wirkung dadurch bedeutend verbessert wird, daß man die Temperatur der Elemente erheblich über Zimmertemperatur, zum Beispiel auf 40° oder besser noch auf 60°, dauernd erhält. Sowohl die Einwirkungsgeschwindigkeit der betreffenden Gase wie auch die Güte der benutzten Elektroden, was ihre Konstanz der Spannung anlangt, wird dadurch erheblich gesteigert. Da man in der Regel als reduziertes Gas Wassergas verwenden, also eine größere Heizanlage in der Nähe der Batterie ohnehin aufstellen wird, so ist die Erwärmung der Elemente ohne merkliche Kosten durchführbar. (D. R. P. Nr. 265 424.)

Um an galvanischen Elementen den Deckel mit dem Metallbehälter zu befestigen, trifft die Firma J. Zaruba & Co. in Hamburg die Einrichtung, die Deckelbefestigungsglieder an einem Rahmen anzuordnen, welcher mit der Umbördelung des Metallbehälters verbunden ist. Der Rahmen dient gleichzeitig als Elektrodenträger. (D. R. P. Nr. 272 741.)

Das Filterelement von G. Engisch zeigt Fig. 1. *a* ist die positive Elektrode mit dem Hohlraum a^1, in dem der hohle Zylinder *b* angebracht wird, der auch mit der Elektrode aus einem Stück bestehen kann. Über der Bohrung b^1 des Zylinders *b* wird eine aus säurefestem Material bestehende Zuleitung *c* für den Elektrolyten mittels Verschraubung oder Kitt befestigt. An der Elektrolytzuleitung *c* ist ein Regulierhahn *d* vorgesehen. Die Elektrode *a* wird in einem Bleibehälter *f* eingesetzt und durch einen Flansch *g* abgedichtet. Der Strom wird durch die Ringscheibe *h* abgenommen. In dem Raum a^1 wird das Zink untergebracht. Wie ersichtlich, kann der Elektrolyt, der sich in der Pfeilrichtung bewegt, von allen Seiten zu dem in dem Raum a^1 befindlichen Zink treten. (D. R. P. Nr. 270 263.)

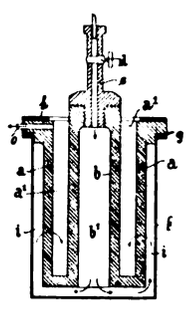


Fig. 1.

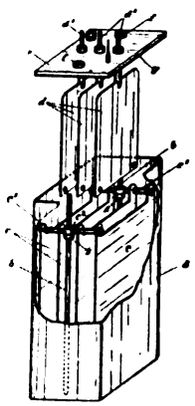


Fig. 2.

Die Anordnung der Elektroden in Kupferoxydelementen von Ludwig Schuller in Passau und Paul Pörske in Hamburg zeigt Fig. 2. Eine Reihe von Kupferoxydplatten *c* wird mittels wagrechter Bolzen, die durch gelochte Ansätze der Platten hindurchgehen und zwischen die einzelnen Platten eingeschalteter Rohrstücke c^1 zusammengehalten, die auf Bolzen aufgeschoben sind. Die oberen Bolzen haben ein vertikales Auge c^2, mittels dessen die Kupferoxydelektroden in der Höhe verstellbar auf zwei Säulen *b* aufgehängt werden können. Diese stehen senkrecht im Gefäß *a* und werden gleichzeitig dazu benutzt, den die Zinkelektroden tragenden Deckel mit Gummidichtung *g* auf den Rand des Gefäßes fest anzuschrauben. (D. R. P. Nr. 272 801.)

*) Siehe E. u. M. 1913, Seite 1105.

Schluß der Redaktion am 23. Juni 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. **Chefredakteur: J. SEIDENER.**

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie **Redaktion, Administration** und **Expedition** der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804 423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der **Jahresbeitrag** beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige **Eintrittsgebühr** beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. **Bezugspreise:** Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die **Bezugspreise** sind im **vorhinein** zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro *mm* Höhe und Spalte (45 *mm* Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Die Elektrifizierung Mährens. Von Landes-Oberingenieur Karl Suwald 569
Der Entwurf des Gesetzes, betreffend das Wegerecht und andere Bestimmungen für elektrische Anlagen in der kritischen Beleuchtung der Stromindustrie. Von Armin Hartmann, Ingenieur in Mähr.-Ostrau 574
Das Enteignungsrecht für elektrische Leitungen in neuer Gestalt. Von Bergdirektor S. Rieger 576
Über den Einfluß der Motorcharakteristik auf den Traktionswirkungsgrad elektrischer Gleichstrombahnen. Von Dr. Ing. J. Liska (Schluß) 579
Rundschau:
Elektrizitätswerke, Anlagen 582
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 583
Dynamomaschinen, Transformatoren 584
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 584
Elektrische Beleuchtung 584
Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 584
Elektrische Apparate 585
Funkentelegraphie und -Telephonie 585
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 586
Chronik 586
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Galvanische Elemente (Schluß). Elektrochemie. Elektrometallurgie 586
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *361—372*

Die Elektrifizierung Mährens*).

Von Landes-Oberingenieur Karl **Suwald.**

Die fortschreitende Anspannung der Steuerkraft der Völker, bedingt durch die vorwaltende Staaten- und Gesellschaftsordnung, zwingt die Allgemeinwirtschaft und dadurch die eigentliche Triebfeder derselben, „die Technik", die größtmöglichste Verbilligung jeglicher Produktion und in weiterer Folge die größtmöglichste Verallgemeinerung der Produktionsobjekte zu erzielen.

Für die wirtschaftliche Entwicklung eines jeden Gemeindewesens, jedes Gemeindekomplexes (Bezirkes) und demnach in äußerster Hinsicht eines ganzen Landes ist unbestritten heute die Elektrotechnik von der weittragendsten Bedeutung. Die Popularisierung der Elektrizität auf Grund der sieghaften technischen Entwicklung und Vollkommenheit in ihrer Erzeugung und ihrer unbestritten einwandfreien und vielfach bereits unentbehrlichen Verwendungsmöglichkeit schreitet ungeahnt vorwärts. Das allgemeine Beleuchtungswesen wird unleugbar in Bälde eine Domäne der Elektrizität werden. Die fortschreitende Industrialisierung gebietet allen voraussetzungslos weitblickenden Gemeindewesen und Verwaltungskörpern, die dazu berufen sind, das Gleichgewicht in der Gesellschaftsordnung möglichst zu erhalten, die Elektrifizierung in Hinsicht der leichteren und billigeren Kraftverwertung für das kleine Handwerk und die Kleinbetriebe in ausgiebigstem Maße zu fördern oder selbst zu erstellen. Die Großindustrie kommt hiebei gewiß nicht zu kurz. Wenn billig verkauft werden soll, muß im Großen erzeugt und in großen Mengen abgegeben werden. Die Schaffung und Lebensfähigkeit großer Elektrizitätswerke stützt sich vielfach in erster Linie auf den Industriekonsum. Dieser muß zu besonders niedrigen Preisen abgegeben werden, weil er großen und gleichmäßigen, wie auch ausgleichenden Abnahmen entspricht und durch die selbstverständlich billige Erzeugung in Großkraftwerken der großen Menge der kleinen Abnehmer in Stadt und Land eine zeitgemäße Licht- und Kraftquelle erschließt und folgerichtig auch verbilligt. Die immer spärlicher werdende menschliche Arbeitskraft auf dem flachen Lande, in der Landwirtschaft, bietet, und dies gerade in einem landwirtschaftlich hochbedeutsamen Lande, wie Mähren, eine vielfach bereits nachdrücklichst geforderte Verwendungsmöglichkeit für die Elektrizität.

In Mähren war bisher die Wohltat der Verwendung der Elektrizität für Licht und Kraft vornehmlich auf die größeren Städte und größeren Industriezentren beschränkt. Die bisherige Entwicklung ist laut Statistik der österreichischen Elektrizitätswerke keine unbedeutende. Es waren bis Ende 1913 in Mähren ungefähr 89 Elektrizitätswerke mit vornehmlich kalorischer Krafterzeugung bei einer Gesamtleistung der aufgestellten Maschinenaggregate von zirka 50.000 *kW*. Hievon entfallen allerdings auf die zwei größten Werke, und zwar jenes der Nordbahngesellschaft in Hruschau bei Ostrau zirka 17.000 *kW* (vornehmlich für einschlägige Industriezwecke) und jenes der Rossitzer Elektrizitätswerke in Oslawan mit 11.500 *kW* (für gemischten Stadtkonsum, Brünn und Industriezwecke).

Von diesen 89 Werken (unter diesen befinden sich allerdings eine ziemlich große Anzahl kleinerer, auch Wasserkraftanlagen) sind zirka 33, also mehr als ein Drittel, und zwar die größten, in den letzten vier Jahren erstanden.

*) Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein in Brünn am 17. Februar 1914.

Digitized by Google

Nachdem nun in Mähren die erste Elektrizitätsanlage zur Allgemeinversorgung für Licht und Kraft im Jahre 1894 in Betrieb gesetzt wurde, also rund vor zwei Dezennien, dann ist auch klar, daß nach dem Anschwellen der letzten vier Jahre die Elektrifizierung in Mähren in größerem Maße bereits eingesetzt hat. Den Anfang der allgemeinen elektrischen Licht- und Kraftversorgung nach technisch und wirtschaftlich modernen Grundsätzen, wenigstens in Hinsicht der Strombeschaffung, machte gleichsam die Landeshauptstadt Brünn, durch den Anschluß ihres städtischen Versorgungsgebietes an das Großkraftwerk in Oslawan.

Das bisher mit Elektrizität versorgte Gebiet in Mähren befriedigt gleichsam zirka eine Million Einwohner, soweit man eben nach spezifisch österreichischen Begriffen von Befriedigung der Allgemeinheit sprechen kann. Die bis 1913 aktivierten öffentlichen Elektrizitätsanlagen in Mähren entsprechen einem Gesamtwert an Investitionen und verbrieften Rechten von zirka 70 Millionen Kronen.

Nun sind aber noch Gebiete von rund 1,620.000 Einwohnern zu erschließen und zu versorgen, und es ist auch noch beinahe die ganze Industrie im ganzen Lande zu kaptivieren. Wenn die noch unversorgten auch vorwiegend landwirtschaftliche Gebiete mit kleinen Städten und Orten sind, so wäre es auf Grund der nunmehrigen reichlichen Erfahrung der Überlandversorgung aus großen Kraftwerken ein wirtschaftlich unverzeihlich selbstmörderisches Beginnen, wenn man die Elektrifizierung förmlich ziel- und planlos durch die folgeweise Schaffung einer endlosen Zahl kleiner unbedingt teuer erzeugender Elektrizitätswerke sich weiter entwickeln lassen wollte.

Die kleinen Elektrizitätswerke können den großen Fernkraftwerken nie Stand halten aus allzu bekannten Gründen.

Bei kleinen Werken betragen die Anlagekosten pro *PS* K 800 bis 1200, bei großen Kraftwerken K 150 bis höchstens K 300; die großen Werke arbeiten billiger, insbesondere wenn sie in der Nähe der Kohlengruben sind, brauchen viel weniger Brennstoff und Bedienung und können auch im Verhältnis für ein großes Versorgungsgebiet kleiner sein. Die dermaligen städtischen und kleineren landwirtschaftlichen Elektrizitätswerke repräsentieren meist bodenständiges Kapital.

Ein großer Prozentsatz dieses investierten Millionenvolksvermögens erschiene und ist schon jetzt zum Teil unfruchtbar und uneinbringlich festgehalten. Dieses Kapital hätte schon heute ausgiebigst für eine großzügige Elektrizitätsversorgung bezw. für andere nutzbringende wirtschaftliche Forderungen verwendet werden können.

Durch die unausbleibliche Schaffung großer Kraftwerke und hiefür zeugt schon die Rührigkeit des mobilen Kapitals der einschlägigen Großindustrie, besser gesagt der großen Elektrizitätskonzerne, werden die kleineren Werke aus rein wirtschaftlichen Gründen den Anschluß an die Fernkraftwerke bewirken müssen.

Als Grundlage für einen Überblick über die Elektrifizierung Mährens ist die Bestimmung des voraussichtlichen Konsums und die Aufstellung einer wenn auch nur rohen Rentabilitätsberechnung. Hiebei verweise ich auf eine beachtenswerte, wenn auch nicht in jedem Belange stichhältige Skizze des Prof. Ing. List in der Böhmisch-mährisch-schlesischen Revue, Jahrgang X, Nr. 2. Alle derartigen Betrachtungen kranken wohl an den äußerst mangelhaften statistischen Grundlagen.

Die Bevölkerung Mährens beträgt heute rund 2,620.000 Köpfe. Hievon entfallen auf die größeren Städte und Industrieorte rund 450.000 Einwohner, auf das flache Land 2,170.000 Einwohner. Als Zieljahr wird das Jahr 1955 festgelegt. Der Bevölkerungszuwachs wird pro Dezennium mit 7% angenommen. Im Jahre 1955 wird Mähren rund 3,435.000 Einwohner zählen, wovon auf größere Städte und Industrieorte 620.000 Einwohner, aufs flache Land und Kleinstädte 2,815.000 Einwohner entfallen. Mähren ist unleugbar ein hervorragendes Agrikulturland und ein innerhalb der österreichischen Kronländer ebenso bedeutsames und noch entwicklungsfähigeres Industrieland. Nach Dr.-Ing. Walter Konrad, „Bedeutung, Rentabilität, Finanzierung und Besteuerung der österreichischen Wasserkräfte" kann man wohl in Mähren für obigen Zeitpunkt die Sättigung für die Industriezentren mit 220 *kWh*, für das flache Land mit 75 *kWh* pro Kopf und Jahr annehmen, und zwar unter der Voraussetzung der sofort wohlorganisiert beginnenden, großzügigen Elektrifizierung. In diesen Ziffern ist der voraussichtliche Gesamtkonsum für Licht, Kleinmotoren, Gewerbemotoren alter, das heißt schon bestehender und neu erstehender Industriekonsum, Straßenbahnen, ausschließlich der elektrisierten Vollbahnen und jener Industrien, welche durch ihre Besonderheit, den Überfluß und Billigkeit ihrer eigenen Kraftüberschüsse, einen Anschluß an das Großnetz nicht oder nur bedingungsweise suchen werden, wenn diese letzteren nicht selbst als Stromabgeber im großen auftreten. (Kohlen-, Koks- und Hüttenbetriebe.)

Dieser Gesamtkonsum würde im Jahre 1955 rund 346 Millionen *kWh* betragen. Dies entspricht einer Sättigung von 100 *kWh* pro Kopf, eine gewiß nicht übertriebene Ziffer, bedenkt man, daß zum Beispiel im Versorgungsgebiet der oberschlesischen Elektrizitätswerke im Jahre 1912, nach 16jährigem Bestande, die Konsumziffer pro Kopf der Bevölkerung und Jahr 180 *kWh* betrug.

Auch der Erfolg zum Beispiel unseres größten mährischen Stadtwerkes, nämlich Brünn, darf uns, soweit die Allgemeinversorgung betreffend, mit seinen rund 40 *kWh* pro Kopf und Jahr, exklusive des Industriekonsums (15 *kWh* Licht, 10 *kWh* Kraft, 15 *kWh* Straßenbahn, laut Bericht vom Jahre 1912) nicht beirren. Brünn stellt wohl in der Entwicklungsgeschichte seines Werkes ein Unikum dar. Zur anerkennenswerten Modernisierung der Elektrizitätsversorgung wurde nichts unterlassen, zur werktätigen Popularisierung der Elektrizität wird in Brünn jedoch blutwenig beigetragen. Der Konsum steigt aber naturgemäß, wenn auch verhältnismäßig langsam, so doch stetig.

Mähren ist in Hinsicht der Elektrifizierung ein glückliches Land, insoferne als bei richtiger Organisierung dieser bedeutungsvollen Wirtschaftsarbeit die ziemlich vorteilhaft verteilten Brennstofflager mit den zu erstellenden Wasserkräften sich wohltuend und wirtschaftlich ergänzen können. Wie die Sachlage momentan ist, kann die Großversorgung vorerst nur von den bereits erschlossenen Kohlenzentren aus erfolgen, das ist das Kohlenrevier in Rossitz-Segengottes, Dubnian und Ostrau. Im Rossitzer Revier haben wir in Mähren durch die Oslawaner Anlage den Anfang der modernen Fernversorgung unternommen. Hoffentlich folgt bald eines der beiden Großkraftwerke, und zwar jenes in Dubnian und als bedeutsamstes jenes in Ostrau. Es ergeben sich dadurch drei große Versorgungsgebiete, und zwar ein westliches, begrenzt durch die Linie von Lundenburg bis Zwittau (Oslawan), ein mittleres und südöstliches, im Norden begrenzt von Wal.-Klobouk, Kremsier, Brüsau (Dubnian), und schließlich ein nördliches und nordöstliches (Ostrau, eventuell mit Prerau), der erübrigende Teil Mährens.

Mähren ist, wie gesagt, für eine großzügige Versorgung reif. Vorerst interessiert sich hiefür vornehmlich

Digitized by Google

die einschlägige Großindustrie, einmal die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, welche sich durch die Rossitzer Elektrizitätswerke in Oslawan festgesetzt hat, im Nordosten Mährens die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, die Vereinigte Elektrizitätsgesellschaft, ferner die Mährisch-schlesischen Elektrizitätswerke in Ostrau, diese dem großen Siemens-Schuckert-Konzern angehörend, während das Dubnianer Werk vornehmlich von heimischen Interessenten propagiert wird. Die Großindustrie und einschlägige Großfinanz (Elektrobanken) investieren im allgemeinen große Kapitalien nur dann, wenn das Gebiet bereits wohl sondiert ist und mit einer gewissen Sicherheit ein ausgiebiger Ertrag wenigstens in absehbarer Zeit gewährleistet ist. Das Festsetzen großer Privatgesellschaften, insbesondere wenn selbe mit vornehmlich auswärtigem Kapital arbeiten, enthebt wohl scheinbar die einzelnen Verwaltungskörper, sowohl die Gemeinden als auch das Land als solches von der Sorge der Organisierung, das heißt der akquisitatorischen Tätigkeit und eventuellen Kapitalsaufbringung oder Kapitals- und Ertragshaftung für die in der Folge unausbleiblich zu schaffenden Überlandwerke.

Doch schon das Bestreben der Städte und Privatunternehmungen, Elektrizitätswerke zu bauen und die Überlandversorgung in einzelnen Gebieten unseres Kronlandes sukzessive durchzuführen, verpflichtet gerade die autonome Landesverwaltung, als Aufsichtsbehörde über die finanzielle Gebarung der Gemeinden bei den erwachsenden Vertragsabschlüssen oder zu machenden Investitionen, denselben beratend beizustehen, eventuell verweigernd einzugreifen. (Siehe Königreich Sachsen.) Derlei Lieferungsverträge sind meist auf lange Sicht, 25, 30, 35 oder 40 Jahre, und ist es die Pflicht der Verwaltung, die Gemeinden, die sich bildenden Konsum- oder Leitungsverbände hinsichtlich der Konzessions- und Stromlieferungsverträge entsprechend zu belehren und aufzuklären oder vielfach in Hinsicht des wirtschaftlich schwächeren Teiles zu schützen, nachdem dieselben, sei es als Mitbeteiligte an den Produktionswerken, sei es als Mitglieder von Stromlieferungsverbänden und schließlich auch als langjährig verpflichtete Abnehmer selbst, mit ihrem Gemeindevermögen, mit ihrer Umlagenleistung haftbar auftreten.

Mit der technischen und wirtschaftlichen Organisierung der Stromversorgung, wobei, wie schon hervorgehoben, vorerst die Inanspruchnahme der Brennstofflager in Frage kommt, muß aber, und dies gerade in Mähren, wo noch bedeutende Probleme wasserbau- und kulturtechnischer Art zu lösen sind, von Haus aus auf die Heranziehung der Wasserkräfte Bedacht genommen werden. Es steht außer Frage, daß Mährens schließliche Melioration und Flußregulierung nur durch Schaffung von Talsperren möglich sein wird, und da ergibt sich die Frage der Anpassung dieser Bauwerke an die größtmöglichste und wirtschaftlichste Ausnutzung der erstehenden Wasserkraftanlagen an den realisierbaren Talsperren, die noch möglichste Verwertung der vorhandenen kleinen Wasserkräfte in den laufenden Strecken der Flüsse von selbst, und ist dies meiner Ansicht nach auch die hauptsächlichste Fürsorge des Landes in Hinsicht der Elektrifizierung.

Die Talsperren sollten ausschließlich vom Lande, das heißt von der autonomen Landesverwaltung, gebaut und die Wasserkräfte als Besitz des Landes zur Elektrifizierung ausgenutzt werden, und zwar in der Weise, daß entweder die Wasserkraft verpachtet oder der Strom nur ab Werk an die bereits bestehenden kalorischen Großkraftwerke abgegeben wird.

Die in Betracht kommenden Sperren sind nachstehende:

	mit Mill. *kW*/Std.	kostet Mill. Kronen
1. Graupa—Seibersdorf . . .	1·2	2·88
2. Thess—Winkelsdorf	6·3	5
3. Friesebach—Hochstein . .	2	6
4. Pirotbach—Oberlangendorf, vornehmlich Retention .	0·45	4·80
5. Thaya—Frain II.	25	16·50
6. Thaya—Traußnitz	50	13
7. Schwarzawa—Kinitz . . .	2·10	6
8. Schwarzawa—Borownitz .	2·45	3·60
9. Schwarzawa—Wühr . . .	2·10	8
10. Oder—Bernhau	—	—
11. Iglawa 1 und 2	25	15
zusammen . . .	116·60	80·78

Wenn auch diese Summen nach reifer und endgültiger Ermittlung vielleicht noch eine erhebliche Verbesserung erfahren werden, sicher ist, daß die so zu erstellende Wasserkraft als für die Landeswirtschaft bedeutend bezeichnet werden muß. Die Baukosten werden zur Sicherheit auf 100 Millionen Kronen erhöht, die Jahresleistung auf zusammen 100 Millionen *kWh* erniedrigt. Von den zu investierenden 100 Millionen Kronen entfallen mindestens 50% auf den Meliorationswert, bei einzelnen Sperren noch weit mehr, weil einzelne vorwiegend Meliorations- und Retentionszwecken dienen sollten. (Prof. List schätzt die mährische Wasserleistung auf 250 Millionen *kWh*.) Dies ist wohl etwas überschätzt. Von dem eingangs ermittelten Bedarf im Jahre 1955 per 346 Millionen *kWh* können also rund 100 Millionen *kWh* hydraulisch gedeckt werden.

Diese 100 Millionen *kWh*, von den Wasserkräften entnommen, stellen heute eine jährliche Ersparnis von 1·4 Millionen Kronen Kohlenkosten dar oder bei 5% Kapitalisierung 28 Millionen Kronen, wobei große Dampfturbinen bei günstiger Belastung und beste Kohle vorausgesetzt werden, bei reinen Erzeugungskosten von 1·4 h pro *kWh*. Zum Vergleiche dienen die Kostenziffern pro *kWh* einiger Großwerke an Erzeugungskosten:

	Erzeugungskosten in Pfg. reine	gesamte
1. Zentrale Waldenburg	1·13	3·26
2. Oberschlesisches Elektrizitätswerk	—	2·05
3. Essen a. d. Rh.	1·37	2·35
4. Müllhausen.	2·28	4·00
5. Mannheim	2·19	4·07
6. Brünn.	2·63	= 3·16 Heller

Bedenkt man nun, daß die Preise für Betriebskohlen ständig steigen, oberschlesische Kohle zum Beispiel

1896	6	Mk. pro *t*
1902	9	„ „ „
1910	11·7	„ „ „
1912	14·7	„ „ „

also in zehn Jahren um gute 50%, dann geht man nicht fehl, daß im Jahre 1955 die Kohlenpreise bedeutend höher sein werden wie heute, so daß der Kapitalswert an erspartem Brennstoff allein eine gewiß höhere Ziffer als 28 Millionen Kronen betragen wird.

Wie ist es mit der Ausnutzung der Wasserkraftanlagen überhaupt? Man könnte sofort rechnerisch nachweisen, daß diese Wasserkraftanlagen heute gegenüber kalorischen Anlagen unwirtschaftlich sind. Dies ist aber vom volkswirtschaftlichen Standpunkt unrichtig. Ich stelle folgende Betrachtung an:

Digitized by Google

Tabelle I.

Nach Ludin auf die behandelte Gesamtelektrifizierung Mährens zur Veranschaulichung bezw. Gegenüberstellung und Zusammenfassung der kalorischen und hydraulischen Gesamtanlagen angewendet.

Ausnutzungsziffer . . .	0·05	0·15	0·30	0·45	0·60	0·75	0 90	1·—	
	438	1314	2628	3942	5256	6570	7884	8760	Stunden
1. Dampfzentralen.									
a) Kapitalszins, Tilgung, Erneuerung und von der Ausnutzung unabhängige Betriebskosten 12%	600·00	200·—	100·—	66·70	50·—	40·—	33·3	30·—	K/*kWh*
b) desgleichen für die erzeugte *kWh*	6·80	2·29	1·14	0·76	0·57	0·46	0·38	0·35	h/*kWh*
c) Betriebsmaterial für die erzeugte *kWh*	2·16	2·07	1·83	1·70	1·57	1·44	1·35	1·32	„
d) Betriebslöhne usw., von der Ausnutzung abhängige *kWh* . .	0·48	0·45	0·40	0·35	0 30	0·25	0·22	0·18	„
Gesamtkosten der erzeugten *kWh* . .	9·44	4·81	3·37	2·81	2·44	2·15	1·95	1·85	h/*kWh*
2. Wasserkraftanlagen.									
a) Zins, Tilgung, Erneuerung, Unterhaltung, Verwaltung, Bedienung, im ganzen 7·5% des Anlagekapitals	1800	600	300	200	150	120	100	90	K/*kWh*
b) Veränderliche Betriebskosten	16	16	16	16	16	16	16	16	„
Gesamtkosten pro *kWh*	1816	616	316	216	166	136	116	106	„
Gesamtkosten pro erzeugter *kWh* . .	20·74	7 04	3·61	2 46	1·90	1·55	1·33	1·20	h/*kWh*

Der Konsum ist, wie allgemein bekannt, nicht gleichmäßig. Er wechselt im Tag mit jeder Stunde, im Jahre mit jedem Monat. An den kalorischen Anlagen haben wir ein äußerst unwirtschaftliches Moment. Das ist das Vorhandensein der Reserveanlagen bezw. die für die unliebsame Spitzenbelastung notwendige Maschinenleistung. Doch die Anlagekosten sind im Verhältnis zu jenen der Wasserkraftanlagen dennoch bedeutend niedriger.

Bei den kalorischen Anlagen ist die erzeugte Kilowattstunde jedoch von vornherein und bei jeder Ausnutzung durch einen verhältnismäßig großen Betrag für Kohlen, Speisewasser, Putz- und Schmiermaterial belastet, der in bezug auf die einzelne Kilowattstunde bei besserer Ausnutzung sich nur um weniger niedriger stellt als bei geringerer Ausnutzung.

Bei den Wasserkraftanlagen mit ihren gegenüber den kalorischen Werken verhältnismäßig viel höheren Anlagekosten ist dagegen eine vollständige Ausnutzung, also eine gute Ausnutzungsziffer, von viel größerer Bedeutung als bei Wärmekraftanlagen.

Im Jahre 1955 verbrauchen wir 346 Millionen *kWh*; hievon haben wir 100 Millionen *kWh* hydraulisch verfügbar. Bei einer Ausnutzung im Durchschnitt 0·3 brauchen wir eine verfügbare Höchstleistung von 144.000 *kW*.

Rechnung: 8760 Stunden × 0·3 ergibt 2600 Stunden, die Maschinenleistung mit Reserve beträgt rund 180.000 *kW*, hievon hydraulisch rund 60.000 *kW*. (Tabelle I.)

1. Dampfzentralen.

Die Kosten der Dampfzentralen bis einschließlich der Primärschalttafeln bei 120.000 Dampf-*kW* mit 250 K/*kW* betragen 30 Millionen Kronen.

Nach Ludin sind bei 5% Verzinsung und Tilgung die gesamten Jahreskosten ohne veränderliche Kosten (Löhne, Materialkosten) günstig gerechnet mindest 12%, das heißt für 1 *kW* der Höchstleistung 12% von K 250, das ist jährlich K 30.

Betriebsmaterial (Kohlen, Speisewasser, Putz- und Schmiermaterial wird je nach Ausnutzung 2·16 bis 1·32 h pro *kWh* eingesetzt. Bewegliche Löhne, Unterhaltung und Ausbesserung sind mit 0·48 bis 0·18 h pro *kWh* festgelegt.

2. Wasserkraftanlagen.

Die Kosten hiefür betragen erstens für den gesamten hydraulischen Teil 60 Millionen Kronen. Die Wasserkraftwerke, das heißt Maschinenanlagen selbst bei der Höchstleistung 60.000 *kW* zu K 200, zusammen 12 Millionen Kronen, daher zusammen 60 + 12 = 72 Millionen Kronen oder Anlagekosten auf die Höchstleistung rund 72 Millionen Kronen dividiert durch 60.000 *kW* = K 1200.

Die Gesamtkosten ohne veränderliche (Schmiermittel, Teile der Unterhaltung) bei 5% Zins und Tilgung betragen zirka 7·5% der Anlagekosten oder K 90 pro Jahr für das Kilowatt der Höchstleistung.

Die veränderlichen Jahreskosten betragen 0·18 h pro *kWh* oder rund K 16 pro *kW* und Jahr.

Die obige Tabelle zeigt deutlich, wie bei geringer Ausnutzung die Dampfkraft, bei hoher dagegen die Wasserkraft wirtschaftlich überlegen ist, ferner auch, daß die angeführte Durchschnittsausnutzung 0·3 noch gerade entspricht.

Die Anlagen- und Betriebskosten für diese Großwerke werden nun betragen.

I. Anlagekosten.

1. 120.000 *kW* Zentralen, kalorisch .	30	Mill.	Kronen
2. 60.000 „ „ hydraulisch	12	„	„
3. zirka 1000 *km* 60.000 *V* Netze . .	12	„	„
4. „ 5000 „ 15.000 „ Verteilnetz für zirka 1300 Ortschaften (List-Broschüre).	25	„	„
5. Für 1300 Ortschaften Sekundärnetze zu K 20.000	26	„	„
6. Transformatoren (zirka 25 Bezirksstationen und 1300 Stück zu K 1000 Ortstransformatore . .	6·50	„	„
7. Diverse, Messer, Verwaltungsgebäude, Werkstätten, Wächterhäuser, Autos usw.	10	„	„
Zusammen . .	121·50	Mill.	Kronen
8. Hiezu die Kosten f. d. Talsperren	60	„	„
Summe . . .	181·50	Mill.	Kronen

II. Ausgaben für 1955.

1. 246 Millionen *kWh* aus den kalorischen Werken, aus unserer Tabelle bei 0·30 Ausnutzung, pro *kWh* mit 3·37 h (3·37 h × × 246 Millionen *kWh*)	8·19	Mill.	Kronen
2. 100 Millionen *kWh* aus den hydraulischen Anlagen nach unserer Tabelle 3·61 h × 100 Millionen *kWh*.	3·61	„	„
3. Verlustarbeit 30% von 11·80 = = 3·54	3·54	„	„
4. Verwaltung, Regie und Bedienung der Netze	4	„	„
5. Verzinsung, Amortisation d. Netze, Transformatorkosten 6% von I. Post 3, 4, 5, 6 = 6% von 69·5 Millionen Kronen	4·17	„	„

Digitized by Google

6. Dto. wie 5., jedoch Abschreibung, Erneuerung, Erhaltung 4% von 69·5	2·78	Mill. Kronen
7. Verrechnung, Stromablesung, Erhaltung der Messer usw. . . .	2	„ „
8. Erhaltung, Bedienung und Abschreibung jenes Teiles der Sperrwerke, welche der Elektrifizierung dienen, zirka 3% von 60 Millionen Kronen	1·80	„ „
Zusammen . .	30·09	Mill. Kronen

III. Einnahmen.

1. Ein Drittel des Konsums für Licht und Kraft für den Allgemeinbedarf d. 346: 3 = 86·5 rund 87 Millionen Kronen, Kilowattstunde zu 27 h durchschnittlich = Millionen Kilowattstunden mal 27 h	23·49	Mill. Kronen
2. Alte Elektrizitätswerke und alte und neue Industrien, Straßenbahnen im Durchschnitt 5·5 h bei 259 Millionen *kWh*.	14·25	„ „
3. Für Messer, Prüfung der übernommenen Anlagen, Installationen .	2	„ „
Zusammen . .	39·74	Mill. Kronen
Hievon ab Ausgaben	30·09	„ „
Bleibt	9·65	Mill. Kronen
Hievon ab Steuer (Umlagen) usw. zirka 33%	3·19	„ „
Reingewinn .	6·46	Mill. Kronen
rund	6·5	Mill. Kronen

Dies entspricht einer Überverzinsung von 6·5: 181·5 = = 2·6% oder, wenn Aktiengesellschaften gebildet werden, welche ein Drittel des Kapitals in Aktien einbringen, dann ergibt sich, allerdings nach dem Ausbau, eine Dividende von rund 11%.

Diese Berechnung nimmt keine besondere Rücksicht auf verschiedene andere Einnahmsquellen der Großelektrizitätswerke, zum Beispiel Verkauf von Installationen auf Raten, Bau von Straßenbahnen, Bodenwerte usw. Dies ist gleichsam das Idealbild für die weitere Zukunft.

Nunmehr ersteht die Frage, ob der autonome Verwaltungskörper, das ist das Land im Vereine mit den Gemeinden usw., selbst als Großunternehmer oder im Verein mit der Privatwirtschaft, in Form gemischt-wirtschaftlicher Unternehmungen auftreten soll.

Der Staat als solcher kann und wird in dieser Hinsicht nichts unternehmen, so bleibt denn diese für die Landeswirtschaft wichtige Frage der Autonomie selbst überantwortet.

Die Elektrifizierung, wenn selbe auch, wie ich roh nachwies, bei richtiger Anfassung kein Risiko, im Gegenteil für die fernere Zukunft nur sicheren Gewinn in sich birgt, jedoch vom Standpunkte der notwendigen und aktuellen Sanierung der Landesfinanzen durchführen zu wollen, ist ein Wahngebilde.

Es wär aber auch ein grober und unverzeihlicher Fehler, wollte die Autonomie durch lachses Zuwarten oder Untätigkeit sich die Anteilnahme an einer sicheren Einnahme in späteren Jahren entgehen lassen. Die Schaffung einer Landes-Großaktiengesellschaft für das ganze Land, ob als Gemeinschafts- oder gemischt-wirtschaftliche Unternehmung, halte ich auch nicht für ratsam, weil es schwer wäre, insbesondere die einschlägige Elektro-Großindustrie, die keinesfalls auszuschalten sein wird, einvernehmlich unterzubringen.

Eine Großunternehmung zwischen Autonomie, ferner nur heimischer, das heißt mährischer Elektroindustrie und nur mährischem Finanzkapital halte ich für unmöglich.

Allerdings ist es die ureigenste Pflicht des Landes, bei der Organisierung dieser bedeutenden Wirtschaftsfrage insbesondere auf die werktätige Teilnahme der heimischen, mährischen Elektroindustrie Bedacht zu nehmen.

Bezüglich des Betriebes und der Verwaltung wird im allgemeinen der Privatunternehmung der höhere wirtschaftliche Nutzeffekt, namentlich bezüglich der Akquisition, Tarifierung, zugesprochen. Dies ist eine Personenfrage. Die Privat- oder gemischt-wirtschaftliche Aktiengesellschaft muß ebenso wie der reine Gemeinschaftsbetrieb besoldete Organe (Direktorium) zur Verwaltung und Betriebsleitung vorschieben. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß auch der Gemeinschaftsbetrieb gerade so geleitet sein würde, doch ist derselbe aus rein spezifisch österreichischen, national-politischen Gründen unmöglich. Niederösterreich und Krain elektrifiziert zwar auf Basis des reinen Gemeinschaftsbetriebes, auch Böhmen und Tirol arbeitet daran eine großzügige Elektrifizierung durchzuführen. Wir haben zwar eine Menge praktischer Vorbilder in Preußen (Schlesien), Sachsen, Bayern, Württemberg, Elsaß-Straßburg usw., wo das Zusammenwirken der staatlichen, weitblickenden, fürsorglichen und sachverständigen Initiativkraft, der hoch entwickelten einschlägigen Industrie und ihre Unterwerfung und Anpassung unter den geachteten, aber auch sachverständig vollwertigen Fiskalismus, das große Verständnis der breiten Volksschichten für diese Wirtschaftsfrage, das tatkräftige Bestreben und die organisatorische Begabung zur eventuellen Selbsthilfe (Halle a. d. S.-Landwirtschaftsgesellschaft), dann das ausgeprägte Verantwortungsbewußtsein und die Gewissenhaftigkeit und Ordnungssinn der kleinen und großen Verwaltungskörper und schließlich die nationale Harmonie Hervorragendes hinsichtlich der Elektrifizierung zeitigen konnte.

Uns in Österreich und so auch in Mähren fehlen leider einzelne von diesen für eine gute Wirtschaft notwendigen Imponderabilien.

Es wird also zweckdienlich sein, nach der Anforderung der einzelnen Versorgungsgebiete, in denen bereits die Elektro-Großindustrie und Großfinanz vorgearbeitet hat, und daran ist vorzugehen, eventuell Geld zur Finanzierung und Beteiligung anbietet, nach eingehender Prüfung der Verhältnisse entweder Aktiengesellschaften als gemischtwirtschaftliches Unternehmen, in welchem Land und Gemeinden einen aktiven Einfluß haben, oder durch Konzessionserteilung mit Rückkaufs- oder zumindest Optionsrecht reine Privatwirtschaftsgesellschaften mit all den die Allgemeinheit schützenden Kautelen erstehen zu lassen. Für jene Gebiete, welche die Privatwirtschaft wegen etwas ungünstiger Grundlagen vorderhand nicht zu erschließen gedenkt, wäre es nur recht und billig, im Interesse der Allgemeinheit den reinen Gemeinschaftsbetrieb oder die gemischt-wirtschaftliche Unternehmung mit dem Übergewicht der Autonomie ins Leben zu rufen.

Als wichtigste Bedachtnahme hiebei muß immer die Abnahmesicherung der Wasserkraftanlagen bezeichnet werden.

Hier darf das Land nicht zuwarten, bis sich das Privatkapital entsinnt, daß die Wasserkräfte ausnutzbar wären. Das Land muß hier unbedingt als Wasserkraftunternehmer auftreten, weil es in der Lage ist, bei gleichen

Digitized by Google

Abgabepreisen auch teurere Wasserkräfte auszubauen und ganz allgemein auch die unständigen Wasserkräfte stärker zur Ausnutzung heranzuziehen.

Wir sind an einem wichtigen Punkte der Entwicklung unserer Landeswirtschaft angelangt.

Es ist auf das wärmste zu begrüßen, daß sich auch die Landesverwaltung, hoffentlich nur aus dem Bewußtsein der aufrichtigen Wahrung heimischer Wirtschaftsinteressen aufgerafft hat, in dieser wichtigen Frage initiativ vorzugehen zum Wohle der Allgemeinheit, der Allgemeinwirtschaft und insbesondere der einschlägigen Technik und Fachindustrie.

Elektrizitätsgesetz-Entwurf.

In Heft 25 auf Seite 542 ff. haben wir den vom k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten verfaßten Gesetzentwurf betreffend „Das Wegerecht und andere Bestimmungen für elektrische Anlagen" veröffentlicht. Der Entwurf steht derzeit in einem besonderen, vom Ausschuß des Vereines eingesetzten Komitee in Beratung. Ohne den Ergebnissen der Beratung vorgreifen zu wollen, veröffentlichen wir im Nachfolgenden zwei uns zum Gegenstande dieses Gesetzentwurfes zugekommene Äußerungen. ——— *D. R.*

Der Entwurf des Gesetzes, betreffend das Wegerecht und andere Bestimmungen für elektrische Anlagen in der kritischen Beleuchtung der Stromindustrie.

Von **Armin Hartmann**, Ingenieur in Mähr.-Ostrau.

Der in Frage stehende Entwurf zu dem Gesetze betreffend das Wegerecht und andere Bestimmungen für elektrische Anlagen muß vom Standpunkte nicht nur der Elektrotechnik allein, sondern von dem der gesamten Industrie durchaus zurückgewiesen werden, einerseits, weil er den Bedürfnissen der Industrie nicht Rechnung trägt, andererseits, weil, für den Fall als der vorliegende Entwurf Gesetz wird, die weitere Entwicklung der elektrotechnischen Industrie, das Engagement des Privatkapitales und der privaten Unternehmungslust durch ein solches Gesetz vernichtet wird.

Die folgenden Ausführungen werden eine detaillierte Begründung dieser Anschauung enthalten, welcher kurz folgendes vorausgeschickt werden soll:

In der angewendeten elektrischen Industrie, das ist die Industrie für Strom und elektrische Bahnen, ist heute in Österreich ungefähr eine Milliarde investiert. Wer ein besonderes Interesse an der Kontrolle dieser Ziffer hat, der kann dasselbe durch eine Nachrechnung aus der Statistik der Vereinigung österreichischer und ungarischer Elektrizitätswerke, aus der Statistik herausgegeben vom Wiener Elektrotechnischen Verein, aus den Angaben des „Compass", finanzielles Jahrbuch, und durch eine eventuell notwendige Ergänzungsumfrage bei den Gemeinden leicht befriedigen, doch wird schon nach einer ganz kurzen Berechnung die Richtigkeit der hier angegebenen Ziffer kaum mehr in Frage stehen.

Hiebei erscheint die angewendete Elektrotechnik, das ist insbesondere die Stromindustrie als die größte Kapitalsinvestition auf einem einheitlichen Gebiete; beispielsweise sind in der Zuckerindustrie nicht annähernd so große Kapitalien investiert, selbst wenn man den Wert des Grundbesitzes, der für die Zuckerindustrie arbeitet und Naturprodukte liefert, hinzurechnen würde; auch die Eisenindustrie ist wesentlich geringeren Kapitalumfanges und so steht die angewendete Stromindustrie im Vereine mit den elektrischen Bahnen an erster Stelle durch die in ihr investierten Kapitalien.

Diese Stellung hat sie bis heute aus eigener Kraft auf der Basis des Bedarfes erobert, ohne daß ihr von Seite der Gesetzgebung irgendeine Hilfe zuteil geworden wäre, wie dies beispielsweise bei anderen Industrien durch Gewährung hoher Zölle, oder wie bei der Zuckerindustrie durch kompliziertere Mittel der Fall ist.

Der Gesetzentwurf sieht nun so aus, als ob die Regierung direkte darauf ausginge, die bisherigen Erfolge der Stromindustrie nach Möglichkeit zu schmälern, die Lust an Neubetätigung aber zu vernichten. Hiezu kann die Regierung keineswegs dadurch angeregt sein, daß die Elektrizitätsunternehmungen wucherische Erträgnisse liefern, denn im allgemeinen sind die finanziellen Erfolge der Elektrizitätsunternehmungen zwar gute, doch keineswegs horrende.

Die Ursache zu einem derartigen Entwurfe liegt hier, wie so oft in Österreich, auf dem Gebiete der Bevormundung, mag darüber auch eine blühende Industrie zugrunde gehen; es muß eben mit aller Gewalt regiert werden und unter der Maske einer Industrieförderung soll hier eine Industrieknebelung und Vernichtung vorgenommen werden. Für diese Meinung spricht die vollkommene Rücksichtslosigkeit, welche der Entwurf gegenüber allen früher geäußerten Wünschen der einschlägigen Industrie einnimmt und die verblüffende Eile, mit der er gerade jetzt in unserer parlamentlosen Zeit betrieben wird, während die Regierung durch zehn Jahre dieser Materie nicht ihre Aufmerksamkeit in jenem Grade gewidmet hat, daß das Elektrizitätsgesetz ernstlich von Seite der gesetzgebenden Körperschaften in Verhandlung gezogen worden wäre. Weshalb jetzt auf einmal diese Dringlichkeit und Eile? Zweifellos nur darum, um Wünsche der Regierung durchzusetzen, die vor keinem Parlament bestehen könnten und die von einem vollkommenen Verkennen der ganzen Lage zeigen.

Es soll nun in eine Besprechung des Entwurfes eingegangen werden:

Das erste Hauptstück betrifft das Wegerecht für elektrische Leitungen, das kein Wegerecht ist, wie sich aus der Detailbesprechung ergeben wird. Es wird zwar ein Wegerecht erteilt, dasselbe kann aber wieder aufgehoben werden.

Das zweite Hauptstück handelt von Konzessionen und schafft öffentliche Pflichten, die durch ihre weltfremden und kaufmännisch unmöglichen Bestimmungen jedes gedeihliche Arbeiten vernichten müssen. Zur Anerkennung aber für intellektuelle und erfolgreiche Arbeit kann einem Unternehmer zu einer für ihn höchst ungelegenen Zeit, seine Anlage im Wege eines Einlösungsrechtes weggenommen werden, dessen Bestimmungen im Verordnungswege und nach den bisherigen Erfahrungen mit den Regierungsentwürfen zweifellos nicht zugunsten der Unternehmer geregelt werden sollen. Hingegen ist eine Staatsaufsicht obligatorisch, wobei auch die notwendige Anzahl national gesinnter Beamten angestellt werden kann.

Der zweite Abschnitt behandelt eine besondere Haftpflicht, die nach Art des Eisenbahnhaftpflichtgesetzes unglücklich aus den dortigen Bestimmungen abgeschrieben ist. Dem Verfasser des Gesetzes hat offenbar das Eisenbahnkonzessionsgesetz vorgeschwebt und es ist ihm hiebei nur ein kleiner Irrtum unterlaufen. Beim Eisenbahnkonzessionsgesetz wurden dem Unternehmer eine Reihe von Lasten auferlegt, hiefür hat er aber ein Ausschließlichkeitsrecht empfangen. Was gibt das Elektrizitätswegegesetz dem Unternehmer? Lasten, nichts anderes als Lasten und nicht einmal die Entwicklungsmöglichkeiten!

Digitized by Google

Der § 2 setzt ein Zwangsbenutzungsrecht, also eine Tolerierungspflicht fest. Mit Hilfe des § 4, zweiter Absatz, kann aber diese Tolerierungspflicht jeden Augenblick zunichte gemacht werden. Diese Bestimmung lautet folgendermaßen:

Es kann die Entfernung oder Änderung einer fremden elektrischen Anlage verlangt werden, falls der enteignete Grundbesitzer an dieser Stelle eine eigene elektrische Leitung errichten will und der erste Besitzer hat deshalb seine Anlage in drei Monaten zu entfernen, auch dann, wenn über ein Fristgesuch des Weggejagten nicht rechtskräftig entschieden wäre.

Man denke sich folgenden Fall:

Auf Grund des Zwangsbenutzungsrechtes errichtet sich eine große elektrische Überlandzentrale auf Bezirksstraßen. Unternehmungen pflegen von Körperschaften stets dann anders behandelt zu werden, wenn sie rentabel geworden sind; zum Zeitpunkte der Investierung ihrer Kapitalien werden sie stets mit offenen Armen aufgenommen, wenn sie aber beginnen Geld zu verdienen, dann ändert sich die staatliche Beurteilung und auch die Beurteilung durch öffentliche Körperschaften. Nun ist eine Seite der Bezirksstraße mit Telegraphen- und Telephonleitungen besetzt, die andere Seite mit einer elektrischen Starkstromleitung. Der Bezirksstraßenausschuß wird nun, um der Unternehmung unangenehm zu werden, eine eigene Leitungsanlage, die übrigens nur ganz unwichtig zu sein braucht, errichten und wird den Unternehmer, der in seiner elektrischen Zentrale, in komplizierten Wasserkraftanlagen und in seiner Leitungsanlage viele Millionen stecken hat, auf Grund des Gesetzes einfach wegjagen, oder ihn mit dem Gesetze drangsalieren. Das Gesetz sieht einen Maximaltermin von drei Monaten für die Abräumung der Leitungen vor; wer kann in unseren nördlichen Ländern oder in den Alpenländern in der Zeit vom 15. November bis 15. Februar arbeiten?

Der § 5 behandelt die gewerberechtliche Konzession, die nun zeitlich beschränkt werden soll, und zwar für Unternehmungen gemeinnütziger Natur auf 90 Jahre, für andere Unternehmungen auf 60 Jahre; sogenannte „andere" Unternehmungen, wenn sie Gemeinden, Bezirken oder Ländern gehören, sind aber nach dem Wortlaute des Gesetzes stets gemeinnützig und es kann eine Unternehmung, die heute einem Unternehmer gehört und der der Charakter einer Gemeinnützigkeit nicht zugesprochen wird, morgen durch den Besitzübergang an die Gemeinde bereits gemeinnützig geworden sein. Heute bestehende Unternehmungen müssen sich den in den §§ 9, 10 und 11 vorgesehenen öffentlichen Pflichten unterwerfen, wenn nur für irgendein Leitungsstückchen, sei es auch noch so unbedeutend, Zwangsbenutzungsrechte in Anspruch genommen werden sollen

Der § 6 behandelt die Genehmigung. Nach diesen Bestimmungen kann die Regierung verlangen, daß jede Wohnungsinstallation einer Genehmigungspflicht unterliegt und man kann sich vorstellen, was dies an Kommissionsgebühren und Vexationsmöglichkeiten bedeutet.

Wie hinterhältig der ganze Gesetzentwurf ist, ergibt sich insbesondere aus dem § 8. In früheren Gesetzentwürfen wurden erworbene, bestehende Rechte ausdrücklich respektiert; wer einen privatrechtlichen Vertrag mit einer Gemeinde oder sonst einem anderen Verwaltungskörper geschlossen hat, dessen Rechte sind ausdrücklich befristet, aber ausreichend befristet, und zwar mit 60 Jahren. Das war in früheren Entwürfen; der gegenwärtige Entwurf besagt nur, daß innerhalb jener Gemeinden, in deren Gebiet elektrische Energie gegen Entgelt abgegeben wird, die Leitungslegung an die Zustimmung der die Liegenschaft verwaltenden Körperschaft gebunden ist, wobei in allen Fällen eine Gemeinde, wenn es die Rücksicht auf bauliche Entwicklung verlangt, den Anspruch erheben kann, daß die Leitungen, die im verbauten oder durch genehmigte Regulierungs-, Abteilungs- und Baupläne zur Verbauung bestimmtem Gebiete gelegt werden sollen, unter der Erde geführt werden. Von bestehenden Rechten ist hier kein Wort gesagt, auch nicht von bestehenden verbrieften Rechten zur Führung von Oberleitungen im Gemeindegebiete; der Zweck ist zu durchsichtig: Es soll hier den die öffentlichen Wege verwaltenden Körperschaften durch das Gesetz ein Mittel an die Hand gegeben werden, bestehende Unternehmungen zu vernichten, zu drangsalieren, oder für billiges Geld aufzukaufen.

Mit gleicher Liebe für den Unternehmer ist der § 9 konzipiert, welcher besagt, daß an jedermann unter den gleichen Verhältnissen, zu den gleichen Bedingungen und Preisen Strom zu liefern ist, nötigenfalls auch der Anschluß anderer Kraftlieferungswerke zur gegenseitigen Aushilfe, unter angemessenenen Bedingungen, zu gestatten ist. Die Tarifbildung von Elektrizitätswerken macht es ganz unmöglich, jedem Abnehmer zu den gleichen Bedingungen und Preisen Strom zu liefern.

Der § 9, Punkt B bestimmt aber die Tarifhoheit der Regierung, die auf mindestens zehn Jahre auszuüben ist. Es läßt sich nun nicht leugnen, daß man sogar auch heute ohne Elektrizität leben kann, weil man sich anderweitig behelfen kann und man kann schließlich auch seinen elektrischen Strom, wenn es durchaus sein muß, selbst machen, man kann aber zweifellos nicht ohne Mehl leben, ohne Kohle und ohne Eisen; weshalb hat die Regierung in ihrer weisen Fürsorge es unterlassen, die Maximalverkaufstarife für diese unabweislichen Lebensbedürfnisse festzusetzen, weshalb gerade der Elektrizität diese besondere Segnung der Staatshoheit, die zunächst zum Gefolge haben wird, daß eine neue Unternehmung überhaupt nicht erstehen kann, weil kein vernünftiger Unternehmer sich der Gefahr aussetzt, bei einer Änderung der Produktions- oder Abnahmeverhältnisse nach Ablauf von zehn Jahren von der Regierung zu Tarifen gezwungen zu werden, die für ihn ruinös sind und gleichbedeutend mit einer wirtschaftlichen Vernichtung seiner Investition.

Der § 9, alinea E bestimmt die Pflicht des Unternehmens, dem Staate Einsicht in die gesamte Geschäftsgebarung zu eröffnen, insoweit dies zur Handhabung der Bestimmungen der §§ 9, 10 und 11 notwendig ist. Das bedeutet nicht mehr und nicht weniger, als die Verpflichtung, überhaupt dem Staate Einsicht in die gesamte Geschäftsgebahrung zu eröffnen, oder mit anderen Worten: Wenn es der Regierung beliebt, dann wird jede Elektrizitätsunternehmung einen oder mehrere Regierungskommissäre in leitender Stellung zu dulden haben und es bedeutet dies in manchen, wahrscheinlich in vielen Fällen die Unterstellung anerkannter industrieller und fachlicher Kapazitäten unter die Kontrolle eines zur Beurteilung dieser Persönlichkeiten vollkommen ungeeigneten Regierungsorganes.

Der § 10 bestimmt nun ein Einlösungsrecht, das nach Ablauf des 20. Betriebsjahres von denjenigen in Anspruch genommen werden kann, deren öffentliches Gut für elektrische Anlagen benutzt wird, das heißt: Es soll sich ein Unternehmer finden, der 20 Jahre Betriebsrisiko, Kapitalsrisiko, Akquisition, intellektuelle Arbeit und alles, was sonst zur Inaugurierung und Führung eines großen Geschäftes erforderlich ist, aufwendet und wenn er so weit sein wird, ein finanziell ertragfähiges Werk geschaffen zu

Digitized by Google

haben, wird ihm das Werk von einer Gemeinde, von einem Bezirke oder vom Lande zwangsweise eingelöst werden, wobei natürlich die Modalitäten der Einlösung späteren Verordnungen überlassen bleiben. So unerfahren und dumm sind die Unternehmer in der ganzen Welt nicht, geschweige denn in Österreich, daß sie auf solche Bestimmungen hin Kapitalien investieren werden, und auch dieses Einlösungsrecht bedeutet einen vernichtenden Schlag für den neuen Unternehmungsgeist.

Man könnte die Weltfremdheit und Uninformiertheit, die aus diesem Gesetzentwurfe spricht, an jedem einzelnen Paragraphen klarlegen, aber es sollen hier nur die Hauptpunkte herausgegriffen werden,

Der zweite Abschnitt handelt von der Haftpflicht. Durch das bürgerliche Gesetzbuch ist die Haftpflicht genügend geregelt; der Gesetzentwurf sieht aber eine besondere Haftpflicht vor, die die Beweislast unter allen Umständen dem Unternehmer oktroyiert und damit wird dieser Teil des Gesetzentwurfes die Ursache eines Rattenschwanzes von Prozessen werden. Aber die Haftpflicht gilt nicht für alle gleich, es soll zweierlei Recht bestehen; dem Unternehmer soll die Exkulpierung durch unabwendbaren Zufall oder Selbstverschulden möglich sein, jedoch nicht gegenüber dem mit einem Zwangsbenutzungsrechte oder einer Dienstbarkeit auf Grund dieses Gesetzes Belasteten oder seinen Hausgenossen. Gegenüber solchen Personen ist die Exkulpierung überhaupt unmöglich, das heißt ein Zwangsbenutzungsrecht ist ausgeübt und bezahlt worden. Damit sollte man meinen, wäre eine Angelegenheit erledigt; der Regierungsentwurf geht aber bezüglich der Haftpflicht hiebei von einem anderen Gesichtspunkte aus. Derjenige, der einmal entschädigt worden ist für eine einmalige Leistung, die er durch das Zwangsbenutzungsrecht vollzogen hat, ist auf die gesamte Dauer dieses Zwangsbenutzungsrechtes eine geheiligte Person höherer Ordnung für Beschädigung an Gesundheit, Leben oder Eigentum und muß bevorzugt behandelt werden, denjenigen gegenüber, die ihre Schädigung erleiden, ohne vorher das Glück einer bezahlten Zwangsleistung zu erreichen. Solche Bestimmungen, die den gewöhnlichsten Rechtsgrundsätzen Hohn sprechen, sind vollkommen unbegreiflich. Es ist überhaupt unbegreiflich, warum gerade hier eine besondere Haftpflicht geltend gemacht ist; die Unglücksfälle bei anderen Berufsarbeiten, beispielsweise in der Gasindustrie sind erwiesenermaßen zahlreicher; warum sind gerade für die Elektrizität besondere Haftpflichtbestimmungen geltend gemacht worden?

Zieht man die hier besprochenen Paragraphe in Betracht, dann muß man zu dem Ergebnisse kommen, daß dieser Gesetzentwurf nicht nur von der Stromindustrie, sondern von der gesamten Öffentlichkeit abgelehnt werden muß, weil er die gesamte Öffentlichkeit, die je in die Lage kommen wird, Strom zu beziehen — und dies ist geradezu die ganze Bevölkerung — bis zur Unmöglichkeit belastet. Nimmt man aber aus dem Gesetze diese Hauptpunkte weg, dann bleibt von dem Gesetzentwurfe überhaupt nichts mehr übrig und es kann somit eine weitere detaillierte Besprechung anderer Paragraphe entfallen.

Es muß hier noch erwähnt werden, daß die Milliarde, die heute in der Stromindustrie investiert ist, durch die Gesetzwerdung dieses Entwurfes zu einer unabsehbaren Entwertung kommt und daß damit mit unabsehbaren Folgen eine Steuerkraft vernichtet werden kann, die im Wirtschaftsleben des Staates und der Städte eine außerordentlich wichtige Rolle spielt.

Dieser Entwurf mit seinen absurden Bestimmungen wahrt Niemandes Rechte; hier gewinnt keiner, alle ausnahmslos verlieren, nicht einmal die öffentlichen Körperschaften gewinnen, nicht einmal der Staat gewinnt. Aus welchen Gründen soll also dieser Entwurf zum Gesetz erhoben werden, aus welchen Gründen soll ganz Österreich dem Spotte und dem Staunen der ganzen übrigen industriellen Welt preisgegeben werden?

Das Enteignungsrecht für elektrische Leitungen in neuer Gestalt.

Von Bergdirektor S. Rieger.

In einer Sitzung des Herrenhauses vom Juli 1913 gab der Minister für öffentliche Arbeiten das Versprechen, ehestens eine neue Vorlage für ein Elektrizitätswegerecht einzubringen. Diese Vorlage haben nun die Handels- und Gewerbekammern sowie die verschiedenen fachlichen und industriellen Körperschaften zur Äußerung erhalten.

Die Bemühungen, ein Enteignungsrecht für Fernleitungen zu erreichen, sind so alt als die Kraftübertragung durch den elektrischen Strom. Die Wiener Handels- und Gewerbekammer richtete schon im März 1891 ein Gesuch an das Handelsministerium wegen eines Enteignungsrechtes für elektrische Leitungen. Ähnliches tat die Kammer in Feldkirch. Die Abgeordneten Dr. E x n e r und Genossen brachten im Februar 1894 einen Gesetzentwurf, betreffend das Enteignungsrecht für die Herstellung und den Betrieb elektrischer Anlagen im Abgeordnetenhause ein.

Der Berg- und Hüttenmännische Verein für Steiermark und Kärnten hat sich in der Vollversammlung vom September 1897 mit der Sache befaßt. Er kam zu dem Schlusse, daß bei der Schwerfälligkeit unserer Gesetzgebung zunächst nur eine Ergänzung des geltenden Wasserrechtsgesetzes in der Weise anzustreben sei, daß das in diesem Gesetz bereits bestimmte Enteignungsrecht für Oberwassergräben auch auf Fernleitungen ausgedehnt werde, die d u r c h W a s s e r k r a f t e r z e u g t e elektrische Energie übertragen. Ausgegangen wurde von der Ansicht, daß diese Ergänzung um so leichter erreichbar sein müsse, als die Eingriffe durch Fernleitungen in fremde Rechte sich in viel bescheideneren Grenzen bewegen als die Oberwassergräben für Kraftanlagen.

Sämtlichen 17 Landtagen wurden Entwürfe vorgelegt. Der krainische nahm die Vorlage im Mai 1899 an. Die Sanktion unterblieb. Es machten sich Einwendungen in der Richtung geltend, daß durch die Ergänzung des Wasserrechtes die Unternehmungen leer ausgingen, die Leitungen für durch Dampf oder einen anderen nicht vom Wasser betätigten Motor erzeugten Strom ausführen wollen.

Der Verein trat auch an die Handels- und Gewerbekammern heran. Bei einigen fanden die Bestrebungen Anklang, die anderen strebten weiter. Sie wollten ein Gesetz, das auch andere auf die Elektrizität als Licht-, Kraft- und Wärmequelle bezughabende Fragen regelt.

Im Abgeordnetenhaus ist wiederholt die Schaffung eines Enteignungsrechtes für Fernleitungen betrieben worden. Namentlich war es der Abgeordnete der kärntnerischen Kammer und Mitglied des Ausschusses des Berg- und hüttenmännischen Vereines Oberbergrat H. H i n t e r h u b e r, der sich wiederholt für das Enteignungsrecht zu Fernleitungen und die Ergänzung des Wasserrechtsgesetzes einsetzte. Die Fruchtlosigkeit aller Bemühungen veranlaßte den oberösterreichischen Landtag, sich zehn Jahre später den Bestrebungen des Berg- und hüttenmännischen Vereines anzuschließen. Die vom Landtag beschlossene Er-

Digitized by Google

gänzung des Wasserrechtsgesetzes durch Einschaltung des Enteignungsrechtes für Fernleitungen verfiel dem gleichen Schicksale als das im krainischen Landtag beschlossene Gesetz. Die Sanktion blieb ihr versagt.

Nun unterbreitete die Regierung dem Reichsrate eine Vorlage im Sinne der Bestrebungen der Schaffung eines Elektrizitätsgesetzes. Zur Überraschung nicht nur der Industrie, sondern auch des Gewerbes und der Gemeinden war in die Vorlage die staatliche Tarifhoheit aufgenommen und damit an die Stelle des Grundsatzes der Einzelwirtschaft eine Art Staatssozialismus gesetzt.

Sonst zerfiel der Entwurf im wesentlichen in zwei Teile, den des Wegerechtes und jenen der übrigen auf Elektrizitätsunternehmungen, ihre Anlagen und Betriebe bezughabenden Fragen.

Das Wegerecht atmete den Geist weitgehendster Schonung fremder Rechte. Vorherrschend war die Gestattung der Benutzung fremden Grundes auf so lange, als es dem Besitzer desselben paßt. Sobald er andere Verwendung dafür hat, würde die Leitungsanlage auf Kosten ihres Eigentümers zu entfernen gewesen sein.

Die Regierungsvorlage ist fast von allen industriellen Körperschaften und den sonstigen Vertretungen, namentlich auch den Gemeinden, abgelehnt worden.

Sehr eingehend ist der Entwurf am Salzburger Wassertag im März 1909 behandelt worden. Die beiden Berichtserstatter, der Feldkircher Handelskammersekretär Dr. K. Hermann und der Linzer Rechtsanwalt Dr. H. Peyrer, wie nicht minder der Wiener Magistratsrat Dr. M. Weiss haben sich entschieden gegen die Regierungsvorlage ausgesprochen. Der Vertreter der Stadt Wien bezeichnete den Entwurf als geradezu unannehmbar, mit der Hinzufügung, daß jede behördliche Festsetzung der Strombezugsbedingungen und eines Maximaltarifes unterbleiben möge. Dr. K. Hermann hob hervor, daß, so lebhaft man es wünschen müsse, daß aus diesem Entwurf bald ein Gesetz werde, so eifrig muß man sorgen, daß dieser Entwurf nicht unverändert Gesetz werde, denn er verfolgt freilich das Ziel, dem elektrischen Strom freie Bahn zu schaffen, aber das ist leider nicht seine einzige Absicht; er verbessert nicht nur, sondern er stürzt bestehende Verhältnisse und geltende Rechte von Grund aus um. Und das birgt die Gefahr, daß an die Stelle alter Übel mitunter leicht größere neue treten. Dr. H. Peyrer gab zu, daß es ja immerhin auch Fälle geben könne, in welchen die Regierung berufen sei, Mittel und Wege gegen kapitalistische Ausbeutung zu suchen. Im vorliegenden Falle verhalte sich die Sache aber anders. Die Regierung wolle sich von vorneherein das Recht vorbehalten, das Einkommen der Unternehmungen durch Erstellung von Tarifen in ihr beliebiger Weise zu beschränken. Die Folge würde sein, daß Kapital und Arbeit von Unternehmungen sich abwenden, bei denen wohl das Geld verloren, aber nur ein karger Verdienst erzielt werden könnte. Die staatliche Tarifhoheit kennzeichnet Dr. H. Peyrer dahin, daß die Tarifhoheit, welche die finanzielle Ausnutzung von Monopolen verhindern will, geradezu angetan sei, ein Monopol im schlimmsten Sinne des Wortes zu schaffen. Das zu einem Schlagwort gewordene Geschrei nach gesetzlichen Maßnahmen gegen Ausbeutung und Monopolsucht in Fällen, als Unternehmungen sich durch besondere Tatkraft durchrangen und die Früchte ihres Unternehmungsgeistes ziehen, sei verwerflich, weil dadurch auch der ohnehin geringe Unternehmungsgeist verdrossen und abgestumpft werde.

Der allseitigen Ablehnung wurde Rechnung getragen und die Vorlage nicht wieder eingebracht.

Zur Zeit, als die Wasserrechtsreform im kärntnerischen Landtag in Verhandlung stand, wandte sich der Berg- und hüttenmännische Verein neuerdings um Aufnahme des Enteignungsrechtes in das Wasserrechtsgesetz an denselben. In der Sitzung vom 5. Februar 1912 verlieh der Abgeordnete J. Lerchbaumer dem Wunsche Ausdruck, daß das Wasserrechtsgesetz durch die Aufnahme des Enteignungsrechtes für Fernleitungen ergänzt werden möge. Für den Fall, als diese Ergänzung sich nicht im Rahmen des Wasserrechtsgesetzes einfügen lassen sollte, ersuchte Lerchbaumer die dem Landtage angehörenden Reichsratsabgeordneten, für die Schaffung eines Enteignungsrechtes für Fernleitungen im Reichsrate einzutreten, da dasselbe zur Förderung der Wasserkraftnutzung nicht minder wichtig sei als die Reform des Wasserrechtes selbst. Der Abgeordnete Dr. Steinwender beantwortete Lerchbaumers Appel dahin, daß die Schaffung eines Enteignungsgesetzes für Fernleitungen nicht Reichs-, sondern Landessache sei. Daraufhin stellte der Abgeordnete Lerchbaumer in der Sitzung vom 7. Februar 1912 den Antrag: den Landesausschuß anzuweisen, ein Enteignungsgesetz für Fernleitungen für die durch Wasserkraft erzeugte elektrische Energie auszuarbeiten und dasselbe in der nächsten Tagung in Vorlage zu bringen.

Der kärntnerische Landtag war der dritte, der sich, wohl in Erwägung dessen, daß nach den bisherigen Erfahrungen die Beschaffung des weitergehenden Elektrizitätsrechtes nicht sobald zu gewärtigen stehe, für die Ergänzung des Wasserrechtes durch Einschaltung des Enteignungsrechtes für Fernleitungen, die durch Wasserkraft erzeugte elektrische Energie übertragen, im Sinne der Anregung des Berg- und hüttenmännischen Vereines aussprach.

Die Regierung verhielt sich auch der Äußerung des kärntnerischen Landtages gegenüber gleich jenem Krains und Oberösterreichs ablehnend, was vom Standpunkte der Alpenländer, die an jeglicher Förderung der Wasserkraftnutzung ungleich mehr als die Flachländer interessiert sind, zu bedauern ist.

Der neue Entwurf, der den Titel: Gesetz, betreffend das Wegerecht und andere Bestimmungen für elektrische Anlagen führt, ist von jenem am Salzburger Wassertag von den Kammern und den übrigen Körperschaften abgelehnten wohl verschieden, immerhin aber noch derart gehalten, daß er, es sei das gleich vorweg gesagt, auf das allerentschiedenste abzulehnen ist.

Die Zahl der Paragraphe wurde um elf vermindert und die Einteilung geändert. Den Gemeinden und Ländern ist vermehrter Einfluß eingeräumt. Im übrigen hält der neue Entwurf gleich dem früheren daran fest, über die Elektrizitätsnutzung eine staatliche Hoheit aufzurichten, die unverkennbar auf Schaffung eines Staatsmonopols hinzielt.

Die gewerbsmäßige Erzeugung und Leitung elektrischer Energie zur Abgabe an Dritte ist zu einem konzessionsmäßigen Gewerbe von beschränkter Dauer erklärt. Die Konzessionsbefristung ist jener angepaßt, die in der Verordnung des Ackerbauministeriums vom 1. August 1910

Digitized by Google

für Wasserrechtskonzessionen bestimmt ist und die auch in den Entwurf der Regierung für das neue Wasserrechtsgesetz Aufnahme fand, nämlich für gemeinnützige Unternehmungen mit 90 Jahren und für andere Unternehmungen mit 60 Jahren.

Zu den gemeinnützigen Unternehmungen rechnet der Entwurf gleich wie das Wassergesetz Länder, Bezirke und Gemeinden. Abweichend vom Wasserrecht kommen noch juristische Personen und Gesellschaften für Unternehmungen gemeinnütziger Natur dazu. Welche juristischen Personen und Gesellschaften als gemeinnützig anzusehen sind, ist dem Entwurf nicht mit Sicherheit zu entnehmen. Allem Anscheine nach handelt es sich um von Gemeinden, Bezirken und ähnlichen Körperschaften gebildete Vereinigungen.

Über die Bestimmungen im Wasserrechtsgesetz hinausgehend, ist die Forderung des Nachweises ausreichender finanzieller Leistungsfähigkeit.

Ansuchen um die Konzession sind neben dem Ausbauplan, wie er im Wasser- und Gewerberecht und den Bauordnungen vorgesehen ist, auch mit einem Finanzierungsplan, den beabsichtigten allgemeinen Tarifen und Stromlieferungsbedingnissen sowie einer Rentabilitätsberechnung zu belegen.

Von jedem Konzessionsgesuche soll in der „Wiener Zeitung" und in den für amtliche Verlautbarungen bestimmten Landeszeitungen der beteiligten Kronländer im Wege der Kundmachung der wesentliche Inhalt mit dem Beifügen veröffentlicht werden, daß es Interessenten frei stehe, innerhalb einer Frist von sechs Wochen bei der Konzessionsbehörde die Auferlegung von Verpflichtungen zu beantragen. Diese Bestimmung ist jener ähnlich, die das Wasserrecht für Fälle vorsieht, in welchen die Ausnutzung ganzer Gefällsstufen oder Teilen von solchen in Frage kommt.

Der Zweck weitgehendster Verlautbarung ist allerdings grundverschieden. Beim Wasserrecht handelt es sich darum, Unternehmer zu finden, welche die ganze oder einen größeren Teil der vorhandenen Stufe auszunutzen bereit sind, als sie der Konzessionswerber beabsichtigt. Im Entwurf des Wegerechtes hingegen fällt der Verlautbarung die Aufgabe zu, Interessenten zu finden, die dem Konzessionswerber die Auferlegung von Verpflichtungen bei den Verleihungsbehörden beantragen.

Abweichend von der Gewerbeordnung, dem Wasserrecht und den Bauordnungen hat sich der Unternehmer nach dem Entwurfe des Wegerechtes außer der zeitlichen Beschränkung der Konzession die Auferlegung noch einer Reihe anderer Verpflichtungen und Vorschriften gefallen zu lassen. Dieselben teilen sich in solche, die nur in der Konzession zum Ausdrucke zu bringen sind, dann jene, die aus dringenden Gründen des öffentlichen Interesses dem Unternehmer jederzeit auferlegt werden können.

Zu den ersteren gehört die Bestimmung eines nach der Leistungsfähigkeit der Anlage abzugrenzenden Versorgungsgebietes. Dasselbe hat der Unternehmer nach dem genehmigten Ausbauplan und in bestimmter Frist mit elektrischer Energie bestimmter Art zu versehen und auf Verlangen jedermann unter gleichen Verhältnissen zu den gleichen Bedingnissen und Preisen Strom zu liefern.

Den Tarif und die Bedingnisse für die Stromlieferung hat der Unternehmer aufzustellen; er ist jedoch nicht berechtigt, sie den Abnehmern gegenüber in Geltung zu setzen. Das kann erst erfolgen, wenn dieselben von der Behörde genehmigt worden sind.

Die Konzessionsbehörde ist verhalten, bei der Genehmigung der Bedingnisse und Tarife die obwaltenden Verhältnisse, die Rentabilität und die Bedürfnisse der Stromabnehmer und auch die schon genehmigten Tarife anderer Unternehmungen zu berücksichtigen. Dem Staate ist wohl als Ausfluß des Rechtes der Genehmigung der Tarife und Bedingnisse stets Einsicht in die gesamte Geschäftsgebarung zu gewähren.

Eine Folge der konzessionsmäßigen Bedingung der Stromlieferungspflicht ist die Betriebspflicht. Während der Dauer der Konzession darf der Inhaber einer Stromlieferungsunternehmung den Betrieb ohne behördliche Bewilligung weder unterbrechen, noch einstellen. Die Zurücklegung der Konzession, falls sich der Unternehmer durch unzureichende Rentabilität oder sonstige Gründe hiezu entschließen sollte, wird erst nach einem Jahr wirksam. Bis zum Ablauf desselben ist er verpflichtet, den Betrieb und die Stromversorgung aufrecht zu erhalten. Der Konzessionsbehörde wird das Recht eingeräumt, erforderlichenfalls den Fortbetrieb einer Anlage auf Rechnung des Eigentümers von Amts wegen zu verfügen.

In Fällen, als eine nicht zu den Bevorzugten gehörige Stromlieferungsunternehmung öffentliches Gut (Straßen, Flüsse, Wege) für die Leitung in Anspruch nimmt, kann in der Konzession das Recht der Einlösung der gesamten Anlage, Einrichtung und Vorräte zugunsten des Staates oder solcher öffentlicher Körperschaften, deren öffentliches Gut benutzt wird, aufgenommen werden. Art und Höhe der Entschädigung sind von der Verleihungsbehörde zu bestimmen und gleichfalls in die Konzession aufzunehmen.

Alle elektrischen Stromanlagen ohne Unterschied, ob Schwach- oder Starkstrom erzeugt und abgegeben wird, werden der staatlichen Aufsicht unterstehen.

Die Zugeständnisse, die dem Unternehmer für die vielen Bedingungen, die ihm die Gesetzesvorlage auferlegt, die Eingriffe, die er sich in sein Unternehmen gefallen zu lassen hat und die Beschneidung des Nutzens, der er sich durch die staatliche Genehmigung der Bedingnisse und Tarife aussetzt, geboten werden, sind recht bescheiden. Sie bestehen in der auch heute auf Grund der Gewerbeordnung zulässigen Einräumung des Rechtes auf amtswegiger Bewilligung zur Führung und Erhaltung von Leitungen im Luftraum (Fernleitungen) oder unter der Erde (Kabel), in der Anbringung und Erhaltung von Leitungsstützpunkten und sonstigen Leitungsbehelfen und in der unumgänglich notwendigen Beseitigung von Baumästen.

Das Mehr, welches die Wegerechtsvorlage gegenüber der geltenden Gewerbeordnung bietet, liegt darin, daß für den Fall, als der Grundeigentümer die Inanspruchnahme des Grundes verweigert oder aber nur gegen unverhältnismäßig hohe Entschädigung zugestehen will, die Benutzung auch zwangsweise seitens der Behörde ausgesprochen werden kann.

Dieser Ausspruch ist an Bedingungen und Voraussetzungen geknüpft, die den Wert der Zwangsbenutzung wesentlich beeinträchtigen.

Vor allem macht das Zwangsbenutzungsrecht vor dem Gute halt, das den Gemeinden, Bezirken oder Ländern gehört, und zwar in Gebieten, in welchen die Unternehmung Strom gegen Bezahlung absetzen will. In allen diesen Fällen ist die Unternehmung auch fernerhin von der Zustimmung der Gemeinden, Bezirke und Länder abhängig.

Digitized by Google

Da nun die Benutzung von Reichsstraßen, öffentlichen Gewässern und Kanälen sowie sonstigem Staatseigentum für Fernleitungen in der Regel auch bisher bewilligt wurde, schrumpft die Geltung des Zwangsbenutzungsrechtes auf den Privatbesitz zusammen. Doch auch hier wird die Zuerkennung derselben an Voraussetzungen geknüpft, die Erschwerungen und Verteuerungen der Anlage beim Bau und auch in der Folge bedingen.

So die Bestimmung, daß für den Fall, als ein anderer Grund für den Bau der Leitung gewählt werden könne, der die Last weniger als jener empfindet, den der Unternehmer der Kosten und Länge wegen zu wählen vor hat, dieser ohne Rücksicht auf die Kosten zu benutzen sei. Dann, daß die freie Verfügung über den zur Leitung benutzten Grund nicht behindert werden darf, der Zwangsberechtigte also jederzeit, wenn der Grundeigentümer irgendeine Verfügung trifft, die nach seinem Ermessen die Verlegung der Leitung erfordert, dieselbe auf Kosten des Zwangsberechtigten auszuführen ist. Ferners das Erfordernis der überwiegenden öffentlichen Rücksichten die weitgehendste Schonung des in Anspruch genommenen Gutes, der Denkmal- und Heimatschutz, der, so sehr er Beachtung verdient, nur zu leicht auch als Hemmung wirtschaftlicher Unternehmungen ausgenutzt werden kann, die nicht im allgemeinen Interesse liegt.

Eigenartig ist die Bestimmung, daß Unternehmungen, die zur Zeit des Inkrafttretens des Gesetzes bereits bestanden, nun für deren Erweiterungen Zwangsbenutzungsrechte beanspruchen, alle Beschränkungen und Verpflichtungen, die im Gesetze vorgesehen sind und vorher besprochen wurden, der Gesamtanlage auferlegt werden können, daß also eine Art Rückwirkung des Gesetzes durch die Inanspruchnahme desselben für unbedeutende Erweiterungen platzgreift.

Sicher ist, daß, sollte die Vorlage Gesetz werden, daraus der für die Alpenländer so wichtigen Wasserkraftnutzung nicht nur keine Förderung, sondern eine Hemmung erwachsen würde, die auf die Verdrängung des privaten Unternehmungsgeistes aus dem noch sehr der Erweiterung fähigen Felde elektrischer Krafterzeugung und Verwertung hinsteuert. Dadurch würde eine weitere Stufe zu der Entwicklung gebaut, die die Herrschaft weniger Übermächtiger über zahllose Mittlere und Kleine fördert, die nicht im Interesse des Volkes, aber auch nicht in jenem des Staates liegt.

Über den Einfluß der Motorcharakteristik auf den Traktionswirkungsgrad elektrischer Gleichstrombahnen.

Von Dr. Ing. J. Liska.

(Schluß von Heft 26, Seite 554.)

4. Motor mit gesättigtem Eisen.

Der Sättigungsgrad sei dadurch charakterisiert, daß bei der Stundenleistung die gesamten Amperewindungen sich in gleichen Hälften auf das Eisen und den Luftspalt verteilen, was ungefähr die Grenze des gebräuchlichen bedeutet. Hiedurch ist ein Punkt und die Anfangstangente der Leerlaufcharakteristik gegeben, woraus man bei einiger Übung eine wahrscheinliche Magnetisierungskurve $E = f(J)$ aufzeichnen kann. Aus dieser läßt sich in einfacher Weise der Verlauf der Geschwindigkeit und der Zugkraftkurve ableiten. Die hier zugrunde gelegten Kurven sind aus Fig. 5 ersichtlich.

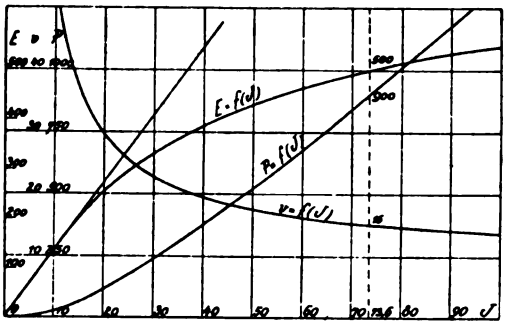


Fig. 5. Charakteristiken des gesättigten Motors.

Vernachlässigt man die Ankerrückwirkung auf das Feld, so ist die Geschwindigkeit bei einem beliebigen Strom der entsprechenden Ordinate der Leerlaufcharakteristik umgekehrt proportional, da mit den Verlusten auch der Ohmsche Spannungsabfall gleich Null angenommen wurde. Der Proportionalitätsfaktor ist durch die gegebene Geschwindigkeit $v = 15$ *km*/Std. bei der Stundenleistung bestimmt. Es ist

$$v = \frac{15 \cdot 500}{E} = \frac{7500}{E} \text{ km/Std.},$$

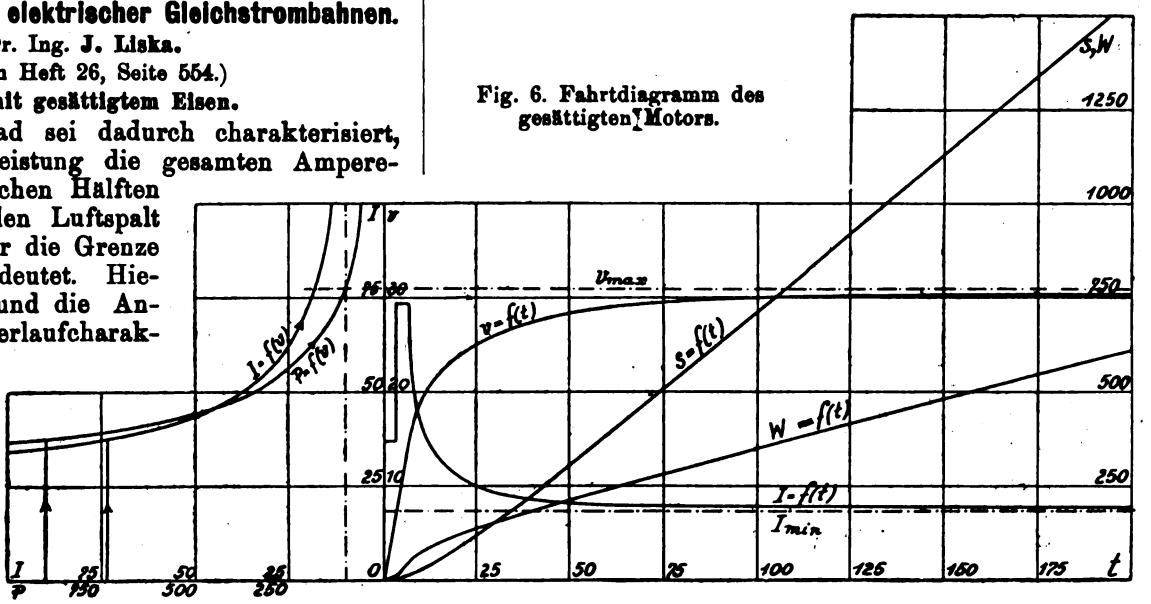
wenn E hier die entsprechende Ordinate der Leerlaufcharakteristik bedeutet.

Die Zugkraft kann als Funktion von $\frac{J}{v}$ ausgedrückt werden und ist bei dem der Stundenleistung entsprechenden Strom $J = 73{\cdot}6$ Ampere gleich 900 *kg*, also allgemein

$$P = \frac{900 \cdot 15}{73{\cdot}6} \cdot \frac{J}{v} = 183{\cdot}5 \frac{J}{v} \text{ kg}.$$

Aus diesen Bedingungen für den Motor wurden in Fig. 6, ebenso wie früher, Geschwindigkeit, Weg und Wattstunden als Funktion der Zeit konstruiert und hieraus wieder in derselben Weise wie beim

Fig. 6. Fahrtdiagramm des gesättigten Motors.



Digitized by Google

Motor ohne Sättigung die Wirkungsgrade ermittelt. (Fig. 7.) Da die Zeit-Geschwindigkeitskurve bei gleicher Anfangsrichtung schneller abbiegt und einem bedeutend niedrigeren Endwert zustrebt als beim ungesättigten Motor, muß der Motor für dieselbe mittlere Geschwindigkeit, wie im vorigen Falle, länger eingeschaltet bleiben, die Auslaufzeit wird kürzer, die

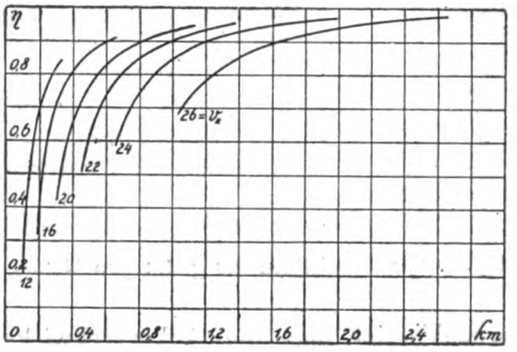


Fig. 7. Traktionswirkungsgrad als Funktion des Weges für den gesättigten Motor.

Bremsverluste größer und somit der Wirkungsgrad kleiner. Die bei einer gewissen Stationsentfernung erreichbare größte mittlere Geschwindigkeit ist ebenfalls kleiner. Bei kleinen Geschwindigkeiten kommt der verschiedene Charakter der Geschwindigkeitskurven noch nicht zum Ausdruck, es fallen deshalb hier die Wirkungsgrade für den gesättigten und den ungesättigten Motor zusammen.

Das bei einer gewissen Stationsentfernung erreichbare Wirkungsgradmaximum ist in allen Fällen, unabhängig von den Eigenschaften des Motors, dasselbe, da es dann auftritt, wenn überhaupt nicht gebremst wird, also nur Anlaßverluste vorhanden sind, diese sind aber nach unseren Voraussetzungen immer gleich.

5. Motor mit Feldschwächung.

Um vergleichbare Resultate zu erhalten, wollen wir denselben Motor mit gesättigtem Eisen wie unter Abschnitt 4 voraussetzen und das Feld, nach erfolgtem Anlassen des Motors durch den Vorschaltwiderstand, soweit schwächen, daß der Zug dieselbe Maximalgeschwindigkeit erreicht wie der ideale Motor in Abschnitt 3. Diese Geschwindigkeit ist durch den Schnittpunkt der Zugkraftkurve mit der Vertikalen, welche den konstanten Zugwiderstand $Q = 100\ kg$ darstellt, gegeben und beträgt $v_{max} = 46{\cdot}5\ km$/Std. Beim gesättigten Motor hat die Kurve $P = f(v)$ bei $v = 46{\cdot}5\ km$/Std. den Wert $P = 50\ kg$, also gerade die Hälfte des erwünschten. Soll dieser Punkt der $P = f(v)$ Kurve mit dem entsprechenden Punkt beim idealen Motor zusammenfallen, also die Zugkraft bei $v = 46{\cdot}5\ km$/Std. auf das Doppelte erhöht werden, so muß auch die aufgenommene Leistung verdoppelt werden, das heißt der Strom soll bei der Maximalgeschwindigkeit, ebenso wie beim idealen Motor $J_{min} = 23{\cdot}5$ Ampere betragen. Die doppelte Leistung erhält man, indem man zum Beispiel die Feldwindungen auf die Hälfte vermindert, dann wird dasselbe Feld und somit dieselbe Geschwindigkeit bei doppeltem Strom erreicht, der dann mit dem gleichwertigen Feld die doppelte Zugkraft gibt. Der weitere Verlauf der neuen $P = f(v)$ und $J = f(v)$ Kurven ist nun auch gegeben. Wir denken uns die Hälfte der Erregerwindungen abgeschaltet, erhalten also eine gewisse Geschwindigkeit immer beim doppelten Strom gegenüber dem gesättigten Motor. Ebenso verdoppeln sich die Zugkräfte in bezug auf die Geschwindigkeit oder sie können auch, nachdem $J = f(v)$ bekannt ist, aus der Beziehung $P \cdot 183{\cdot}5 \frac{J}{v}$ erhalten werden.

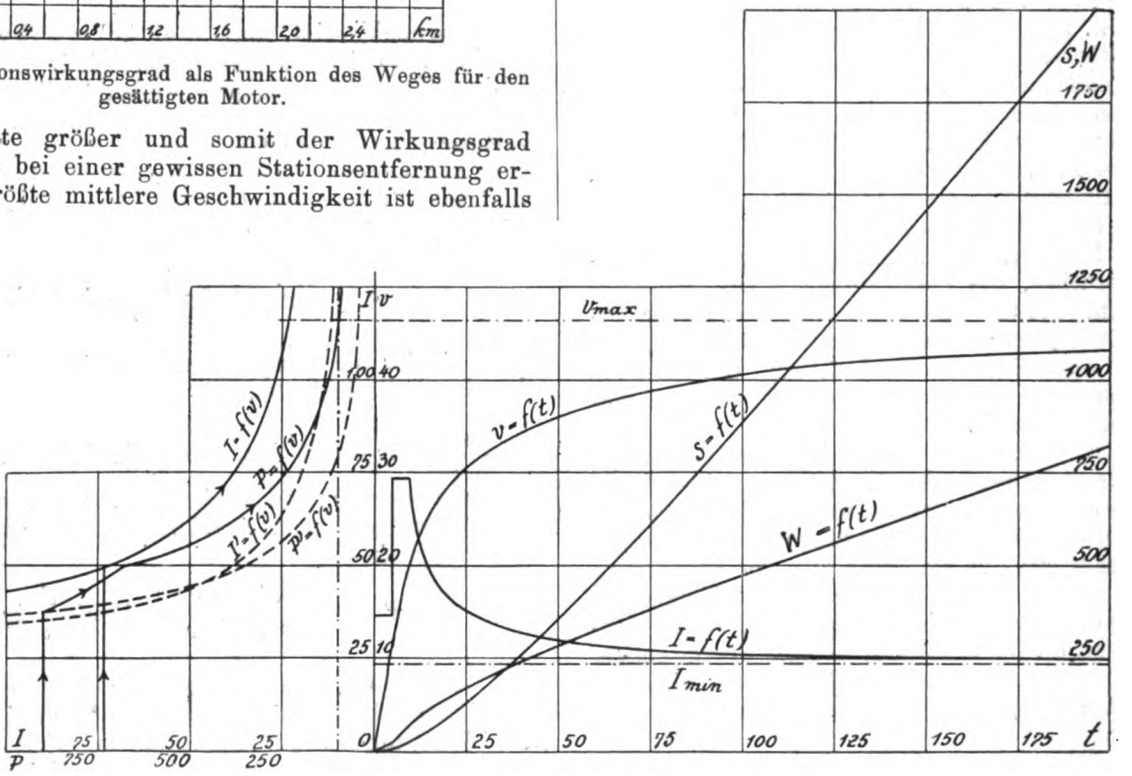


Fig. 8. Fahrtdiagramme des Motors mit Feldschwächung.

In Fig. 8, links von der Ordinatenachse beziehen sich die gestrichelten Kurven $J' = f(v)$ und $P' = f(v)$ auf den gesättigten Motor, während die ausgezogenen Kurven $J = f(v)$ und $P = f(v)$ den Zusammenhang zwischen Strom, Zugkraft und Geschwindigkeit für den Motor mit geschwächtem Feld geben.

Das Anlassen soll nun in folgender Weise geschehen: Der Zug wird mit vollem Feld, der gleichen Zugkraft $P = 900\ kg$ und dem gleichen konstanten

Digitized by Google

Strom $J = 73{\cdot}6$ Ampere wie bisher durch kontinuierliche Verminderung des Vorschaltwiderstandes auf die dem Anlaßstrom entsprechende natürliche Geschwindigkeit $v = 15$ *km*/Std. gebracht. Sodann folgt das Abschalten der Erregerwindungen oder das Shuntieren derselben so, daß der Strom seinen bisherigen Wert weiter beibehält, bis das Feld auf die Hälfte des Anfangswertes geschwächt ist. Das Anlassen ist dann beendet und der Zug wird der neuen natürlichen Zugkraftkurve entsprechend weiter beschleunigt.

Die Zugkräfte während der Schwächung des Feldes ergeben sich als Funktion der Geschwindigkeit gleichfalls aus der Beziehung

$$P = 183{\cdot}5 \,.\, \frac{J}{v},$$

wenn in dieser J = konstant = 73·6 Ampere gesetzt wird.

Es ist

$$P = \frac{183{\cdot}5 \,.\, 73{\cdot}6}{v} = \frac{13500}{v}\ kg,$$

das heißt P ist v umgekehrt proportional, was auch unmittelbar einzusehen ist, wenn man bedenkt, daß während der Feldschwächung die in den Motor eingeführte Leistung, welche durch das Produkt aus Zugkraft und Geschwindigkeit ausgedrückt werden kann, konstant ist.

Strom und Zugkraft folgen also, vom Stillstand ausgehend, den berechneten Funktionen in der Richtung, wie sie die Pfeile in Fig. 7 angeben.

Der weitere Vorgang ist nun genau derselbe wie in Abschnitt 3 und 4, es werden die Traktionswirkungsgrade erst als Funktion der mittleren Geschwindigkeiten, dann als Funktion des zurückgelegten Weges für verschiedene mittlere Geschwindigkeiten

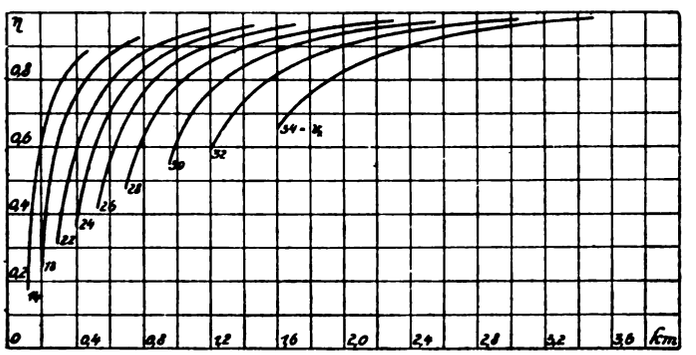


Fig. 9. Traktionswirkungsgrad als Funktion des Weges für den Motor mit Feldschwächung.

bestimmt. Die Resultate sind aus Fig. 9 zu ersehen, sie decken sich beinahe vollständig mit denen für den ungesättigten Motor.

6. Nebenschlußmotor.

Zum Schlusse soll der Vollständigkeit wegen auch noch ein reiner Nebenschlußmotor untersucht werden, der gleichfalls bei 900 *kg* Zugkraft und 50 *PS*-Stundenleistung eine Geschwindigkeit $v = 15$ *km*/Std. entwickelt und nach dem Anlassen diese Geschwindigkeit bei jeder Belastung beibehält. Es können hier die interessierenden Größen als Funktion der Zeit direkt aufgetragen werden. (Fig. 10.) Die Geschwindigkeit nimmt während des Anlassens in gleicher Weise zu wie beim idealen oder gesättigten Motor und bleibt dann konstant; der Strom hat während des Anlassens gleichfalls den Verlauf wie in den vorigen Fällen, nach dem Anlassen sinkt er entsprechend dem Zugswiderstand von $Q = 100\ kg$ auf

$$J_{min} = 73{\cdot}6 \,.\, \frac{100}{900} = 8{\cdot}18 \text{ Ampere}.$$

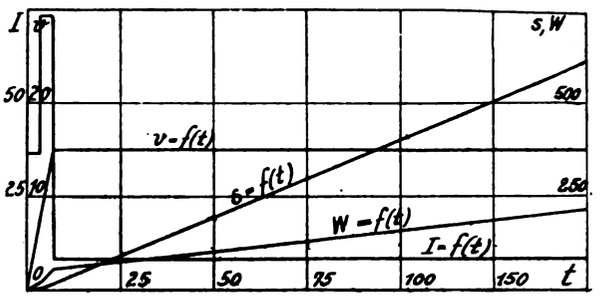


Fig. 10. Fahrtdiagramme des Nebenschlußmotors.

Der weitere Vorgang ist nun genau der gleiche wie früher und wir erhalten als Resultat die in Fig. 11 dargestellten Wirkungsgrade. Gegenüber den bisherigen entsprechenden Kurven ist der geringe Geschwindigkeitsbereich charakteristisch, der seine Begrüdung in der geringen Dauergeschwindigkeit hat.

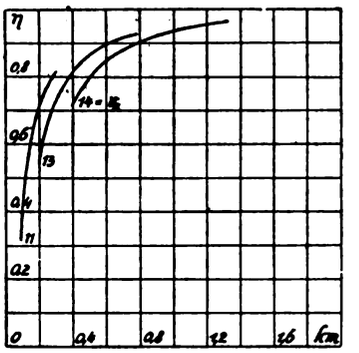


Fig. 11. Traktionswirkungsgrad als Funktion des Weges für den Nebenschlußmotor.

7. Schlußfolgerungen.

Die bisherige Darstellungsweise der Wirkungsgrade ist für unseren eigentlichen Zweck, nämlich zur Beantwortung der Fragen, welche Unterschiede die angenommenen Motorcharaktere im Betrieb bedingen, wo die Anwendung des Motors mit Feldschwächung Vorteile bietet und welcher Art diese sind, nicht besonders geeignet. Man erhält eine bessere Übersicht, wenn man die Resultate der Fig. 4, 7, 9 und 11 in eine einzige vereinigt, indem man durch einfaches Umzeichnen die Wirkungsgrade für verschiedene Stationsentfernungen als Funktion der mittleren Geschwindigkeit darstellt, wie dies in Fig. 12 geschehen ist.

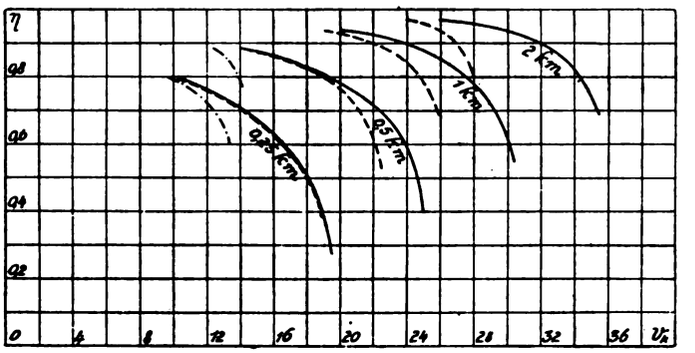


Fig. 12. Traktionswirkungsgrad als Funktion der mittleren Geschwindigkeit. Ausgezogen: ungesättigter Motor und Motor mit Feldschwächung; gestrichelt: gesättigter Motor; strich-punktiert: Nebenschlußmotor.

Die Kurven für den ungesättigten und den Motor mit Feldschwächung decken sich praktisch überall, jene für den gesättigten Motor liegen für kleine Entfernungen gleichfalls sehr nahe an den vorigen, bei größeren Entfernungen und höherer Geschwindigkeit werden auch die Abweichungen immer größer.

Digitized by Google

Die Schlußresultate, zu denen wir gelangen, sind nunmehr die folgenden:

1. In Betrieben mit Stationsentfernungen, welche kleiner als zirka 0·5 *km* sind, also in gewöhnlichen Straßenbahnbetrieben, ist es bei allen unter den vorausgesetzten Bedingungen erreichbaren Geschwindigkeiten, beinahe ganz gleichgültig, wie die Charakteristik des Motors beschaffen ist, sofern man nur vom extremen Falle des reinen Shuntmotors absieht.

2. Bei Stationsentfernungen über 1 *km* und bei Geschwindigkeiten über 20 bis 25 *km*/Std., also bei vorortbahnähnlichen Betrieben, ist der ungesättigte oder der Motor mit Feldschwächung in bezug auf den Verbrauch wesentlich vorteilhafter als der gesättigte Motor.

In dieser Fassung dürfte den Schlußfolgerungen allgemeine, von unseren speziellen Bedingungen unabhängige Gültigkeit zuzuschreiben sein, was bekanntlich auch die Praxis bestätigt. Weitere Konklusionen sind aber nur mit entsprechender Vorsicht zu ziehen.

Laut Obigem schneidet zum Beispiel der Motor mit ungesättigtem Eisen am schlechtesten ab, da ihm jener mit Feldschwächung gleichwertig, außerdem aber billiger ist. Zu beachten ist aber, daß der ungesättigte Motor Zugkräfte über die der Stundenleistung hinaus viel leichter überwindet als der gesättigte oder mit Feldschwächung versehene, so daß unter Umständen seine Anwendung auch im Straßenbahnbetrieb gerechtfertigt ist.

Mit dem idealen und dem mit Feldschwächung arbeitenden Motor lassen sich bei Stationsentfernungen über 1 *km* wesentlich höhere Geschwindigkeiten erreichen als mit dem gesättigten. Dies ist aber nicht als unbedingter Vorteil dieser Motoren anzusehen, da größeren Geschwindigkeiten bei gleichem Weg, auch größere Leistungen entsprechen, welche bezüglich der Erwärmung des Motors eventuell schon über dem Erlaubten liegen. Unmittelbar verglichen dürfen also nur jene Wirkungsgrade werden, welche zu derselben Geschwindigkeit und zu demselben Weg gehören. Der bessere Wirkungsgrad des ungesättigten Motors und desjenigen mit Feldschwächung, hängt mit der größeren Maximalgeschwindigkeit dieser Motoren zusammen. Es kommt auf die jeweiligen Betriebsbedingungen an, ob die erreichte Maximalgeschwindigkeit zulässig ist und ob also diese Motoren überhaupt in Frage kommen können.

Zur physikalischen Erklärung der Resultate in Fig. 12 sei noch folgendes bemerkt. Bei kleinen Entfernungen laufen die Motoren am Anfang der Zeitgeschwindigkeitskurve, der für alle Typen gleich ist, also kann auch im Verhalten der Motoren kein wesentlicher Unterschied erwartet werden. Der Wirkungsgrad ist um so kleiner, je größer die Geschwindigkeit ist, da der Motor dann länger eingeschaltet bleibt und das Bremsen bei größerer Geschwindigkeit beginnt.

Bei größeren Entfernungen läuft der Motor auch bei kleinen Geschwindigkeiten höher an der Zeitgeschwindigkeitskurve hinauf und es kommt der Charakter des Motors mehr zum Ausdruck. Der ungesättigte Motor erreicht hiebei eine größere Geschwindigkeit, er kann früher ausgeschaltet und von kleinerer Geschwindigkeit gebremst werden, wodurch der Wirkungsgrad besser wird.

Das Maximum des Wirkungsgrades für einen gewissen Weg ist bei jedem Motor dasselbe, da in diesem Falle nur die für alle Typen identischen Anlaßverluste auftreten.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Überland-Elektrizitätswerk für Staubkohle. Die Lehigh Navigation Electric Company besitzt in Hauto, Pennsylvanien, ein Kraftwerk, in welchem die in den Anthrazitbergwerken als Rückstand gewonnene Staubkohle verbrannt wird; der Heizwert derselben beträgt rund 2500 Kalorien. Die gegenwärtige Werksleistung beträgt 30 000 *kW*, es ist jedoch eine Vergrößerung auf 100 000 *kW* vorgesehen; die erzeugte Energie wird hauptsächlich in den Bergwerken verwendet, soll jedoch auch auf 160 km Entfernung bis nach New York und Philadelphia geleitet werden, zu welchem Zwecke eine Übertragungsspannung von 100 000 *V* gewählt wurde.

Das Kraftwerksgebäude hat die Form eines T und laufen oberhalb der Kessel unmittelbar zwei normalspurige Geleise für die Kohlenbahn auf einer Eisenkonstruktion ein. Das zum Kesselhaus senkrecht angeordnete Maschinenhaus enthält auch in einem Anbau die Transformatoren- und Schaltanlage. Besondere Sorgfalt wurde auf die Ventilation und Entstaubung gelegt, zu welchem Zwecke die Ventilationsanlage zum großen Teil oberhalb des Gebäudes unmittelbar neben den Schornsteinen angeordnet wurde.

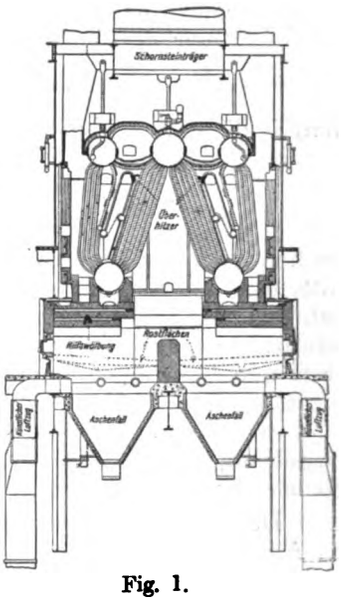


Fig. 1.

Charakteristisch für die Kohlenzufuhr ist das Fehlen jeder Konveyoranlage und Aufzugsvorrichtung; die Kohle wird unmittelbar von den Kippwagen in die Bunker entladen und die Asche durch ein unteres Geleise abgeführt. Die Kessel sind für die Verbrennung minderwertiger Kohle mit beiderseitigen Doppelrosten versehen; es sind acht kombinierte Babcock-Wilcoxkessel von je 1100 m² Heizfläche (Dampfdruck 16 Atm.) eingebaut, von denen sechs mit Handfeuerung und zwei mit automatischen Kettenrosten versehen sind; die Rostfläche pro Kessel beträgt 36 m² (1 : 30). Die automatisch geheizten Kessel besitzen behufs genügender Luftzufuhr „klaviertastenartig" bewegliche Roststäbe, zwischen denen die Luft streicht, oder nach Art der Kudliczfeuerung gebaute Siebroste mit künstlichem Luftzug, welche auch bei der Handfeuerung in Anwendung gelangten. (Fig. 1.) Die Wärmedehnung der Roststäbe wird mit Hilfe von Expansionsplatten, welche an den Enden der Tragstangen jedes Rostes angeordnet sind, kompensiert, wobei die den Kettenrost tragenden Walzen verschiebbar gemacht sind. Die Verbrennungsgase gelangen in eine gemeinsame Verbrennungskammer oberhalb der vier Rostflächen und dann über die Überhitzer und Rauchkanäle in den eisernen Schornstein, welcher für je zwei Kessel vorgesehen ist.

Die Hauptabsperrventile der Kessel sind an einer leicht zugänglichen Galerie angeordnet. Die Luftzufuhr wird durch drei Siroccogebläse aufrechterhalten, welche die Luft sowohl von außen als (nach Bedarf) auch aus dem Maschinenraume oder Kesselhaus ansaugen, wodurch die Lufttemperatur derselben geregelt wird.

Im Maschinenraume sind derzeit drei horizontale Turbogeneratoren von je 12 500 *kW* für 11 000 *V*, 25 ∼ aufgestellt; die Turbinen haben eine der Rateauturbine ähnliche Schaufelung, während die Düsenregulierung nach Art der Curtisturbinen durchgeführt ist. Der Dampfverbrauch ist bei einem Vakuum von 70 cm mit 5·6 kg pro *kWh* garantiert. Das Kondenswasser wird einem Stauweiher für die Kohlenwäscherei mit 5 Millionen m³ Inhalt entnommen, in welchen das Kondensat zurückgeleitet und rückgekühlt wird; bei Sinken des Wasserspiegels unter das normale Niveau kann das Wasser mittels dampfbetriebener Zentrifugalpumpen entnommen werden. Die Kondensatoren sind Leblancsche Einspritzkondensatoren mit eingebauten Trocken- und Naßluftpumpen von 450 *PS* Gesamtleistung pro Kessel; sie liefern je 70 000 kg Dampf pro Std. bei 70 cm Vakuum. Der Kondenswasserkanal hat eine Länge von 1200 m.

Die elektrische Anlage ist nach dem „Einheitssystem" angelegt; von den Generatoren führen Leitungen über Drosselspulen zu den 110 000 *V*-Transformatoren bezw. zu einer Ringsammelschiene; die Energie wird entweder von einer der beiden 11 000 *V*-Hilfs-Sammelschienen für die Verwendung im Kraftwerk und in der nächsten Umgebung desselben entnommen oder von den 110 000 *V*-Schienen aus

Digitized by Google

weitergeleitet. Die Transformatoren können auch mit Hilfe einer besonderen Sammelschiene beliebig mit einer der abgehenden Leitungen verbunden werden. Die Schaltanlage enthält drei Gallerien für die Transformatoren, Niederspannungsschalter und die Hochspannungsschaltanlage. Die Generatoren sind für zehnfachen Kurzschlußstrom mit 6% Reaktanzabfall bemessen, ohne Hilfsreaktanz an den Sammelschienen; dagegen sind sämtliche Ölschalter mit Drosselspulen versehen; die Reaktanzen der Hochspannungsschalter sind außerdem in Reihe mit Hilfsschaltern geschaltet, die vor den motorbetriebenen Hauptschaltern automatisch geschlossen werden. Die Transformatoren haben Δ/Y-Schaltung, mit gemeinsamer über einen Widerstand von 127 Ω geerdeter Neutralleitung.

Zur Erregung dienen zwei 300 *kW*-Gleichstromturbogeneratoren und ein 250 *kW*-Motorgenerator, welcher mit 550 *V* Wechselstrom betrieben wird. Die Erreger sind auch mit Schleifringen für die Hilfsbeleuchtung versehen; außerdem dient ein Motorgenerator zum Laden einer 125 *V*-Hilfsbatterie.

Tritt in einer Leitung ein Kurzschluß auf, so wird diese über eine Sicherung geerdet, durch welche die Spannung gegen Erde reduziert wird, so daß kein Lichtbogen bestehen bleiben kann. Als Blitzschutzapparate werden elektrolytische Aluminiumzellen und Hörner verwendet, die außerhalb der Zentrale an den Endmasten angeordnet sind.

Die Energie wird durch eine 110 000 *V*-Doppelleitung und zwei 11 000 *V*-Leitungen nach den Unterstationen geleitet. Die 110 000 *V*-Leitung besteht aus je drei Kupferseilen von 32 mm Durchmesser in je 3 m Distanz übereinander montiert, welcher von sechsfachen Hängeisolatoren getragen werden, die an Stahlmasten von 24 m Höhe, 180 m mittlerem Abstand angeordnet sind. Als Blitzschutz dienen zwei 18 mm starke Stahlseile an der Mastenspitze. Die Ankertürme besitzen je zwei Reihen solcher Isolatoren pro Leiter, deren Enden an gebogenen Metallstangen (Blitzschutz) befestigt sind. Parallel mit der Hochspannungsleitung läuft eine Telephonleitung, die durch Zwischenmaste aus Holz gestützt wird und zur Vermeidung induktiver Störungen verdrillt und mit Erdungstransformatoren versehen ist.

Die Hauptunterstation in Siegfried enthält vier 3350 *kVA*, 110 000/22 000 *V*-Transformatoren in reiner Δ-Schaltung mit regulierbarer Endspannung und Drosselspulenschaltern.

(El. World, 9. und 16. 5. 1914.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Über die Schwingungen von Dampfturbinenlaufrädern. A. Stodola. Mit der Steigerung der Einheitsgröße der Dampfturbinen und der fortschreitenden Erhöhung ihrer Umlaufzahlen, hat sich eine Störung dynamischer Natur eingestellt, indem die Laufradscheiben quer zur Achse in Schwingung geraten. Die Auslenkungen können so erheblich sein, daß der Scheibenrand an den festen Scheidewänden zum Streifen kommt und die streifenden Teile auf Gluttemperatur erhitzt werden.

Der Verfasser erörtert die Frage nach dem Grund der Schwingungen und ihren kritischen Werten.

Den Hauptgrund für die Entstehung der Schwingungen bildet die teilweise Beaufschlagung oder Fehler in der Ausführung, wenn zum Beispiel der Dampf an gewissen Stellen periodisch gegen den Radkranz oder die Bandage stößt. Die Achsialkräfte dieser Strahlsplitter und selbst der gesamte achsiale Schub in einem teilweise beaufschlagten Segment eines Rades sind indessen so klein, daß sie an sich keine gefährliche Auslenkung des Rades bewirken könnten. Eine Gefahr besteht nur dann, wenn die Periode der Kraftwirkung zusammenfällt mit einer der möglichen Eigenschwingungszahlen des Rades, das heißt wenn Resonanz vorhanden ist.

In dem ersten Abschnitte seiner Arbeit erörtert der Verfasser vorerst die Periode der Kraftwirkung und findet, daß das ganze Kraftfeld sich aus einer Summe von Gliedern zusammensetzt, in welchen $\sin \omega t$, $\cos \omega t$, $\sin 2\omega t$, $\cos 2\omega t$, $\sin 3\omega t$, $\cos 3\omega t$ ... die Faktoren sind, wobei ω die Winkelgeschwindigkeit der Drehung und t die Zeit bedeutet. Die sekundlichen Schwingungszahlen der Kraftwirkung sind demnach:

$$\frac{\omega}{2\pi}, \quad \frac{2\omega}{2\pi}, \quad \frac{3\omega}{2\pi}$$

usw. Diejenige davon, die mit einer natürlichen Eigenschwingung zusammenfällt, wird gesteigert und ruft Resonanz hervor.

In einem zweiten Abschnitte ermittelt der Verfasser die Eigenschwingungszahlen der Turbinenscheiben, vorerst von den Kirchhoffschen Ergebnissen ausgehend. Nach Kirchhoff ergibt sich die Zahl der Vollschwingungen einer kreisrunden Platte in der Sekunde aus der Formel:

$$N_{sek} = \beta \frac{h'}{R^2} \sqrt{\frac{E}{\mu}}$$

worin β die aus einer Zahlentafel zu entnehmende Beizahl ist, die von der Anzahl der Knotendurchmesser, Knotenkreise bezw. Knotenlinien (Klangfiguren) abhängt, ferner R den Halbmesser der Scheibe, h' die halbe Dicke der Scheibe, E den Elastizitätsmodul und μ die Masse der Volumseinheit bedeuten. Leider sind die so erhaltenen Ergebnisse für den praktischen Gebrauch im Turbinenbaue belanglos, da sie sich auf Scheiben von unveränderlicher Dicke beziehen und die Wirkung der Fliehkräfte unberücksichtigt lassen.

In einem dritten Abschnitte leitet der Verfasser die allgemeinen Schwingungsgleichungen für das Verhalten der wirklichen Laufscheiben, unter Berücksichtigung der Flieh- und Randkräfte ab. Die Rechnung führt jedoch auf so verwickelte Ergebnisse, daß man gezwungen ist nach Näherungsmethoden zu suchen. Als solche bieten sich dar die Verfahren von Ritz und Raleigh, welche der Verfasser im vierten und fünften Abschnitte behandelt. Das Verfahren von Ritz beruht auf dem bekannten Lehrsatz der Mechanik, daß die potentielle Energie eines abgeschlossenen, sich im Gleichgewicht befindlichen Systems, einen extremen Wert besitzt, und für den Fall stabilen Gleichgewichtes insbesondere ein Minimum ist. Erleidet nämlich das System eine kleine Verschiebung, so muß die Zunahme der Energie der inneren (elastischen) Kräfte $d\Phi_i$ der Arbeit dLa gleich sein, welche die äußeren Kräfte leisten. Allein dLa ist die Abnahme der potentiellen Energie der äußeren Kräfte $-d\Phi a$ und so erhält man $d\Phi_i = -d\Phi_a$ oder wenn $\Phi = \Phi_i + \Phi_a$ die gesamte Energie bedeutet, $d\Phi = 0$. Die potentielle Energie Φ_a kann man entweder mit den wirklichen Werten der Kräfte rechnen oder mit denjenigen unveränderlichen Werten, welche sie in der Lage des eingetretenen Gleichgewichtes besitzen. Wirkt auf die Platte der konstante spezifische Normaldruck p (positiv im Sinne der positiven Auslenkung w), so ist die äußere potentielle Energie:

$$\Phi_a = -\int w\, p\, df.$$

Die innere Energie, das heißt die Formänderungsarbeit ist für rechtwinklige Koordinaten:

$$\Phi_i = \int \frac{E' h'^3}{3} [(w_{xx} + w_{yy})^2 - 2(1-v)(w_{xx} w_{yy} - w_{yy}^2)]\, dx\, dy,$$

wobei $v = 0{\cdot}3$ das Verhältnis der Querkontraktion zur Längenausdehnung bedeutet. Durch entsprechende Wahl der Funktion w unter den besonderen Bedingungen für den Plattenrand und Durchführung der Differentiation ergibt sich die Differentialgleichung für die Plattenbiegung:

$$\frac{E' h'^3}{3} \left[\frac{d^4 w}{dx^4} + 2 \frac{d^4 w}{dx^2 dy^2} + \frac{d^4 w}{dy^4} \right] = p.$$

Nach dem im fünften Abschnitt erörterten Verfahren von Rayleigh ist für die Form der verbogenen Mittelfläche ein der Wirklichkeit voraussichtlich möglichst nahe kommender, den Einspannungsbedingungen genügender, sonst willkürlicher Ausdruck aufzustellen, mit welchem die potentielle und die kinetische Energie der Scheibe als Funktionen der benützten Parameter darzustellen sind. Die Gesamtenergie der isoliert gedachten schwingenden Scheibe wird nun periodisch aus der kinetischen Form in die potentielle umgewandelt und umgekehrt. Der Verfasser gelangt aus den Gleichungen der potentiellen Energie der Verbiegung unter Berücksichtigung der Formänderungsarbeit und Arbeit der Fliehkräfte zu den Gleichungen:

$$N_{sek} = \frac{\lambda}{2\pi}; \quad N_{min} = \frac{\lambda 60}{2\pi}$$

für die sekundlichen und minutlichen Schwingungszahlen. Ein Vergleich mit Kirchhoffs Ergebnissen zeigt, daß man zu einer praktisch brauchbaren Annäherung an die Wirklichkeit gelangt.

Der Verfasser entwickelt nunmehr die Gleichungen für die potentielle und kinetische Energie sowie auch die Arbeit der Fliehkräfte für eine Scheibe mit Kranz und Schaufelbesatz, unter Annahme derselben Form der gebogenen Mittelfläche wie oben und gelangt zu der Formel:

$$N'_{sek} = \frac{\lambda^1}{2\pi}$$

für die sekundliche Schwingungszahl die unter normalen Verhältnissen ein klein wenig größer ist, als die Schwingungszahl einer Scheibe ohne Kranz. Die Nabenbohrung und die Nabeneinspannung erhöht gleichfalls die Schwingungszahl, jedoch nur um einen geringfügigen Betrag.

Zum Schluß zeigt der Verfasser auf graphischem Wege den Verlauf der Kurven der Schwingungszahlen pro Minute in Abhängigkeit von Knotendurchmessern für zwei Scheiben von je 1000 mm Durchmesser und 20 mm bezw. 10 mm Dicke am Außenrande für minutliche Umlaufszahlen von 3000 und 1500. In die Diagramme sind je zwei schiefe Gerade eingetragen, welche die Schwingungszahlen der Kraftperiode bei teilweiser Beaufschlagung darstellen. Resonanz tritt ein, wenn sich die Kurven der Schwingungszahlen und die Gerade der Kraft-

Digitized by Google

perioden auf einer der Ordinaten schneiden. Die Rücksicht auf die Querschwingungen dürfte ein wichtiges Kuterium für die zulässige Mindeststärke der Scheiben werden in allen Fällen, wo periodische Kraftwirkungen zu befürchten sind.

(Schweizerische Bauzeitung vom 2. und 9. Mai 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Statische Frequenz- und Spannungstransformatoren. A. M. Taylor. Die ursprüngliche, von Joly angegebene Schaltung bestand in der Hintereinanderschaltung der Primär- bezw. der Sekundärwicklungen zweier Transformatoren von ungleicher Sättigung bezw. Wellenform des Feldes. Die Differenz der beiden Wellenformen ergab einen Wechselstrom von dreifacher Frequenz; diese Schaltung wurde später von Vallauri und Spinelli verbessert und auf Dreiphasentransformatoren ausgedehnt*). Die vom Verfasser angegebene Schaltung weist insofern eine Vereinfachung auf, als nur eine, am ungesättigten Kern angeordnete Sekundäre verwendet wird. Die Primäre am gesättigten Kern wirkt nunmehr lediglich als Drosselspule mit spitzer Wellenform, während der ungesättigte Kern eine flache Wellenform der Feldkurve zeigt; der resultierende Differenzstrom in der Sekundären hat eine dreifache Frequenz mit einer unterdrückten Halbwelle. Wird an Stelle der Einphasenschaltung, die in Fig. 2 ersichtliche Dreiphasenschaltung angewendet, wobei ein Teil der Primärwicklung auf einem gemeinsamen ungesättigten Kern mit einer einzigen gemeinsamen Sekundären gewickelt wird, so verschwindet die Unsymmetrie der EMK-Kurve und man erhält eine nahezu reine Sinuswelle von dreifacher Frequenz. Durch diese Schaltung wird auch der Verluststrom in der jeweils unwirksamen dritten Phase vermieden.

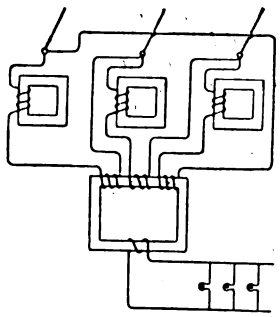


Fig. 2.

Der Spannungsabfall in einer 7 *kW*-Versuchsanordnung betrug nur 8%. Der Wirkungsgrad kann bei Leistungen über 100 *kW* auf 90 bis 95% erhöht werden. Der Transformator gestattet Kraftstromabnehmern (mit 25∼) die gleichzeitige Entnahme von Lichtstrom (mit 75∼). Durch entsprechende Vermehrung der Phasenzahl kann die Periodenzahl beliebig gesteigert werden. Ein Nachteil der angegebenen Schaltung ist der niedrige Leistungsfaktor des gesättigten Kerns, der durch Einschaltung von Phasenkompensatoren oder übererregten Synchronmaschinen bezw. -umformern verbessert werden kann. (The Electr., 8. 5. 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Ein neuer Winddruckmesser. Gießen. Bei einem im Jahre 1902 im Deutschen Reich ausgeschriebenen Wettbewerb zur Konstruktion einer Vorrichtung zum Messen des Winddruckes wurde der Apparat des Verfassers mit dem ersten Preise bedacht. Fig. 3 gibt schematisch das Prinzip des Winddruckmessers wieder.

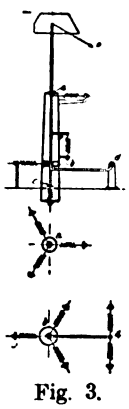


Fig. 3.

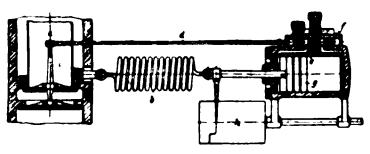


Fig. 4.

Ein Stab, an dessen oberem Ende ein beliebiger Druckkörper befestigt ist, wird an vier Stellen *a*, *b*, *c* und *d* mit geringem Spielraum gestützt. Eine vom Wind erzeugte Kraft *P* wird in den Lagerstellen ganz bestimmte Drücke hervorbringen, die durch anspannbare Federn derart aufgenommen werden, daß der Stab, der sonst einseitig zur Anlage kommen würde, wieder in die Mittellage gebracht wird. Das Maß der Anspannung der Federn ergibt die in den Lagerstellen vorhandenen Drücke.

Zur selbständigen Anspannung der Federn und Aufzeichnung des Maßes der Federkräfte dient die Vorrichtung nach Fig. 4, in der *a* der als Rohr ausgebildete und durch eine Ummantelung vor der Windbelastung geschützte Stab und *b* die zu spannende Feder ist. Der Stab ist mittels Hebels *c* und Gelenkstange *d* mit dem Schieber *e* eines Steuergehäuses *f* verbunden. Verschiebt der Winddruck den Stab aus seiner Mittellage nach links, so läßt der Schieber Druckflüssigkeit auf die linke Kolbenseite so lange treten, bis die Feder soweit gespannt ist, daß sie den Stab wieder in die Mittellage zieht, in der der Schieber alle Kanäle absperrt und die Feder in Ruhe bleibt. Umgekehrt wird bei Nachlassen des Windes die Federspannung den Stab nach rechts ziehen, wodurch der Schieber wieder so eingestellt wird, daß ein Entspannen der Feder eintreten muß indem Druckflüssigkeit auf die andere Kolbenseite solange tritt bis das System im Gleichgewicht ist. Eine Schreibvorrichtung *h* zeichnet die Größe der jeweiligen Federkraft auf.

Es wird nun eine praktische Ausführung beschrieben, bei der wie in der Fig. 3 angedeutet, allen Windrichtungen durch Anbringung von je drei Federspannvorrichtungen in den Punkten *a* und *b* Rechnung getragen wird. Am Dreharm greift zur Ersparung einer zweiten Spannvorrichtung eine Gegenfeder an, die auf ein bestimmtes Maß gespannt wird und bewirkt, daß sich die Zugfeder der Spannvorrichtung auf ihre Spannung einstellt (Nullstellung) und sich bei Auftreten von Drehkräften entweder weiter spannt oder um ein entsprechendes Maß entspannt. Es können auch in den übrigen Stützpunkten nur je zwei Spannvorrichtungen (statt drei) mit Gegenfedern angeordnet werden.

Die Ermittlung der vom Wind erzeugten Mittelkraft wird an der Hand von vier Fällen erläutert. Diese Kraft läßt sich, wie immer sie auch gerichtet sein mag, so zerlegen, daß man Kräfte senkrecht zur und in der Stabachse und auf Drehung wirkende Kräftepaare erhält. Da die erzeugten Gegenkräfte gemessen werden können und die Gabelarme bekannte Größen sind, so lassen sich leicht die Komponenten der Mittelkraft und damit diese selbst ermitteln. Die Vorrichtung, die auch zum Messen von Wasserwiderständen verwendbar ist, hat eine Genauigkeit bis zu 1% ergeben. (Z. d. V. D. I., 23. 5. 1914.)

Elektrische Beleuchtung.

Messungen an Halbwattlampen. Dr. H. Lux hat Untersuchungen an einer 1000kerzigen Nitralampe und einer ebenso starken Halbwatt-Osramlampe angestellt. Für die erstere ergaben sich folgende Daten:

V	*W*	*IO* in *HK*	*W/HKO*	Temper.-Tabs
65	236·6	133·0	1·780	2355
70	264·6	178·0	1·486	2415
80	326·4	296·3	1·101	2531
90	391·5	468·2	0·836	2640
100	457·0	686·2	0·666	2750
110	524·7	926·2	0·567	2850

Bei der gewöhnlichen Osram-Fadenlampe für 110 *V*, 200 *HK* ergeben sich um rund 400° niedrigere Temperaturen.

Als Funktion der Temperatur ergibt der Vergleich beider Lampen folgendes Bild

Temp.-Tabs	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800
IO	24	40	63	100	{168 / 160}	260	380	500	800
IO/W ...	0·2	0·3	0·42	0·6	{0·76 / 0·64}	0·82	1·1	1·34	1·6
W/IO ...	4·3	3·2	2·4	1·8	{1·3 / 1·6}	1·2	0·9	0·7	0·5
	Normale Wolframlampe				Nitralampe				

Bei 2400° liefert also die Nitralampe nur 0·64 HK_r/W gegen 0·76 bei der Osramlampe, also um 12% weniger. Ein Teil der Wärme geht durch Strahlung verloren, ein anderer Teil (17%) strahlt in dem Spiralenhohlraum und kann nicht nach außen. Die reine Wärmestrahlung geht mit steigender Belastung zurück. Bei der Nitralampe sind nur 8·04% der Gesamtstrahlung Licht und nur 4·81% der Energie wird in Licht umgewandelt, also doppelt so viel als bei der Osramlampe (3·76 bezw. 3·32%). Letztere hat dabei 1·3 *W/HK* Energieverbrauch, die gleiche Ökonomie hat die Nitralampe bei 70 *V*, bei dieser Spannung werden aber nur 20% der Leistung in Licht verwandelt. Der Schmelzpunkt des Wolframs 3200° abs. wurde bei 0·3 *W/HKO* erreicht werden, damit ist das äußerste Maximum der Ausbeute erreicht.

(E. T. Z. Heft 22, 1914.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Elektrifizierung der Vorortestrecken der Pennsylvania Railroad in Philadelphia. Nach dem Vorschlage von Gibbs soll die 32 *km* lange viergeleisige Vorortestrecke bis Paoli mit täglich 165 Zügen auf elektrischen Betrieb mit Wechselstrom, 11 000 *V*, 25∼ umgewandelt werden. Auf diese Weise soll der Zugsverkehr zwischen den Haupt- und Rangierbahnhöfen um 16 bis 20% reduziert werden und bei Verwendung der Vielfachzugsteuerung eine Erhöhung der Stationskapazität um 12·5% erzielt werden; das Wechselstromsystem gestattet die Ausdehnung auf weitere Bahnstrecken und die Verwendung des bisherigen Fahrparkes der mit Dampf betriebenen

* Vergl. E. u. M. 1911, S. 608 und 1912, S. 1009.

Digitized by Google

Strecken; auch besteht die Möglichkeit der Gleichrichtung auf gewissen Stadtstrecken.

Der Fahrdraht besitzt die Vielfachaufhängung mit Haupt- und Hilfstragdraht zwischen Stahlrohrmasten in je 90 m Abstand; der Fahrdraht ist aus Bronze hergestellt. An Stelle von starren Auslegern sollen wegen der größeren Übersichtlichkeit der Signale Querdrähte verwendet werden. Die Zahl der Hängedrähte zwischen Haupt- und Hilfstragdraht kann durch Anordnung flexibler Klammern zwischen Hilfsseil und Fahrdraht auf die Hälfte (Abstand 9 m) reduziert werden. Die von der Philadelphia El. Co. gelieferte Energie soll mit 33 000 bezw. 44 000 *V* längs der Strecke zu drei Unterstationen geleitet und dort auf 11 000 *V* transformiert werden. Die Motorwagen erhalten 68 Sitzplätze bei einem Gewicht von 50 t (davon 13·5 t für die elektrische Einrichtung) Die elektrische Ausrüstung besteht aus zwei 225 *PS*-Kollektormotoren für 320 *V* an einem der beiden Drehgestelle, welche auch für den vorläufigen Dampfbetrieb geeignet erscheinen. Es werden auch Lokomotiven mit vier Gleichstrommotoren zu 225 *kW* und Quecksilbergleichrichter in Betracht gezogen.

(El. Railw. Journ., 18. 4. 1914.)

Elektrische Schiffssteuerung*). H. L. Hibbard. Die Nachteile der Dampfsteuerung sind hohes Gewicht, größerer Raumbedarf, hoher Dampfverbrauch und Leistung der Steuermaschine, hohe mechanische Beanspruchung und schwierige Übertragung zwischen Steuerrad und Steuerräder. Diese Nachteile können durch die elektrische Schiffssteuerung vermieden werden. Bei der amerikanischen Kriegsmarine wurden schon im Jahre 1902 Versuche mit dem System Pfatischer durchgeführt, bei welchem die Regulierung indirekt mittels eines Motorgenerators erfolgt, der den Nebenschlußmotor des Steuers intermittierend mit Strom versorgt. Im Jahre 1909 wurde am Kreuzer Chester und Des Moines die direkte Motorregulierung zuerst erprobt und gegenwärtig im vergrößerten Umfang bei den Schlachtschiffen New-York und Texas eingeführt. Die 150 *PS*-Motoren besitzen kombinierte Feld- und Widerstandsregulierung und Kompoundbewicklung. Der Fahrschalter ist mit einer Schützensteuerung verbunden und besitzt Stufen zum Anlassen, Umsteuern, Bremsen und Regulieren. Dieser Fahrschalter kann von vier Schiffsräumen mittels einfacher Handschalter (Meisterschalter) betätigt werden.

Der Motor läuft bei 120 *V* mit 250 U. p. M. und ist auf 100% während fünf Minuten überlastbar. Zwischen Motor und Steuer ist ein Differentialgetriebe eingeschaltet. Die Einrichtung dient vorläufig als Hilfssteuervorrichtung für die vorhandene Dampfsteuerung welche für Steuerausschläge von 35° bemessen ist, während die Hilfssteuerung nur Winkel von 20° in der gleichen Zeit (20 Sek.) durchläuft. Bei Verdopplung der Leistung soll es auch möglich sein, die gleiche Manövrierfähigkeit zu erzielen. Es wird die Berechnung der erforderlichen Leistung angegeben und werden Versuchsergebnisse mitgeteilt; die elektrische Steuerung zeigte eine leichtere und genauere Handhabung des Steuerrades bezw. Meisterschalters als die Dampfsteuerung, geringere Schwingungen des Schiffskörpers und geringere Wärmeverluste und Raumtemperaturen. Die Umsteuerung von 20° rechts auf 20° links erfolgte in 16·5 Sek. (statt 20), die Anlaßstromstärke betrug 1250 *A*, die Betriebsstromstärke 150 bis 400 *A* bei 300 bis 400 U. p. M. des Motors; der gesamte Wirkungsgrad der Übertragung beträgt 23 bis 35%.

(Proceed. A. I. E. E. Mai 1914.)

Elektrische Apparate.

Bekämpfung des Hüttenrauches mittels des elektrischen Stromes. C. Schiffner bespricht verschiedene zur Unschädlichmachung des Hüttenrauches bisher vorgeschlagene oder ausgeführte Verfahren und berichtet dann speziell über den Prozeß von Cottrell. Der Prozeß besteht darin, daß man die zu reinigenden Gase durch ein elektrisches Feld von Gleichstrom sehr hoher Spannung hindurchströmen läßt, wobei man an der positiven Elektrode, der sogenannten sprühenden Elektrode, dunkle Spitzenentladung eintreten läßt, während die negative Elektrode, auf welcher sich die Teilchen niederschlagen sollen, aus einfachen, plattenförmigen Körpern bestehen kann. Für den Erfolg ist es wichtig, daß nicht Wechselstrom, sondern Gleichstrom verwendet wird. Wechselstrom scheint auf die feinverteilten Teilchen nur zusammenballend zu wirken, und die gebildeten größeren Klumpen setzen sich dann lediglich durch ihre Schwere ab. Hochgespannten Gleichstrom billig herzustellen ist erst seit etwa zehn Jahren dadurch gelungen, daß man zunächst einen sehr hochgespannten Wechselstrom erzeugt und diesen durch einen mit den Netzperioden synchron rotierenden Kontaktarm, den sogenannten Transverter, der mit zwei diametral gegenüberliegenden festen Kontakten zusammenwirkt, in Gleichstrom umformt.

Eine der ersten in der Praxis ausgeführten Cottrellanlagen war diejenige der Hercules Pulverwerke zu Pinole Colo, wo 3 bis 6 m³ Gas in der Minute mit 4% SO_3 bei nur 0·2 *kW* Energieverbrauch behandelt wurden. In der großen Goldsilberscheideanstalt zu Vallejo, Cal., steht seit 1906/07 eine Anlage zur Behandlung der saure Nebel enthaltenden Gase aus den Silberlösekesseln im Betrieb. 140 m³ Gase in der Minute werden bei 1·5 *kW* Energieverbrauch mit Strom von 17 000 *V* Spannung behandelt, und aus ihnen täglich 500 *kg* Schwefelsäure von 30 bis 40° Bé gewonnen. Die größte Anlage ist auf einer Kupferhütte zu Coram, Cal., mit über K 720 000 Kosten erbaut worden. Die elektrische Einrichtung leistete 120 *kW*, die Menge der zu reinigenden Gase schwankte zwischen 5600 und 8500 m³ in der Minute. Die Anlage ist wieder außer Betrieb gekommen. Hervorragende Erfolge hat man auf dem Zementwerk der Riverside Portland Cement Co. in Südkalifornien erzielt, wo zunächst nur für einen Brennofen eine Cottrellanlage mit einem Energieverbrauch von 7·5 bis 10 *kW* errichtet wurde, in welcher mit bis 40 000 *V* Spannung in der Minute 1490 m³ heiße Gase gereinigt und dabei täglich 4 bis 5 *t* Flugstaub gewonnen werden. Zur Bedienung sind zwei Mann erforderlich. Man hat ferner auch versucht, Ruß aus Gasen niederzuschlagen.

Bedingung für das Gelingen scheint eine Kühlung der Gase auf mindestens 150° C zu sein. Die Geschwindigkeit, mit welcher die Gase die Niederschlagskammern durchströmen, schwankt zwischen 2 und 4 m in der Sekunde, die verwendeten Spannungen zwischen 17 000 und 40 000 *V*. Als erforderliche Energie scheint rund 1 *kW* für eine Gasmenge von 100 m³ in der Minute zu genügen. Eine Schwierigkeit liegt vor insofern, als leicht Kurzschlüsse möglich sind. Die hiedurch notwendigen Betriebsunterbrechungen bedeuten einen Mißstand, dessen Beseitigung indes nach dem D. R. P. Nr. 262 882 von H. Püning möglich erscheint. Derselbe schlägt vor, aus feinen Öffnungen zuströmende Wasserstrahlen als positive Elektroden zu benutzen.

Die Ergebnisse der Praxis und die im Institut Freiberg angestellten Versuche zeigen, daß bei richtig gewählten Verhältnissen mit dem Cottrellprozeß schwebende oder flüssige Teilchen aus Gasen praktisch vollkommen niedergeschlagen werden können. Es lag nahe zu versuchen, ob es nicht auch gelingen könnte, im Wasser absorbiere Gase, wie SO_2, Cl, HCl, Säuren des Fluors usw. in gleicher Weise dadurch zurückzuhalten, daß man sie durch Behandlung mit Wasser zunächst in saure Nebel überführt. Die zur Ausführung der Versuche dienende elektrische Anlage wurde von der Firma Koch & Sterzel in Dresden geliefert. Die über die Niederschlagung von Antimonoxyddämpfen gemachten Vorversuche haben gezeigt, daß mit Strom von 30 000 *V* auch ganz starke Rauchmassen vollkommen zurückgehalten werden, was um so bemerkenswerter ist, als gerade die Verdichtung von Sb_2O_3 im Großbetrieb bisher große Schwierigkeiten verursacht hat. Die Versuche mit schwefliger Säure haben hingegen negative Resultate geliefert. Die Gründe dieses Mißerfolges bestehen darin, daß es mit so einfachen Mitteln, wie sie bei den Arbeiten angewendet wurden (Püningsche Wasserzerstäubungsmethode und andere) nicht gelingen kann, bei Gasen mit niedriger Temperatur genügende Mengen von Nebeln zu erzeugen, welche die Vorbedingung für eine möglichst gute Absorption des SO_2 und nennenswerte Niederschlagung durch den Cottrellprozeß bilden. Bei heißen Gasen wird sich auf diese Weise natürlich eine Übersättigung mit Wasserdampf erreichen lassen. Man wird das Ziel aber auch bei kalten Gasen erreichen können durch Einblasen von Dampf in die sauren Gase und nachfolgendes Abkühlen bis zur Ausscheidung von Nebelbläschen oder durch kräftiges Zerschlagen von Wasser und innige Mischung des Wasserstaubes mit den Gasen, worüber weitere Versuche Aufklärung bringen sollen. (Metall und Erz, Heft 8, 1914.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Der Lichtbogengenerator mit Wechselstrombetrieb. H. Rukop und J. Zenneck haben Versuche mit einem Lichtbogengenerator unternommen und sind dabei zu folgenden Resultaten gelangt. Kontinuierliche Schwingungen mit einigermaßen beträchtlicher, nahezu konstanter Amplitude erhält man bei Wechselstrombetrieb des Lichtbogengenerators nur dann, wenn die Frequenz des Kondensatorkreises ein ungerades, nicht sehr hohes Vielfaches der Frequenz des Speisestroms ist. Bis zu welchem Vielfachen dies gilt, hängt von dem Widerstand des Kondensatorkreises ab; je höher er ist, bei einem um so kleineren Vielfachen tritt der Fall ein, daß die Schwingungen zu Anfang jeder Halbperiode des Speisestroms erregt werden, ihre Amplitude aber während des Verlaufes der Halbperiode allmählich auf Null abfällt. Bei der Erregung der Schwingungen handelt es sich um zwei verschiedene Erregungsarten. Die erste Erregungsart ist wesentlich dieselbe wie beim Gleichstrombetrieb, sie beruht auf der bekannten Energiezufuhr infolge einer fallenden Charakteristik des Lichtbogens. Bestimmend dafür ist die Tangente des Neigungswinkels der Charakteristik gegen die *J*-Achse; diese Erregungsart tritt nur ein, wenn diese Tangente und der Widerstand des Kondensatorkreises die Duddellsche Bedingung ($tg\,\alpha > R$, Verlustwiderstand des Kondensatorkreises) befriedigt. Für die zweite Erregungsart ist maßgebend nicht die

*) Vergl. E. u. M. 1911, Seite 883.

Digitized by Google

Tangente jenes Neigungswinkels selbst, sondern die zeitliche Änderung derselben. Diese Erregungsart setzt an denjenigen Stellen der Charakteristik ein, an denen die Tangente jenes Neigungswinkels eine plötzliche Änderung erleidet und ist um so kräftiger, je stärker diese zeitliche Änderung ist. Die Neigung der Charakteristik selbst ist für diese Erregungsart ohne wesentlichen Einfluß; man erhält sie auch bei Lichtbogen (Effektkohlen), deren Charakteristik in ihrem ganzen Verlauf steigend ist. Vom Widerstand des Kondensatorkreises hängt diese Erregungsart nur insofern ab, als die Amplitude der erregten Schwingungen unter sonst gleichen Umständen um so kleiner wird, je größer der Widerstand ist.

(Ann. d. Phys. Nr. 9, 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über die Sichtbarmachung schwacher Magnetisierungen, insbesondere von Quermagnetisierungen Poulsenscher Art. E. Liebreich. Der Verlauf magnetischer Felder oder die Lage magnetischer Pole werden gewöhnlich in der Weise experimentell ermittelt, daß man Eisenstaub oder Eisenfeilspäne auf eine Unterlage streut und der Wirkung des Feldes oder Poles aussetzt. Die Empfindlichkeit des Verfahrens ist eine noch größere, wenn statt des Eisenpulvers die feinere Limatura ferri alcoholisata verwendet wird. Zur Fixierung der erhaltenen magnetischen Kurven läßt man einen Sprühregen von Schellack über die Unterlage gehen oder man verwendet als Unterlage ein photographisches Papier, das man belichtet. Für einigermaßen starke Magnetfelder reicht dieses Verfahren aus; es versagt jedoch bei schwachen Magnetfeldern, insbesondere bei den sogenannten Quermagnetisierungen. Liebreich beschreibt nun ein Verfahren, um die schwachen, Poulsenschen Magnetisierungen einer Stahlplatte sichtbar zu machen. Das Verfahren besteht darin, daß man die Eisen- oder Stahlscheibe nach der Magnetisierung mit Eisenpulver (ferrum hydrogenio reductum) bestreut und das aufgestreute Pulver wieder abklopft, so daß nur noch die allerfeinsten Reste des Staubes auf der Platte vorhanden sind, worauf die Platte in einem Chromsäurebad einige Minuten belassen wird. Die magnetischen Stellen treten bald dunkelrot auf gelblichrotem Untergrund hervor. Wird die Platte herausgenommen und schräg aufgestellt trocknen gelassen, so verstärkt sich das Bild während des Trocknens. Vorher wird die Platte am besten abgeschmirgelt und in einem Bad von Kalilauge anodisch entfettet. Um das Bild zu fixieren, läßt man die Platte einige Tage stehen oder erwärmt sie vorsichtig und langsam. Es bildet sich dann über der ganzen Platte ein lackartiger fester Überzug von Chromsäureanhydrid und die Platte kann fernerhin mit den Händen angefaßt werden, ohne das Bild zu gefährden.

(Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 6, 1914.)

Chronik.

Verein der Elektrizitäts-Industriellen Österreichs. Im Sitzungssaale des Zentralverbandes der Industriellen Österreichs fand am 26. d. M. unter dem Vorsitze des Präsidenten des Zentralverbandes, Sektionschef Dr. Brosche, die konstituierende Versammlung des Vereines der Elektrizitäts-Industriellen Österreichs statt, in welchen sich nach den vorliegenden Anmeldungen 30 der bedeutendsten Firmen der Maschinenbau-, Apparatebau-, Kabel- und Glühlampenindustrie zusammenschließen. In den Vorstand des Vereines wurde Direktor Edmund Heller, Dr. Emil Kolben und Direktor Arthur Thomas, in den Ausschuß die Vertreter der Firmen Bartelmus, Donát & Co., Österr. Bergmann-Elektrizitätswerke, Österr. Brown-Boveri-Werke, Gesellschaft für elektrische Industrie und Österr. Siemens-Schuckert-Werke gewählt. Die Geschäftsführung des Vereines wurde dem Zentralverband der Industriellen Österreichs übertragen. Nach seiner Konstituierung trat der Verein in eine Besprechung über den Gesetzentwurf, betreffend das Wegerecht und andere Bestimmungen für elektrische Anlagen ein und gelangte auf Grund der einmütigen Ausführungen aller Redner zu folgendem Beschlusse: Der heute gegründete Verein der Elektrizitäts-Industriellen Österreichs erachtet es als seine erste und dringendste Aufgabe, gegen den den wirtschaftlichen Korporationen zur Begutachtung mitgeteilten Entwurf eines Elektrizitätsgesetzes auf das Entschiedenste Einspruch zu erheben. Dieser Entwurf, welcher in seinen Tendenzen eine ganz außerordentliche Benachteiligung und schwere Schädigung der elektrotechnischen Industrie und der Volkswirtschaft überhaupt beinhaltet, muß als absolut unannehmbar bezeichnet werden. Die Industrie zieht es vor, auf jedes Spezialgesetz für elektrische Starkstromanlagen zu verzichten und ist nicht in der Lage, für das im Allgemeininteresse gebotene Wegerecht Belastungen auf sich zu nehmen, die die Unterbindung jeder weiteren Entwicklung des Elektrizitätswesens und der aufstrebenden elektrotechnischen Industrie zur Folge hätten.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Galvanische Elemente.

(Schluß von Heft 26, Seite 568.)

Akkumulatoren.

Harry Cross Hubbell in Newark gibt an, daß man eine sehr wirksame aktive Masse dadurch erhält, daß man durch Wasserstoff reduziertes, nicht pyrophorisches Eisen in Gegenwart oxydierender Stoffe wie Luft, auf so hohe Temperatur erhitzt, daß das Eisen wie glimmende Holzkohle verbrennt. Die dadurch erhaltene Masse ist nicht magnetisch, also von dem gewöhnlichen Oxyduloxyd verschieden und andererseits höher oxydiert als das gewöhnliche Eisenoxydul.

(Ö. P. Nr. 62 734.)

Die Erfindung von William Morrison in Des Moines betrifft einen elektrischen Sammler mit alkalischem Elektrolyt, dessen negative (oxydierbare) Elektrode eine Zinkchromverbindung als aktive Masse enthält, und dessen positive Elektrode (der Depolarisator) aus Silber und Quecksilber besteht, und bezweckt die Erzielung einer depolarisierenden Elektrode von hoher Wirksamkeit. Dies wird dadurch erreicht, daß man ein Gemisch von Silberoxyd und Quecksilberoxyd als durch den Strom zu formierendes Material benutzt. Es ergibt sich dann eine Elektrode, bei welcher die Bestandteile Silber und Quecksilber besonders innig miteinander gemischt sind, wodurch die depolarisierende Wirkung der Elektrode besonders günstig beeinflußt wird.

(D. R. P. Nr. 273 143.)

R. Pörscke und E. Achenbach in Hamburg geben ein Verfahren zur Herstellung negativer Polelektroden für elektrische Sammler an. Das Verfahren besteht darin, daß feingepulverte Metalle, wie zum Beispiel Eisen und Kadmium, mit Ammoniakwasser im Überschuß solange gekocht und eingedampft werden, bis sich eine trockene Mischung von Metallpulver und Metallverbindungen gebildet hat, welche in an sich bekannter Weise geformt, zu Elektroden gepreßt und einer reduzierenden Elektrolyse im alkalischen Bade ausgesetzt wird.

(D. R. P. Nr. 270 244.)

Als gasdurchlässiger und flüssigkeitsdichter Verschluß für Akkumulatoren und Elemente verwendet die Fabrik elektrischer Zünder G. m. b. H. in Cöln einen aus kleinen Partikeln von Paraffin oder anderen von Flüssigkeit nicht benetzbaren Substanzen gepreßten Körper, der aber nur so stark gepreßt ist, daß für den Durchgang der Gase noch genügend Poren offen bleiben; die Flüssigkeit findet aber keinen Durchgang. Wegen der chemischen Indifferenz von Paraffin ist jede Benetzung dauernd vermieden und daher eine gleichbleibende Porosität gesichert.

(D. R. P. Nr. 267 663.)

Die Erfindung von Ch. D. Galloway in Springfield betrifft die Entlüftung von Sammlern, die in verschiedenen Lagen angeordnet werden sollen. Bisher war die Anordnung getroffen worden, den Lüftungskanal in derselben Ecke in die Außenluft münden zu lassen, in der er im Gasraum der Zelle seinen Anfang nimmt. Dies bringt den Nachteil mit sich, daß in manchen Lagen die Gase, die keinen Austritt haben, den Elektrolyten hinauspressen. Bei der neuen Einrichtung wird dies dadurch vermieden, daß der Kanal in einer anderen Ecke austritt, als die Innenmündung liegt; bei zwei Kanälen immer in der gegenüberliegenden Ecke. Wenn auch die Innenmündung des einen Kanals vom Elektrolyten bedeckt ist, so steht doch der andere Kanal mit dem Gasraume der Zelle in Verbindung, ein gleichzeitiges Bedecken beider innerer Kanalmündungen ist also ausgeschlossen und mithin wird das Austreten von Flüssigkeit vermieden.

(D. R. P. Nr. 273 333.)

Elektrochemie.

Salpetersäuredarstellung.

Die Salpetersäure-Industrie-Gesellschaft, Ges. m. b. H. in Köln hat eine Vorrichtung zum Zünden von Hochspannungsflammen mit Zündungselektroden zwecks Ausführung von Gasreaktionen hergestellt, welche darin besteht, daß die Zündungselektroden eine besondere Kühlung in einem mit Wasser beschickten Rohre erfahren. Bei einer Ausführungsform der Vorrichtung wird das Führungsrohr der Zündungselektrode in das Wasserzuführungsrohr der Hauptelektrode verlegt und das Führungsrohr der Zündungselektrode ist mit einem Abschlußstück versehen, welches die Zündungselektrode an ihrem Ende in einen Schlitz führt und durch Verdrehen eine senkrechte Einstellung der Zündungselektrode ermöglicht.

(Ö. P. Nr. 64 234.)

Die Erfindung des William States Lee in City of Charlotte, Ver. St. v. A., betrifft Einrichtungen für endothermische Gasreaktionen und ist hauptsächlich für Apparate bestimmt, die zur Überführung von Stickstoff in nitrose Gase dienen. Der genannte Apparat umfaßt zwei sich drehende Elektroden, Vorrichtungen, um sie kontinuierlich voneinander zu entfernen, und schließlich noch Einrichtungen, um das zu behandelnde Gas in die Nähe des Lichtbogens und durch ihn zu führen. In der Ausführung werden drehbar befestigte runde Scheiben aus geeignetem Material gebraucht, die in entgegengesetzter oder gleicher Richtung gedreht werden; die Scheiben sind in einer gemeinsamen Ebene angeordnet, und der Lichtbogen zwischen ihnen springt anfänglich in der Verbindungslinie der Mittelpunkte über.

(D. R. P. Nr. 267 003.)

Der Apparat zur Erzeugung von Stickstoffoxyden durch Einwirkung von Lichtbögen auf Luft, des James Simpson Island in Toronto (Ontario) besitzt eine hohle ringförmige Elektrode mit an ihrem Innenumfang verteilten Auslaßöffnungen und geeigneten, mit einer Lichtzuleitung in Verbindung stehenden Einlaßöffnungen, und eine negative drehbare Elektrode, die zentral zu der ringförmigen Elektrode angeordnet ist und sich in einer Ebene dreht, in der auch die Aus-

Digitized by Google

laßöffnungen der ringförmigen Elektrode liegen. Die ringförmige positive Elektrode ist im Querschnitte dreieckig ausgebildet und mit der Scheitelkante, die die Auslaßöffnungen aufweist, nach einwärts gerichtet angeordnet, während die drehbare Elektrode mit radialen Armen ausgebildet ist, an deren Enden konzentrisch zur Drehachse ausgebildete Endteile vorgesehen sind, deren Außenkanten in derselben Ebene als die Innenkanten der positiven Elektrode liegen. Weiters ist die drehbare Elektrode mit flachen radialen, in einem gewissen Winkel zueinander auf der Drehachse angeordneten ventilatorflügelartigen Armen mit bogenförmig ausgebildeten Außenenden ausgestattet, die konzentrisch zu der positiven Elektrode angeordnet sind und einen dreieckigen Querschnitt besitzen. (D. R. P. Nr. 267 871.)

Die Erfindung des Franz Henrik Aubert Wielgolaski in Kristiania bezieht sich auf ein Verfahren, nach dem die Zündung des Lichtbogens zwischen Elektroden nach dem Prinzip der Hörnerblitzableiter entsteht, während der Lichtbogen im ausgezogenen Zustand dauernd brennt und seine Längsrichtung sowohl zu dem Gasstrom als auch zu beiden Elektroden parallel verläuft. Dies wird dadurch erreicht, daß man die hörnerartigen Elektroden verlängert und jede Verlängerung in besonderen, an der Zündungsstelle in Verbindung stehenden Ofenkanälen anbringt und die beiden Enden des zwischen diesen Elektroden gebildeten Lichtbogens von dem an der Zündungsstelle eintretenden Gas- oder Lichtstrom durch die entsprechenden Kanäle hindurch bewegen läßt, so daß ein nach verschiedenen Richtungen hin verlaufender langer Lichtbogen entsteht, der seiner ganzen Länge nach von den zu behandelnden Gasen bestrichen wird und sich längs der Elektroden erstreckt. (D. R. P. Nr. 270 758.)

Cyanverbindungen und Kalkstickstoff.

Gemäß dem Stammpatente Nr. 48 304 der Cyanid-Gesellschaft m. b. H. in Berlin werden Stickstoffverbindungen aus Karbiden durch Einwirken von Stickstoff dadurch hergestellt, daß nur ein Teil des zu behandelnden gepulverten und kleinstückigen Karbides auf die zur Reaktion nötige Temperatur gebracht, im übrigen aber das Karbid unterhalb der Reaktionstemperatur angewendet wird. Neuerdings wird das Verfahren dahin abgeändert, daß um das Karbid herum eine poröse Schicht aus einem Material angeordnet ist, das bei den in Betracht kommenden Temperaturen mit Stickstoff sich nicht verbindet, zum Zwecke einer gleichmäßigen, besseren Verteilung des Stickstoffes und zum Schutze der Außenwand des Reaktionsgefäßes. (Ö. P. Nr. 56 627.)

Während es ohne Schwierigkeiten möglich ist, in technischer Weise den elektrischen Flammenbogen in Gasgemischen, welche vorwiegend aus Sauerstoff oder gasförmigen Sauerstoffverbindungen bestehen, zu unterhalten, bereitet die Aufrechthaltung von Flammenbögen in Gasgemischen, welche keinen freien oder gebundenen Sauerstoff enthalten, wie zum Beispiel Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenwasserstoffen, große Schwierigkeit. Solche Gase setzen nämlich dem Stromdurchgang einen viel höheren Widerstand entgegen als sauerstoffhaltige Gase; infolgedessen wird die Bogenlänge hier sehr gering, und der Bogen zeigt die Neigung, fortwährend abzureißen oder nach der Ofenwandung überzuschlagen. Das Consortium für elektrochemische Industrie G. m. b. H. in Nürnberg hat nun gefunden, daß diese Schwierigkeiten behoben werden können, durch fortdauernde Einführung geringer Mengen in Dampfform leitender Metalle oder Metallsalze. (D. R. P. Nr. 263 692.)

Kochsalzelektrolyse.

Die Bleach and Caustic Process Company in New York hat eine Einrichtung an elektrolytischen Zellen zur Ausführung des Verfahrens von Hargreaves-Bird oder für ähnliche Zwecke dahin ausgeführt, daß an der Außenseite der dem Diaphragma anliegenden Elektrode schräge Flüssigkeitsableiter angeordnet sind, durch welche unter dem Einfluß der Schwere die Flüssigkeit, die durch die Elektrode hindurchdringt, an allen Punkten der Elektrodenfläche unmittelbar abgeleitet wird, wobei die die Flüssigkeitsableiter bildenden Drähte oder Streifen mit gelochten Platten Verbindung haben können, welche die von den Ableitungen abgeführte Flüssigkeit aufnehmen und zu diesem Zwecke mit einer Vorrichtung zum Anpressen gegen die Ableiter und zur Verbindung der Ableiter an den Enden versehen ist. (D. R. P. Nr. 227 023.)

Elektroden für filterpressenartig gebaute Elektrolysierapparate des Josef Effgen in Charlottenburg bestehen darin, daß der obere Boden der Elektrode aus einem Profil oder zwei mit den Schenkeln verbundenen Profilen oder dgl. besteht, deren freie Schenkel der Elektrode zugekehrt sind, so daß diese zu beiden Seiten derselben Gaskammern bilden, während der untere Boden und die Seitenwände aus gleichen, eventuell zusammengesetzten Profilen mit der Elektrode abgewendeten Schenkeln hergestellt sind, so daß die Fläche der Schenkel große Dichtungsflächen bilden. (D. R. P. Nr. 254 764.)

Eine Einrichtung zur Elektrolyse unter Verwendung doppelpoliger Elektroden des Richard Threlfall in Edgbaston bei Birmingham besteht darin, daß diese Elektroden schräg und in einer Reihe zwischen den senkrecht übereinander gelagerten Endelektroden angeordnet sind, so daß die zwischen den Elektroden erforderlichen Abstände bei der durch die Elektrolyse erfolgende Abnutzung selbsttätig durch Nachsinken der Elektroden aufrechterhalten werden. Weiters ist die eigentliche Elektrolysierzelle durch eine äußere Zelle umgeben, durch welche mit Hilfe von in der inneren Zelle angebrachten Durchtrittsöffnungen und von passend angeordneten Röhren die stetige Zirkulation des Elektrolyten ermöglicht wird. (D. R. P. Nr. 266 191.)

Nach dem Verfahren zur Elektrolyse von Alkali oder Erdalkalichloriden mit vertikaler Diaphragmenanordnung der Badischen Anilin- & Sodafabrik in Ludwigshafen a. Rhein wird ein System von zwei oder mehreren Filterdiaphragmen verwendet, die vom Elektrolyten in gleicher Richtung von der Anode zur Kathode durchflossen werden und wobei man die Hauptmenge des Elektrolyten zwischen den Filterdiaphragmen einführt. (D. R. P. Nr. 268 816.)

Elektroden und Diaphragmen.

Die Chemische Fabrik Buckau in Magdeburg hat gefunden, daß man auf folgendem Wege zu einer haltbaren und gut leitenden Stromzuführung bei Elektroden gelangt. Man nimmt einen gut leitenden Metalldraht, ein ebensolches Band usw., zum Beispiel einen Kupferdraht, und umgibt ihn ganz oder teilweise durch Umhüllen, Umschmieden, durch galvanisches Überziehen oder auf anderem Wege mit Eisen, am bequemsten so, daß man ihn mit Eisendraht umwickelt. Die so vorbereitete Stromzuführung schmiegt man in geeigneter Weise in eine rohrförmige Magnetitelektrode an letztere an und setzt nun das Ganze Bedingungen aus, unter denen sich aus Eisen Magnetit bildet. Beispielsweise erhitzt man den so vorbereiteten Körper in einem Kohlensäurewasserdampfstrom auf 1000°. Die Eisenhülle verwandelt sich dann ganz oder teilweise in Magnetit, der einerseits mit dem vorhandenen, andererseits mit der Metallseele fest verwächst und eine gute Stromzuführung gewährleistet. (D. R. P. Nr. 254 560.)

Pascal Marino in London beschreibt ein Verfahren zur Herstellung aus mit Kieselsäure imprägnierten Faserstoffen. Die Herstellung der Diaphragmen geschieht beispielsweise folgendermaßen. Ein Gewebe, zum Beispiel wollene Strick- oder Wirkware, wird zunächst auf die Dauer von etwa 24 Stunden in ein Bad eingelegt, das zu 5 bis 8 Teilen aus dem im Handel erhältlichen Formaldehyd und etwa 95 Teilen Wasser besteht. In dieser Zeit wird der Formaldehyd von der Faser vollkommen aufgesaugt. Dann wird das Gewebe in ein Bad eingebracht, das man durch möglichst innige Mischung von 10 Teilen reinem und sehr fein zerkleinertem Asbest mit 100 Teilen einer Wasserglaslösung von ungefähr 25° Bé. erhalten hat. Das Mischungsverhältnis kann man nach Gewichts- oder Volumanteilen wählen. Nachdem das Gewebe aus diesem Bad herausgenommen ist, läßt man es trocknen und bringt es dann in verdünnte Phosphor- oder Schwefelsäure. In der Säure läßt man das Gewebe einige Minuten und wäscht es dann mit Wasser aus, worauf es wieder getrocknet wird. Das trockene Gewebe wird nun mit einer Schicht von Kautschuk oder Guttapercha versehen. (D. R. P. Nr. 253 158.)

Nach dem Verfahren der Chemischen Fabrik Buckau in Magdeburg zur Erzeugung von Elektroden durch Behandlung von Eisen- oder Eisensauerstoffverbindungen mit Wasserdampf bei höherer Temperatur erhitzt man das Eisenmaterial in einem Wasserdampfstrome solange auf etwa 1000°, bis es in eine Eisenoxyduloxydmasse mit einem Überschuß an Eisenoxydul über theoretisches Eisenoxyduloxyd übergegangen ist. Verwendet man metallisches Eisen als Ausgangsmaterial, so setzt man dem umzuwandelnden Eisen von mehr oder weniger feiner Verteilung Substanzen zu, welche die Festigkeit der Elektroden erhöhen, zweckmäßig Kieselsäure. (D. R. P. Nr. 255 072.)

Die von der Firma Siemens & Halske Aktiengesellschaft in Berlin hergestellte Hartbleianode für elektrolytische Zwecke ist dadurch gekennzeichnet, daß die Anode aus einer Anzahl von Stäben kreisförmigen, ovalförmigen oder eines sonstigen kantenlosen Querschnittes zusammengesetzt ist, welche in an sich bekannter Weise an einer gemeinsamen Stromzuleitung und Halteschiene derart einseitig befestigt sind, daß sie sich in ihrer Achsenrichtung frei ausdehnen können. D. R. P. Nr. 270 191.)

Elektrometallurgie.

Es ist bekannt, bei geschlossenen elektrischen Öfen zwischen je zwei oberen Elektroden Beschickungsschächte anzuordnen, die zur Zuführung des Materials und zur Absaugung der Gase dienen. Nach einer Erfindung der Firma Helfenstein-Elektroofengesellschaft werden nun auch die von den Wänden der Beschickungsschächte gebildeten Zwischenräume, durch welche die oberen Elektroden hindurchgehen, zur Zuführung von Beschickungsmaterial verwendet, wodurch die Elektrodeneinführungen abgedichtet werden und der elektrische Schmelzherd in der Arbeitszone der Elektroden leicht und rasch zugänglich gemacht werden kann, ohne das kontinuierliche Beschicken oder Gasabsaugen zu stören. Um beide Arten von Schächten von demselben Podium aus bedienen zu können, führen besondere Zuleitungsrohre oder -rinnen zweckmäßig längs der Beschickungsschächte in diese Zwischenräume bezw. Elektrodentrichter. (Ö. P. Nr. 64 185.)

Eine Erfindung der Bosnischen Electricitäts-A.-G. hat einen elektrischen Ofen mit vertikalen Elektroden zum Gegenstande, bei dem die Abgase durch einen die Elektrode umgebenden Schacht abgeleitet werden. Die Anordnung gemäß der Erfindung besteht (Fig. 1) aus einem inneren Einsatz 1 und einem äußeren Einsatz 2. Der Spielraum zwischen der Elektrode und dem Einsatz wird durch Aufwerfen staubförmigen Materials gasdicht erhalten. Der innere Einsatz wird von dem Beschickungstrichter und zweckmäßig auch von der Elektrode elektrisch isoliert. Der seitliche Gasabzug wird durch Einbau einer Scheidewand 3 erleichtert. Die Verengung des Einsatzquerschnittes bewirkt eine Konzentrierung der von der Elektrode aus verlaufenden Stromlinien nach dem Herd zu und ermöglicht dadurch eine regelmäßige Führung des Ofenganges. Diese Anordnung ist sowohl bei Einphasenwie bei Mehrphasenöfen sowie bei Gleichstromöfen mit einfachen oder in Serie geschalteten Elektroden anwendbar. Das der Anordnung zugrunde liegende Prinzip fordert, daß nur gleichpolige Elektroden von dem Einsatz umgeben werden, da bei Verwendung ungleichpoliger Elektroden in demselben Einsatze Widerstandsverminderungen, wie bei Schachtöfen auftreten würden. (Ö. P. Nr. 64 259.)

Die Patents Purchasing Co. in Appleton (Ver. St. v. A.) beschreibt einen elektrischen Lichtbogenofen, bei welchem die Beschickung von einer Herdelektrode und von einstellbaren schrägen Elektroden getragen wird. Gemäß der Erfindung ist die Anordnung so getroffen, daß die Herdelektrode, die gesondert mit einem Speise-

Digitized by Google

strom verbunden ist, durch den Herdeinsatz, zweckmäßig in Höhenrichtung nachstellbar, hindurchreicht und mehrere Kanäle mit einem Ausguß vorhanden sind, so daß der flüssige Inhalt des Herdeinsatzes ohne Bewegung desselben unmittelbar in einen Behälter abfließen kann. Um die Materialzufuhr zum Ofen regeln zu können, ist eine Alarmvorrichtung vorgesehen, deren Stromkreis durch einen in der Ofenkammerwand angebrachten elektrischen Kontakt geschlossen wird, wenn der letztere von der eingefüllten Erzmenge berührt wird.
(Ö. P. Nr. 64 552.)

Ein Patent der Firma Röchlingsche Eisen- und Stahlwerke und des W. Rodenhauser bezieht sich auf einen Widerstandsofen, bei dem als Betriebsstrom nach der Scottschen Schaltung aus Drehstrom erzeugter Zweiphasenstrom und ein Bad von gestreckter Gestalt verwendet wird. Die Neuerung besteht darin, daß die drei (oder vier) Elektroden m, m_1, n (Fig. 2) für die beiden sekundären Phasen in der Herdlängsachse derart angeordnet sind, daß hintereinander liegende Heizstrecken gebildet werden, wodurch die Stromdichte in den Zuführungsstellen niedriger gehalten wird als in den Heizstrecken. Die Transformatoren T sind unterhalb des Herdes ausfahrbar angeordnet. Besteht die Sekundärwicklung s aus mehreren Windungen, so empfiehlt sich eine Anordnung derartig, daß eine Umschaltung von einer Windungszahl auf eine andere erfolgen kann. Man würde zum Beispiel durch leitende Verbindung zwischen g und h die doppelte derjenigen Spannung im Heizstromkreis erhalten, welche die Verbindung i, h liefern würde. Kommt eine Hilfsheizung durch Lichtbögen zur Anwendung, so wird auch sie in Scottscher Schaltung an das Drehstromnetz angeschlossen, und zwar entweder in offener Schaltung mit vier oder in verketteter Schaltung mit drei Elektroden o. (Ö. P. Nr. 63 158.)

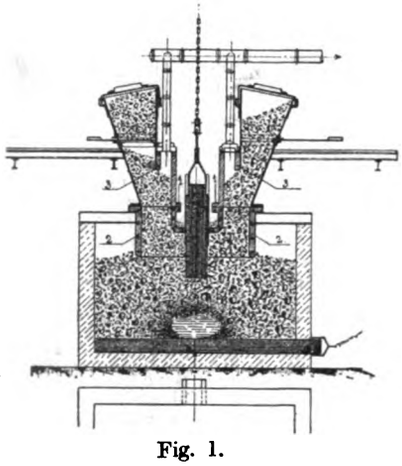


Fig. 1.

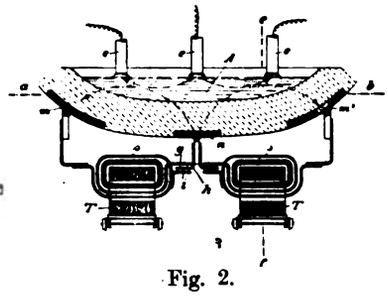


Fig. 2.

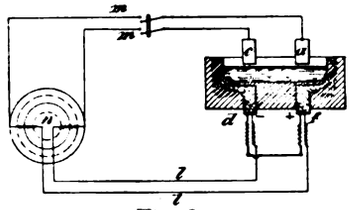


Fig. 3

Bei dem D. R. P. Nr. 248 437 wurde der Firma Westdeutsche Thomasphosphatwerke eine Schaltungsweise geschützt, nach welcher es möglich war, den neutralen Punkt einer Drehstrommaschine in die Beschickung selbst hineinzuverlegen. Nach einem Zusatzpatent wird diese Anordnung derart ausgestaltet, daß der zwischen den Bodenelektroden zirkulierende horizontale Strom möglichst den ganzen Querschnitt des Bades durchfließt. Dies wird dadurch erreicht (Fig. 3), daß die Bodenelektroden d, f bis weit in das Bad heraufgeführt sind. Es wird hiedurch bezweckt, daß in einem möglichst großen Teil des Bades neben den Vertikalströmen auch Horizontalströme fließen, welche bewirken, daß Drehfelder im Stahlbad gebildet werden, welche eine Rotation des Bades in senkrechter wie in wagerechter Richtung bewirken. Außerdem wird die Neutrale des einzigen zur Verwendung gelangenden Generators oder Transformators verschiebbar eingerichtet, so daß je nach Bedarf mehr Spannung in die Oberfläche zwischen die Oberflächenelektroden a, c oder mehr Spannung zwischen die Bodenelektroden d, f verlegt werden kann. (D. R. P. Nr. 271 683.)

Beim Schmelzen von Ferromangan, Ferrosilizium u. dgl. in elektrischen Öfen unter Anwendung sonst üblicher Zustellungsmassen macht es Schwierigkeiten, die Zustellungsmassen zum Sintern zu bringen, bevor die Legierung schmilzt. Diesen Mangel wollen die Gesellschaft für Elektrostahlanlagen m. b. H. und W. Rodenhauser dadurch beseitigen, daß die Ofenzustellung, zum Beispiel eine gewöhnliche Dolomitteermasse mit einem hochkohlenstoffhaltigen Überzug, zum Beispiel aus einer Koksteermischung, versehen wird. Da das Ferromangan mit Kohlenstoff gesättigt ist, so tritt eine Beeinflussung durch die hochkohlenstoffhaltigen Wände nicht ein. Beim Schmelzen in Induktionsöfen wird dem aus dem eigentlichen Schmelzgut und den Heizringen bestehenden ersten Einsatz so viel Kohlenstoff zugesetzt, daß auch durch das flüssig gewordene Metall der Heizringe Kohlenstoff von der Ofenzustellung nicht gelöst wird.
(D. R. P. Nr. 269 298.)

W. N. Crafts beschreibt einen elektrischen Hochofen (Fig. 4), in dessen Herd ein oder mehrere magnetische Eisenkerne 26 mit Primärwindungen 30 derart angeordnet sind, daß wenigstens ein Teil des Eisenbades in dem sekundären Stromkreis liegt und hiedurch erhitzt wird. Das geschmolzene Metall fließt durch das Stichloch 41 und die Schlacke durch die Öffnung 40 ab. (U. S. P. Nr. 1 070 017.)

Die Herstellung von Metallen und Legierungen und insbesondere von hochwertigem Stahl erfolgt nach A. P. Stromenger in der Weise, daß zwischen Enden zweier Metallstangen, die durch schmelzbares Isolationsmaterial voneinander getrennt sind, ein elektrischer Lichtbogen gebildet wird. Das schmelzende Metall tropft in den unterstellten Tiegel und das Isolationsmaterial bildet die Schlacke. Die Metallstangen werden vorteilhaft parallel zueinander angeordnet.
(Brit. P. Nr. 27 643 A. D. 1912.)

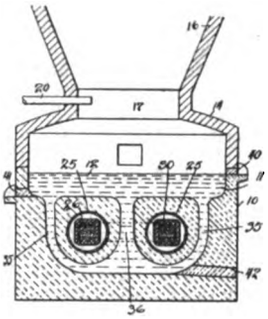


Fig. 4.

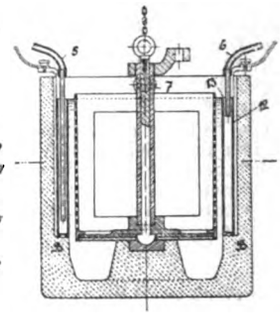


Fig. 5.

W. S. Simpson beschreibt eine Vorrichtung zum Härten der Oberfläche von Eisen- und Stahlwaren durch Zementation und Einführen von Metallen in die Oberfläche mittels elektrischen Stromes im Vakuum. Um das Härten großer Werkstücke ohne Unterbrechung des Vakuums durchführen zu können, ist nach der Erfindung das Werkstück auf einem Träger gelagert, der in zwei zueinander senkrechten Richtungen wagerecht verschiebbar ist. (D. R. P. Nr. 270 535.)

B. Ford will die Zementation oder Entkohlung von Eisen oder Stahl in der Weise regeln und beschleunigen, daß das Metallstück zwischen Kontakten elektrisch erhitzt wird, wobei durch Verminderung des Querschnittes an den Enden des Gegenstandes und die hiedurch bewirkte Erhöhung des elektrischen Widerstandes so viel Wärme entwickelt wird, daß hiedurch die Wärmeverluste durch Wärmeleitung der Kontakte kompensiert werden. (U. S. A. P. Nr. 1 062 388.)

Bei den bekannten Verfahren zur Zinkdarstellung in elektrischen Öfen wird die Beschickung in Muffeln oder Reduktionskammer zwischen die Elektroden eingebracht und darin von dem durchfließenden Strom erhitzt. Der Strom geht dabei natürlich vorwiegend durch die untersten Lagen der Beschickung, die den geringsten Widerstand bieten. Diesen Nachteil will H. Specketer dadurch vermeiden, daß die ungeschmolzen und schuttfähig bleibende Beschickung im Ofen umgewendet wird, so daß die untersten Schichten immer wieder durch andere Beschickungsteile ersetzt werden. Zur Durchführung des Verfahrens dient ein drehbarer elektrischer Ofen, bei dem die an zwei entgegengesetzten Seiten des Ofens eingeführten Elektroden die ganze lichte Weite des Ofens an jeder Einführungsstelle einnehmen.
(Ö. P. Nr. 64 069.)

H. Plauson und G. v. Tischenko geben ein Verfahren zur Herstellung von reinem Stahl oder Gußeisen aus elektrolytisch raffiniertem Eisen an. Nach der Erfindung wird elektrolytisch raffiniertes Eisen im elektrischen Ofen unter Vakuum zum Schmelzen gebracht. Hierauf werden mittels Hochvakuumpumpe oder ähnlicher Einrichtungen chemisch reine Kohlenwasserstoffe in Dampfform durch das flüssige Eisen gesaugt oder geblasen. Dabei verbindet sich der Kohlenstoff mit dem flüssigen Eisen und es entsteht je nach der Dauer der Behandlung reiner Stahl oder Gußeisen.
(D. R. P. Nr. 269 472.)

Die elektrolytische Fällung von Eisen aus seiner Sulfatlösung wird nach Ch. J. Reed in der Weise ausgeführt, daß die Lösung unter Benutzung einer Anode aus schwammigem Blei elektrolysiert wird. Indem der Erfinder gleichzeitig das Anion SO_4" an der Anode und das Eisen an der Kathode abscheidet, verzögert er dadurch die elektrolytische Entbindung von Wasserstoff an der Kathode, so daß das niedergeschlagene Eisen keinen Wasserstoff absorbieren kann. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Oxydation der Ferrosalze durch das Anion SO_4" verhindert wird. (D. R. P. Nr. 269 927.)

G. v. Tischenko beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur elektrolytischen Gewinnung von Eisen. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß die Kathode während der ganzen Dauer des elektrolytischen Vorganges erwärmt wird, und zwar so, daß sie während des elektrolytischen Vorganges eine höhere Temperatur besitzt als der Elektrolyt, insbesondere der Teil desselben, der sich in der Nähe der Anode befindet. Zur Erwärmung kann heiße Luft, heißes Wasser oder Wasserdampf gebraucht werden. Bei der Ausführungsform nach Fig. 5 besteht die Kathode aus einem Zylinder mit Doppelwänden 12, 13. In das Innere des Zwischenraumes führen Röhren 5 und 6, vermittelst welcher der Heizdampf zu- und abgeführt wird. Die Kathode kann auch in Form eines wagrechten, drehbaren Zylinders angeordnet sein. (D. R. P. Nr. 270 657.)

Zur Herstellung von elektrolytischem Eisen benutzt die Gesellschaft „Le Fer" einen Elektrolyten, der zumeist durch Zuführung von Luft bis zur kastanienbraunen Farbe oxydiert wurde. Man benutzt eine rotierende Kathode, deren Rotationsgeschwindigkeit entsprechend der Stromdichte geregelt wird. Gleichfalls die Temperatur und die Konzentration des Bades sollen der benutzten Stromdichte entsprechen. Während der Elektrolyse wird durch die Lösung Luft hindurchgeführt. Unter diesen Bedingungen kann die Stromdichte bis über 1000 A pro m^2 betragen und man kann ein sehr reines Eisen erhalten mit einer Ausbeute von 98% der verbrauchten Energie.
(Franz. P. Nr. 458 294.)

Schluß der Redaktion am 30. Juni 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507,

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Die Konstruktion der genauen Betriebskreise für den mehrphasigen Asynchronmotor (allgemeiner Wechselstromtransformator) aus dem gewöhnlichen Heylanddiagramm. Von Marineingenieur H. Kafka 589
Verlustreiche Regelung der Umlaufzahl großer Drehstromantriebsmotoren in Berg- und Hüttenwerksanlagen. Von Professor Ernst Blau, Bielitz 593
Elektrophotographie 598
Rundschau:
Dynamomaschinen, Transformatoren 598
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 599
Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen 599
Elektrische Apparate 599
Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 600
Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie 600
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 601
Strahlungslehre 601
Literatur-Bericht 602
Chronik 603
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Dampfkessel. Dampfmaschinen 604
Briefe an die Redaktion 607
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *373—388*

Die Konstruktion der genauen Betriebskreise für den mehrphasigen Asynchronmotor (allgemeiner Wechselstromtransformator) aus dem gewöhnlichen Heylanddiagramm.

Von Marineingenieur **H. Kafka.**

In Heft 4 dieser Zeitschrift habe ich auf Grund des Ersatzstromkreises (Fig. 1) einige analytische Beziehungen für den mehrphasigen Asynchronmotor abgeleitet und will dieselben nun für die Ermittlung von Konstruktionen benützen, die es ermöglichen, die genauen Betriebskreise (Berücksichtigung von r_1 und r_a) aus dem gewöhnlichen Heylanddiagramm ($r_1 = 0$, $r_a = 0$) abzuleiten.

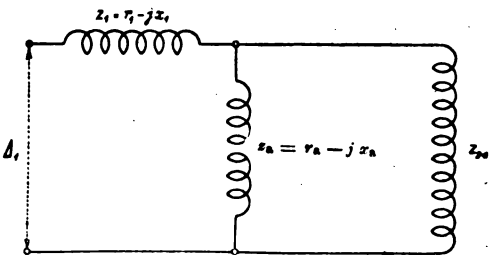


Fig. 1.

Das Übersetzungsverhältnis zwischen Stator und Rotor soll wieder = 1 angenommen werden; die Entwicklungen gelten pro Phase.

Nachstehend sollen zunächst einige Beziehungen aus dem erwähnten Aufsatze zusammengestellt werden, die für die weiteren Entwicklungen benötigt werden.

Für den Primärstrom ergab sich die Gleichung 3:

$$I_1 = \Delta_1 \cdot \frac{\left(\frac{r_2}{s} + r_a\right) - j\,(x_2 + x_a)}{\left[\frac{r_2}{s}(r_1 + r_a) + r_1 r_a - x_1 x_a - x_2 (x_1 + x_a)\right] - j\left[\frac{r_2}{s}(x_1 + x_a) + r_1 x_a + r_a x_1 + x_2 (r_1 + r_a)\right]}$$

Wir setzen

$$x_1 + x_a = k_1;\ x_2 + x_a = k_2 \text{ und } x_1 + x_2 = k_3.$$

Es wird dann der im Nenner auftretende Ausdruck $x_1 x_a + x_2 (x_1 + x_a) = k_1 k_2 - x_a^2$.

Der totale Streukoeffizient ist

$$\sigma = 1 - \frac{1}{(1 + \sigma_1)(1 + \sigma_2)},$$

wobei $\sigma_1 = \frac{x_1}{x_a}$ und $\sigma_2 = \frac{x_2}{x_a}$; somit wird

$$x_1 x_a + x_2 (x_1 + x_a) = \sigma k_1 k_2.$$

Setzen wir weiters $I_1 = I_1' + j I_1'' = v + j u$ (I_1' Wirkkomponente, I_1'' Blindkomponente des Primärstromes), so ergeben sich, wenn wir den Vektor der primären Klemmenspannung Δ_1 mit der v-Achse (Ordinatenachse) zusammenfallen lassen, durch Trennung der reellen und komplexen Teile des Ausdruckes für I_1 die beiden Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} \Delta_1 \left(\frac{r_2}{s} + r_a\right) &= v\left[\frac{r_2}{s}(r_1 + r_a) + r_1 r_a - \sigma k_1 k_2\right] + \\ &\quad + u\left[\frac{r_2}{s} k_1 + r_1 k_2 + r_a k_3\right] \\ \text{und} \\ \Delta_1 k_1 &= v\left[\frac{r_2}{s} k_1 + r_1 k_2 + r_a k_3\right] - \\ &\quad - u\left[\frac{r_2}{s}(r_1 + r_a) + r_1 r_a - \sigma k_1 k_2\right] \end{aligned}\right\} \text{A).}$$

Digitized by Google

Für den Sekundärstrom I_2 ergeben sich analog die beiden Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned}\Delta_1 r_a &= v\left[\frac{r_2}{s}(r_1+r_a)+r_1 r_a-\sigma k_1 k_2\right]+\\ &+u\left[\frac{r_2}{s}k_1+r_1 k_2+r_a k_3\right]\end{aligned}\right\}$$

und

$$\left.\begin{aligned}\Delta_1 x_a &= v\left[\frac{r_2}{s}k_1+r_1 k_2+r_a k_3\right]-\\ &-u\left[\frac{r_2}{s}(r_1+r_a)+r_1 r_a-\sigma k_1 k_2\right]\end{aligned}\right\}\quad B).$$

Schließlich für den Magnetisierungsstrom I_μ:

$$\left.\begin{aligned}\Delta_1 \frac{r_2}{s} &= v\left[\frac{r_2}{s}(r_1+r_a)+r_1 r_a-\sigma k_1 k_2\right]+\\ &+u\left[\frac{r_2}{s}k_1+r_1 k_2+r_a k_3\right]\end{aligned}\right\}$$

und

$$\left.\begin{aligned}\Delta_1 x_2 &= v\left[\frac{r_2}{s}k_1+r_1 k_2+r_a k_3\right]-\\ &-u\left[\frac{r_2}{s}(r_1+r_a)+r_1 r_a-\sigma k_1 k_2\right]\end{aligned}\right\}\quad C).$$

* * *

Wir fragen uns zunächst: Welche geometrischen Örter beschreiben die Punkte des I_1-Kreises, wenn der primäre Widerstand r_1 geändert wird?

Wir eliminieren zu diesem Behufe aus den Gleichungen A die Größe r_1 und erhalten:

$$\frac{\Delta_1\left(\frac{r_2}{s}+r_a\right)-v\left(\frac{r_2}{s}r_a-\sigma k_1 k_2\right)-u\left(\frac{r_2}{s}k_1+r_a k_3\right)}{v\left(\frac{r_2}{s}+r_a\right)+u k_2}=$$

$$=\frac{\Delta_1 k_1-v\left(\frac{r_2}{s}k_1+r_a k_3\right)+u\left(\frac{r_2}{s}r_a-\sigma k_1 k_2\right)}{v k_2-u\left(\frac{r_2}{s}+r_a\right)}.$$

Setzen wir zur Abkürzung: $\frac{r_2}{s}r_a-\sigma k_1 k_2=\alpha$, $\frac{r_2}{s}k_1+r_a k_3=\beta$ und $\frac{r_2}{s}+r_a=\gamma$, so können wir schreiben

$$\frac{\Delta_1\gamma-v\alpha-u\beta}{v\gamma+u k_2}=\frac{\Delta_1 k_1-v\beta+u\alpha}{v k_2-u\gamma}.$$

Nach entsprechender Umformung ergibt sich schließlich die Kreisgleichung:

$$u^2+v^2-u\Delta_1\cdot\frac{k_1^2+\gamma^2}{\beta\gamma-\alpha k_2}=0\quad\ldots\quad 1).$$

Die Punkte des I_1-Kreises beschreiben somit bei veränderlichem r_1 Kreise, welche durch den Ursprung gehen und deren Mittelpunkte auf der u-Achse liegen.

Die Abszissen der Mittelpunkte sollen mit ξ_1, die Radien mit ρ_1 bezeichnet werden

$$\xi_1=\rho_1=\frac{\Delta_1}{2}\cdot\frac{k_1^2+\gamma^2}{\beta\gamma-\alpha k_2}.$$

Wenn wir die Werte für α, β und γ einsetzen, erhalten wir den Ausdruck

$$\xi_1=\rho_1=\frac{\Delta_1}{2}\cdot\frac{k_1^2+\left(\frac{r_2}{s}+r_a\right)^2}{\sigma k_1 k_2^2+\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 k_1+2\frac{r_2}{s}r_a x_1+r_a^2 k_3}\quad 2).$$

Wird $r_a=0$ gesetzt, so können wir sagen: Bei Berücksichtigung des primären Widerstandes r_1 bewegen sich die Punkte des gewöhnlichen Heylandkreises längs Kreisen, welche durch den Ursprung gehen und deren Mittelpunkte auf der u-Achse liegen.

Als geometrischer Ort für die Punkte des I_μ-Kreises bei veränderlichem r_1 ergibt sich analog aus den Gleichungen C die Kreisgleichung:

$$u^2+v^2-u\Delta_1\cdot\frac{x_2 k_2+\frac{r_2}{s}\gamma}{\beta\gamma-\alpha k_2}-v\Delta_1\cdot\frac{x_2\gamma-\frac{r_2}{s}k_2}{\beta\gamma-\alpha k_2}=0.\quad 3).$$

Die Punkte des I_μ-Kreises beschreiben bei veränderlichem r_1 Kreise, welche durch den Ursprung gehen.

Die Mittelpunktskoordinaten derselben seien ξ_μ und η_μ, die Radien ρ_μ.

$$\xi_\mu=\frac{\Delta_1}{2}\cdot\frac{x_2 k_2+\frac{r_2}{s}r_a+\left(\frac{r_2}{s}\right)^2}{\sigma k_1 k_2^2+\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 k_1+2\frac{r_2}{s}r_a x_1+r_a^2 k_3}\quad\ldots\quad 4).$$

$$\eta_\mu=\frac{\Delta_1}{2}\cdot\frac{-\left(\frac{r_2}{s}x_a-r_a x_2\right)}{\sigma k_1 k_2^2+\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 k_1+2\frac{r_2}{s}r_a x_1+r_a^2 k_3}\quad\ldots\quad 5).$$

$$\rho_\mu=\frac{\Delta_1}{2}\cdot\frac{z_{2s}\sqrt{k_2^2+\left(\frac{r_2}{s}+r_a\right)^2}}{\sigma k_1 k_2^2+\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 k_1+2\frac{r_2}{s}r_a x_1+r_a^2 k_3}\quad\ldots\quad 6).$$

* * *

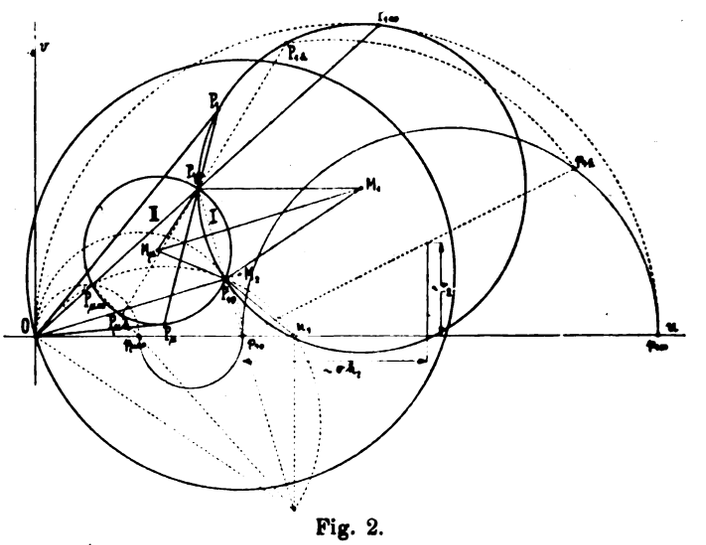


Fig. 2.

Wir wollen nun zunächst $r_a=0$ setzen, das heißt aus dem gewöhnlichen Heylanddiagramm die bei Berücksichtigung von r_1 resultierenden Betriebskreise ermitteln. In Fig. 2 sind die Punkte des Heylanddiagrammes mit kleinen Buchstaben bezeichnet.

Der Deutlichkeit wegen wurden den folgenden Konstruktionen Konstanten mit von der Wirklichkeit etwas abweichenden Verhältnissen zugrunde gelegt: $x_1=5\,\Omega$, $x_2=4\,\Omega$, $x_a=20\,\Omega$; $k_1=x_1+x_a=25\,\Omega$, $k_2=x_2+x_a=24\,\Omega$, $k_3=x_1+x_2=9\,\Omega$.

Hinsichtlich der im folgenden gebrauchten analytischen Ausdrücke für die Koordinaten der Kreispunkte usw. muß ich auf meinen Aufsatz in Heft 4 verweisen.

In Fig 2 ist der dem Synchronismus ($s=0$; ideeller Leerlauf) entsprechende Blindstrom des Heylanddiagrammes:

$$\overline{0\,p_{10}}=i_{10}=i_{\mu 0}=\frac{\Delta_1}{k_1}.$$

Digitized by Google

Ideeller Kurzschlußpunkt ($s = \infty$) des i_1-Kreises:

$$\overline{0\,p_{1\infty}} = i_{1\infty} = \frac{\Delta_1}{k_1} \cdot \frac{1}{\sigma} = \frac{i_{10}}{\sigma}.$$

Ideeller Kurzschlußpunkt ($s = \infty$) des i_μ-Kreises:

$$\overline{0\,p_{\mu\infty}} = i_{\mu\infty} = \Delta_1 \cdot \frac{x_2}{\sigma k_1 k_2}.$$

Um den Kurzschlußpunkt p_{1k} ($s = 1$) zu finden, beachten wir, daß $\operatorname{tg} p_{1k} p_{10} u = \frac{i_{1k}'}{i_{1k}'' - i_{10}''} = \frac{r_2}{\sigma k_2}$; trägt man daher vom Punkte p_{10} auf der u-Achse die Strecke σk_2 und $\perp$ dazu den Sekundärwiderstand r_2 im Ohm-Maßstabe ab, so gibt die Verbindungslinie des erhaltenen Punktes mit p_{10} im Schnitt mit dem i_1-Kreis den Punkt p_{1k}.

Bei Berücksichtigung von r_1 bewegen sich die Punkte p_{10} und $p_{1\infty}$, wenn wir nur positive Werte von r_1 in Betracht ziehen, auf Halbkreisen, welche durch den Ursprung gehen und deren Mittelpunkte auf der u-Achse liegen.

Da für $s = \infty$ und $r_a = 0$ die Ordinate $\eta_\mu = 0$ wird (Gleichung 5), so bewegt sich auch der Punkt $p_{\mu\infty}$ bei variablem r_1 auf einem Halbkreise über $\overline{0\,p_{\mu\infty}}$.

Diese drei Halbkreise sind demnach leicht zu konstruieren und sind in Fig. 2 gestrichelt gezeichnet.

Ermittlung der Punkte P_{10}, $P_{1\infty}$ und $P_{\mu\infty}$ (Synchronismuspunkt und dem ideellen Kurzschluß entsprechende Punkte des I_1- und I_μ-Kreises bei Berücksichtigung von r_1):

Der Strahl $0\,P_{10}$ schließt mit der u-Achse den Winkel $\operatorname{arc\,tg} \frac{I_{10}'}{I_{10}''} = \operatorname{arc\,tg} \frac{r_1}{k_1}$, der Strahl $0\,P_{1\infty}$ den Winkel $\operatorname{arc\,tg} \frac{I_{1\infty}'}{I_{1\infty}''} = \operatorname{arc\,tg} \frac{r_1}{\sigma k_1}$ ein; den gleichen Winkel schließt der Strahl $0\,P_{\mu\infty}$ mit der u-Achse ein. r_1 wurde $= 7{\cdot}5\,\Omega$ angenommen.

Es läßt sich weiters nachweisen, daß der Schnittpunkt der Geraden $P_{10}\,p_{10}$ (I) und $P_{1\infty}\,0$ (II) ein Punkt des neuen I_μ-Kreises ist. Dies gilt auch bei Berücksichtigung von r_a. Hiebei wird die Gleichung der Geraden I

$$v = -\frac{k_1}{r_1 + r_a}\left(u - \frac{\Delta_1}{k_1}\right)$$

und die Gleichung der Geraden II

$$v = \frac{r_1 k_2 + r_a k_2}{\sigma k_1 k_2 - r_1 r_a} \cdot u.$$

Aus diesen beiden Gleichungen ergibt sich die Abszisse des Schnittpunktes

$$u_{I,\,II} = \Delta_1 \cdot \frac{\sigma k_1 k_2 - r_1 r_a}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad . \quad 7)$$

und die Ordinate

$$v_{I,\,II} = \Delta_1 \cdot \frac{r_1 k_2 + r_1 k_2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2} \quad . \quad 8).$$

Für $r_a = 0$ ist der Schnittpunkt der Geraden I und II gleichzeitig auch ein Punkt des neuen I_1-Kreises.

Die Koordinaten des Schnittpunktes sind in diesem Falle:

$$u_{I,\,II} = \Delta_1 \cdot \frac{\sigma k_1 k_2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2} = m_1 - R_1 \quad . \quad . \quad 7a),$$

$$v_{1,\,II} = \Delta \cdot \frac{r_1 k_2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2} = n_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8a).$$

Die Ordinate des Schnittpunktes ist gleich der Mittelpunktordinate des I_1-Kreises bei Berücksichtigung von r_1, die Abszisse ist gleich der Mittelpunktabszisse weniger dem Radius des I_1-Kreises. Daraus ist ohne weiteres zu ersehen, daß der Schnittpunkt der Geraden I und II bei Vernachlässigung von r_a auf dem I_1-Kreise liegt. Wir erhalten somit in diesem Punkte $P_{1\mu}$ direkt den zweiten Schnittpunkt des I_1- und I_μ-Kreises.

Zusammenfassend erhalten wir demnach folgendes graphische Verfahren für die Konstruktion der Betriebskreise bei Berücksichtigung des primären Widerstandes r_1 aus dem gewöhnlichen Heylanddiagramm:

1. Wir zeichnen die Halbkreise, welche die Punkte p_{10}, $p_{1\infty}$ und $p_{\mu\infty}$ des Heylanddiagrammes bei veränderlichem r_1 beschreiben; dieselben gehen durch den Ursprung und liegen ihre Mittelpunkte auf der u-Achse.

2. Der dem gewählten r_1 entsprechende Synchronismuspunkt P_{10} wird erhalten, wenn ein Strahl vom Ursprung mit der Neigung $\frac{r_1}{k_1}$ mit dem über $\overline{0\,p_{10}}$ beschriebenen Halbkreis zum Schnitt gebracht wird. P_{10} ist auch der dem ideellen Leerlauf entsprechende Punkt des I_μ-Kreises.

3. Um die Punkte $P_{1\infty}$ und $P_{\mu\infty}$ zu finden, bringen wir einen Strahl vom Ursprung mit der Neigung $\frac{r_1}{\sigma k_1}$ zum Schnitt mit den Halbkreisen über $\overline{0\,p_{1\infty}}$ bezw. $\overline{0\,p_{\mu\infty}}$.

4. Im Schnitt der Geraden $P_{10}\,p_{10}$ und $0\,P_{\mu\infty}\,P_{1\infty}$ ergibt sich schließlich der zweite Schnittpunkt $P_{1\mu}$ des I_1- und I_μ-Kreises.

Die Punkte P_{10}, $P_{1\infty}$ und $P_{1\mu}$ bestimmen dann den I_1-Kreis, die Punkte P_{10}, $P_{\mu\infty}$ und $P_{1\mu}$ den I_μ-Kreis bei dem gewählten r_1. Der I_2-Kreis geht durch den Ursprung und ist sein Radius $R_2 = \overline{M_\mu M_1}$. $0\,\overline{M_2} + \overline{M_\mu M_1}$. Die Verbindungslinie $P_{10}\,M_1$ halbiert bei $r_a = 0$ die Strecke $\overline{0\,p_{10}}$.

Der Kurzschlußpunkt P_{1k} wird erhalten, wenn der Kreisbogen, den der Punkt p_{1k} bei veränderlichem r_1 beschreibt (derselbe geht durch den Ursprung und liegt sein Mittelpunkt auf der u-Achse) mit dem I_1-Kreis zum Schnitt gebracht wird. Wir werden später noch eine andere Konstruktion für den Kurzschlußpunkt P_{1k} kennen lernen.

Bei Schlüpfungswerten von $s = 0$ bis $s = \infty$ wandert der Endpunkt des den Primärstrom darstellenden Vektors auf dem I_1-Kreis im Uhrzeigersinne von P_{10} über $P_{1\mu}$ nach $P_{1\infty}$; gleichzeitig wandert der Endpunkt des den Magnetisierungsstrom darstellenden Vektors im Uhrzeigersinne von P_{10} nach $P_{\mu\infty}$. Da $P_{1\infty}$ und $P_{\mu\infty}$ entsprechende Punkte der beiden Kreise sind und ihre Verbindungslinie durch den Punkt $P_{1\mu}$ geht, so gehen überhaupt die Verbindungslinien entsprechender Punkte der beiden Kreise durch den Punkt $P_{1\mu}$.

Um also beispielsweise den dem Punkte P_{1k} entsprechenden Punkt $P_{\mu k}$ des I_μ-Kreises zu finden, brauchen wir nur die Verbindungslinie $\overline{P_{1k}\,P_{1\mu}}$ mit dem I_μ-Kreis zum Schnitt zu bringen. $\overline{P_{\mu k}\,P_{1k}} = I_{2k}$. Diese Konstruktion gilt natürlich ganz allgemein. Es ist für einen beliebigen Punkt P_1 des I_1-Kreises:

$$\overline{0\,P_1} = I_1,\ \overline{P_1\,(P_{1\mu})\,P_\mu} = I_2 \text{ und } 0\,P_\mu = I_\mu.$$

Ist $r_1 = r_2$ und $x_1 = x_2$ (symmetrischer Stromkreis), so wird $\operatorname{tg} P_{1\infty}\,0u\ (= \operatorname{tg} P_{\mu\infty}\,0u) = \operatorname{tg} p_{1k}\,p_{10}\,u$ oder $0\,P_{1\infty} \parallel p_{10}\,p_{1k}$.

* * *

Digitized by Google

Berücksichtigung von r_a.

Die unter den gemachten Voraussetzungen (Konstanz der Größen $r_1\, x_1\, r_a\, x_a\, r_2$ und x_2) streng richtige Berücksichtigung von r_a kompliziert natürlich die graphische Ermittlung der genauen Betriebskreise aus dem gewöhnlichen Heylanddiagramm und dürfte dies mit ein Grund sein, warum meist zu Näherungskonstruktionen gegriffen wird, wenn r_a berücksichtigt werden soll.

Wir müssen in diesem Falle schrittweise vorgehen und zunächst aus dem gewöhnlichen Heylanddiagramm die Betriebskreise ermitteln, welche bei Berücksichtigung von r_a resultieren. Aus diesen erhalten wir dann erst die bei Berücksichtigung von r_1 resultierenden Diagramme.

Analog wie früher ermitteln wir die geometrischen Örter, welche die Punkte des I_1-Kreises bei veränderlich angenommenem r_a beschreiben; wir setzen zu diesem Behufe in den Gleichungen A den primären Widerstand $r_1 = 0$ und erhalten durch Eliminierung von r_a die Kreisgleichung:

$$\left.\begin{aligned} u^2 + v^2 - u\,\Delta_1 \cdot \frac{2\,\sigma\,k_1\,k_2 + z_{2s}^2}{\sigma\,k_1\,k_2\,k_3 + \left(\frac{r_2}{s}\right)^2 k_1} + \\ + v\,\Lambda_1 \cdot \frac{2\,\frac{r_2}{s}\,x_a}{\sigma\,k_1\,k_2\,k_3 + \left(\frac{r_2}{s}\right)^2 k_1} + \\ + \Delta_1^2 \cdot \frac{k_2}{\sigma\,k_1\,k_2\,k_3 + \left(\frac{r_2}{s}\right)^2 k_1} = 0 \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; 9).$$

Die sich auf den Fall $r_1 = 0$ beziehenden Größen und Kreispunkte wollen wir mit dem Index (r_a) bezeichnen.

Aus Gleichung 9) ergeben sich die Mittelpunktkoordinaten und Radien der Kreise, welche die Punkte des I_1-Kreises bei veränderlich angenommenem r_a und $r_1 = 0$ beschreiben.

$$\xi_1^{(r_a)} = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{2\,\sigma\,k_1\,k_2 + z_{2s}^2}{\sigma\,k_1\,k_2\,k_3 + \left(\frac{r_2}{s}\right)^2 k_1} \quad . \; . \; 10),$$

$$\eta_1^{(r_a)} = -\frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{2\,\frac{r_2}{s}\,x_a}{\sigma\,k_1\,k_2\,k_3 + \left(\frac{r_2}{s}\right)^2 k_1} \quad . \; . \; 11),$$

$$\rho_1^{(r_a)} = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{z_{2s}^2}{\sigma\,k_1\,k_2\,k_3 + \left(\frac{r_2}{s}\right)^2 k_1} \quad . \; . \; 12).$$

Für die geometrischen Örter der Punkte des I_μ-Kreises bei veränderlichem r_a ergibt sich analog aus den Gleichungen C die Kreisgleichung:

$$\left.\begin{aligned} u^2 + v^2 - u\,\Delta_1 \cdot \frac{x_2\,k_3 + \left(\frac{r_2}{s}\right)^2}{\sigma\,k_1\,k_2\,k_3 + \left(\frac{r_2}{s}\right)^2 k_1} + \\ + v\,\Delta_1 \cdot \frac{\frac{r_2}{s}\,x_1}{\sigma\,k_1\,k_2\,k_3 + \left(\frac{r_2}{s}\right)^2 k_1} = 0 \end{aligned}\right\} \quad 13).$$

Die Kreise, welche die Punkte des I_μ-Kreises bei veränderlichem r_a beschreiben, gehen durch den Ursprung. Mittelpunktkoordinaten und Radien dieser Kreise sind:

$$\xi_\mu^{(r_a)} = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{x_2\,k_3 + \left(\frac{r_2}{s}\right)^2}{\sigma\,k_1\,k_2\,k_3 + \left(\frac{r_2}{s}\right)^2 k_1} \quad . \; . \; 14),$$

$$\eta_\mu^{(r_a)} = -\frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{\frac{r_2}{s}\,x_1}{\sigma\,k_1\,k_2\,k_3 + \left(\frac{r_2}{s}\right)^2 k_1} \quad . \; 15),$$

$$\rho_\mu^{(r_a)} = \sqrt{(\xi_\mu^{(r_a)})^2 + (\eta_\mu^{(r_a)})^2} = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{z_{2s}^2 \sqrt{k_3^2 + \left(\frac{r^2}{s}\right)^2}}{\sigma\,k_1\,k_2\,k_3 + \left(\frac{r_2}{s}\right)^2 k_1} \; 16).$$

Wir wollen nun den Weg der charakteristischen Punkte p_{10}, $p_{1\infty}$ und $p_{\mu\infty}$ des Heylanddiagrammes bei veränderlich angenommenem r_a verfolgen (siehe Fig. 3).

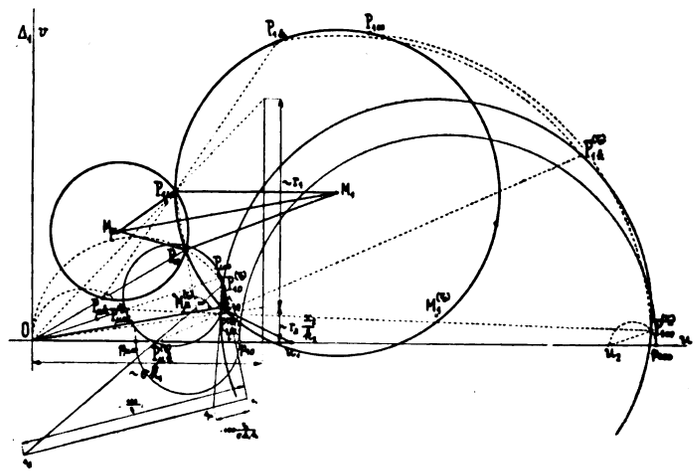


Fig. 3.

p_{10}: Da für $s = 0$ die Ordinate $\eta_{10}^{(r_a)} = 0$ und $\xi_{10}^{(r_a)} = \rho_{10}^{(r_a)}$ wird, beschreibt der Synchronismuspunkt bei veränderlichem r_a und positiven Werten dieser Veränderlichen einen Halbkreis über $\overline{Op_{10}}$; denselben Halbkreis beschreibt der Synchronismuspunkt bei veränderlichem r_1

$p_{1\infty}$: Für $s = \infty$ wird $\eta_{1\infty}^{(r_a)} = 0$

$$\text{und } \xi_{1\infty}^{(r_a)} = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{2\,\sigma\,k_1\,k_2 + x_2^2}{\sigma\,k_1\,k_2\,k_3}$$

$$\text{sowie } \rho_{1\infty}^{(r_a)} = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{x_2^2}{\sigma\,k_1\,k_2\,k_3}, \text{ daher}$$

$$\overline{Ou_2} = \xi_{1\infty}^{(r_a)} - \rho_{1\infty}^{(r_a)} = \frac{\Delta_1}{k_3} = \frac{\Delta_1}{x_1 + x_2}$$

$p_{\mu\infty}$: Für $s = \infty$ wird $\eta_{\mu\infty}^{(r_a)} = 0$; der dem ideellen Kurzschlusse entsprechende Punkt des I_μ-Kreises beschreibt bei veränderlichem r_a ($r_a = 0$ bis $+\infty$) und $r_1 = 0$ einen Halbkreis über $\overline{Op_{\mu\infty}}$.

Die Halbkreise, welche die Punkte p_{10}, $p_{1\infty}$ und $p_{\mu\infty}$ beschreiben sind in Fig. 3 gestrichelt gezeichnet.

Der Strahl $O\,P_{10}^{(r_a)}$ (Verbindung des Ursprungs mit dem neuen Synchronismuspunkt des I_1- und I_μ-Kreises) schließt mit der u-Achse den Winkel arc tg $\frac{r_a}{k_1}$ ein;

Digitized by Google

um daher den Punkt $P_{1\,0}^{(r_a)}$ zu finden, ziehen wir vom Ursprung einen Strahl mit der Neigung $\frac{r_a}{k_1}$ gegen die u-Achse und bringen denselben zum Schnitt mit dem Halbkreise über $\overline{Op_{1\,0}}$. In Fig. 3 wurde $r_a = 7{\cdot}5\,\Omega$ angenommen.

Um den Punkt $P_{\mu\,\infty}^{(r_a)}$ zu ermitteln, ziehen wir vom Ursprung einen Strahl mit der Neigung

$$\frac{I'_{\mu\,\infty}}{I''_{\mu\,\infty}} = \frac{r_a\, k_3}{\sigma\, k_1\, k_2}$$

gegen die u-Achse und bringen denselben zum Schnitt mit dem Halbkreise über $\overline{Op_{\mu\,\infty}}$. Wenn wir unter dem gleichen Winkel vom Punkte u_2 mit der Abszisse $\frac{\Delta_1}{k_3}$ einen Strahl ziehen und denselben mit dem Halbkreis über $\overline{u_2\, p_{1\,\infty}}$ zum Schnitt bringen, erhalten wir den Punkt $P_{1\,\infty}^{(r_a)}$.

Wie früher nachgewiesen wurde, ist der Schnittpunkt P_μ^0 der Geraden $P_{1\,0}^{(r_a)}\, p_{1\,0}$ und $P_{\mu\,\infty}^{(r_a)} 0$ ein Punkt des neuen I_1-Kreises, jedoch nicht des I_1-Kreises, wie dies bei $r_a = 0$ der Fall war.

Wenn wir in Gleichung 11) $r_1 = 0$ setzen, erhalten wir die Abszisse des Punktes P_μ^0

$$u_\mu^0 = \Delta_1 \cdot \frac{\sigma\, k_1\, k_2}{\sigma\, k_1^2\, k_2 + r_a^2\, k_3} = m_1^{(r_a)} - R_1^{(r_a)}.$$

Die Abszisse dieses Schnittpunktes ist also wie in dem zuerst behandelten Falle gleich der Abszisse des Mittelpunktes des I_1-Kreises weniger seinem Radius. Wenn wir demnach durch den Punkt P_μ^0 eine Vertikale ziehen, so ist dieselbe eine Tangente an den neuen I_1-Kreis.

Es läßt sich nun auch nachweisen, daß der Schnittpunkt dieser Vertikalen mit der Verbindungslinie der schon gefundenen Punkte $P_{\mu\,\infty}^{(r_a)}$ und $P_{1\,\infty}^{(r_a)}$ den zweiten Schnittpunkt $P_{1\,\mu}^{(r_a)}$ des I_1- und I_μ-Kreises bei Berücksichtigung von r_a darstellt. Die Ordinate des Punktes $P_{1\,\mu}^{(r_a)}$ muß dann wie früher gleich sein der Mittelpunktsordinate n_1 des I_1-Kreises. Den Beweis hiefür werden wir an einer späteren Stelle erbringen.

Die Punkte $P_{1\,0}^{(r_a)}$, $P_{1\,\infty}^{(r_a)}$ und $P_{1\,\mu}^{(r_a)}$ bestimmen den I_1-Kreis, die Punkte $P_{1\,0}^{(r_a)}$, $P_{\mu\,\infty}^{(r_a)}$ und $P_{1\,\mu}^{(r_a)}$ den I_μ-Kreis bei Berücksichtigung von r_a und $r_1 = 0$. Der I_2-Kreis geht durch den Ursprung und ist die Verbindungsstrecke seines Mittelpunktes $M_2^{(r_a)}$ mit dem Ursprunge $\overline{O\,M_2^{(r_a)}} \,\#\, \overline{M_\mu^{(r_a)}\, M_1^{(r_a)}}$. In Fig. 3 wurde der I_2-Kreis nicht gezeichnet.

Auf die Konstruktion der Kurzschlußpunkte werde ich noch zurückkommen.

(Schluß folgt.)

Verlustlose Regelung der Umlaufzahl großer Drehstromantriebsmotoren in Berg- und Hüttenwerksanlagen.

Von Professor **Ernst Blau**, Bielitz.

Zum Antrieb von in Berg- und Hüttenwerken befindlichen Anlagen mit großem und schwankendem Energiebedarf sind bis vor kurzem teils von Drehstrom-Gleichstromumformern mit Strom versorgte Gleichstrommotoren, teils nur unvollkommen regelbare Drehstrommotoren in Anwendung gekommen.

In neuerer Zeit ist es gelungen, praktisch vollkommene und verlustlose Regelungen für Drehstrommotoren zu finden, wodurch es ermöglicht worden ist, diese sich durch Betriebssicherheit, einfachen Aufbau, große Überlastungsfähigkeit, hohes Anzugsmoment und geringes Wartungsbedürfnis kennzeichnenden Motoren für bestehende Anwendungsgebiete geeigneter zu machen.

Die wirtschaftliche Regelung von Drehstrommotoren ist aber auch ein Umstand, durch den die Bedeutung der von Dampfturbinen angetriebenen, Drehstrom liefernden Kraftwerke noch weiter erhöht wird, indem an die letzteren immer umfangreichere Verbrauchsgebiete unter verhältnismäßig kleineren Kosten angeschlossen werden können.

1. Schaltungen zu regelbaren Drehstromantrieben.

Am einfachsten ist die lediglich durch Bürstenverschiebung erfolgende Regelung bei Drehstromkollektormotoren, die indes für Leistungen von über 1000 *PS* nicht mehr gut ausführbar sind. An die Stelle dieser Motoren treten dann Anordnungen, denen gemeinsam ist, daß bei ihnen die dem Rotor des Antriebsmotors entnommene Energie in mechanische oder elektrische Energie umgeformt und wieder verwertet wird.

Hieher gehört zunächst ein Verfahren, durch das die dem Rotor des Antriebsmotors entzogene Energie von einem als Drehstromkollektor ausgebildeten und mit der Welle des ersteren unmittelbar oder mittels Riemens gekuppelten Hintermotor aufgenommen wird. Über diese unter der Bezeichnung „Drehstromkaskade mit Hintermotor" oder „Drehstromkollektorkaskade" bekannte Schaltungsweise haben die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft (A. E. G.) in Berlin und die A.-G. Brown, Boveri & Cie. (B. B. C.) in Baden (Schweiz) usw. das Verfügungsrecht.

Der Kollektormotor ist für den größten Wert des der Regelung entsprechenden Leistungsbetrages, der dann vorhanden ist, wenn der Vordermotor die geringste Umlaufzahl hat, bemessen. Bei der in Betrachtung stehenden Anordnung ergibt sich demnach für alle Umdrehungszahlen innerhalb des Regelungsbereiches eine konstante Leistung, das heißt das Drehmoment wächst in gleichem Verhältnis wie die Umlaufzahl abnimmt. Während der Hintermotor nur die durch die Drehzahlregelung bedingte Spannung hat, kann der Hauptmotor mit Hochspannung betrieben werden. Durch Beseitigung der Phasenverschiebung vermittelst Regelung der Phase des vom Hintermotor aufgenommenen Stromes ist endlich die Verbesserung des Leistungsfaktors des ganzen Maschinensatzes bis auf 1 möglich, so daß durch die günstigere Ausnutzung des Kupfers der Vordermotor allenfalls kleiner gewählt werden kann. Den aufgezählten Vorteilen der Anordnung steht nur der Nachteil gegenüber, daß sie bei langsam laufenden Motoren teuer wird, weshalb sie sich nur dann empfiehlt, wenn der Antriebsmotor eine hohe Umlaufszahl bei geringem Regelungsbereich erhalten kann.

Die Inbetriebsetzung einer Anlage mit dem eben beschriebenen Regelungssystem nach Bauart der All-

Digitized by Google

gemeinen Elektricitäts-Gesellschaft (Fig. 1) erfolgt in der Weise, daß zuerst der Vordermotor *V* mittels eines normalen Flüssigkeitsanlassers *A* auf die Leerlaufdrehzahl gebracht wird, währenddessen der Hintermotor an der Energielieferung nicht teilnimmt, worauf der Rotor des

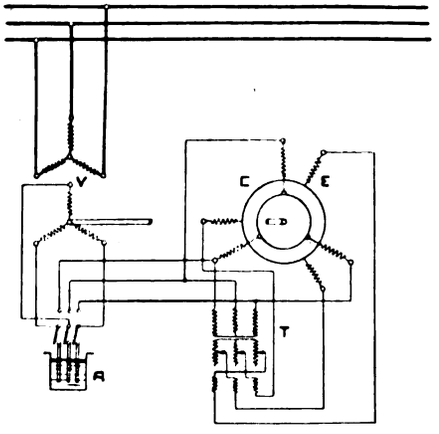


Fig. 1. Schaltungsschema der Drehstromkollektorkaskade, Bauart A. E. G.

ersteren auf den Stator des letzteren umgeschaltet und durch Einschalten der Erregerwicklung *E* des Hintermotors sowie Regelung der ihm zugeführten Spannung mittels eines Transformators *T* die Drehzahl eingestellt wird. Beide Motoren teilen sich nun in der Leistung an der Hauptwelle. Ist beispielsweise eine 25%ige Drehzahlregelung verlangt, so ist der Kollektormotor nur für 25% der Gesamtleistung des Vordermotors zu bemessen. Die größte Drehzahl des ganzen Satzes entspricht der Polzahl und der Periodenzahl des Vordermotors. Die Polzahl des Hintermotors ist so zu wählen, daß eine möglichst günstige Kommutierung vorgesehen wird.

Die Rotorenergie des Vordermotors kann auch mittels der „Drehstrom-Gleichstromkaskade mit Hintermotor" genannten Schaltung nutzbar gemacht werden in der Art, daß man die Rotorenergie über einen Einankerumformer einem unmittelbar mit dem Vordermotor gekuppelten Gleichstrommotor zuführt, oder durch die mit „Kaskade mit Umformer" bezeichnete Schaltung in der Art, daß statt des auf die Hauptmotorwelle arbeitenden Hintermotors ein die Rotorenergie von der Schlupffrequenz auf die Netzfrequenz umformender und diese Energie an das Netz zurückliefernder Hinterumformer aufgestellt wird. In letzterem Falle wird der die Energie ins Netz zurückgebende Drehstromgenerator entweder von einem über einen Einankerumformer gespeisten Gleichstrommotor angetrieben oder von einem mit ihm unmittelbar gekuppelten Drehstromkollektormotor. Bei der Drehstrom-Gleichstromkaskade ist es in ähnlicher Weise wie bei der Drehstromkollektorkaskade möglich, jede beliebige Drehzahl innerhalb des Regelungsbereiches fest einzustellen, während bei der Kaskade mit Umformer der Vordermotor bei allen Umdrehungszahlen innerhalb des Regelungsbereiches mit konstantem Drehmoment läuft. Die beiden Regelungssysteme sind für beliebig große Hauptleistungen und hierbei auch für niedrige Umlaufzahlen gut ausführbar.

Bei der Drehstrom-Gleichstromkaskade, Bauart Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft (Fig. 2), wird zuerst der Vordermotor *V* mittels des Anlassers *A* auf die Leerlaufdrehzahl gebracht, nach eingetretenem Synchronismus der vorher erregte Einankerumformer *U* durch Einlegen des Schalters *S* eingeschaltet, so daß er eine der an den Schleifringen vorhandenen Periodenzahl proportionale Umlaufzahl annimmt, und der im Anlasserstromkreise liegende Schalter S_1 ausgeschaltet. Nach Erregung des Gleichstromhintermotors *H* entnimmt dieser nun dem Rotor des Vordermotors über den Einankerumformer Energie, und die Umlaufzahl des Aggregats wird um einige Prozente niedriger als die Leerlaufdrehzahl. Bei verstärkter Erregung sinkt die Umdrehungszahl in dem Maße als sich der Anteil des Hintermotors an der Energielieferung erhöht. Es ist

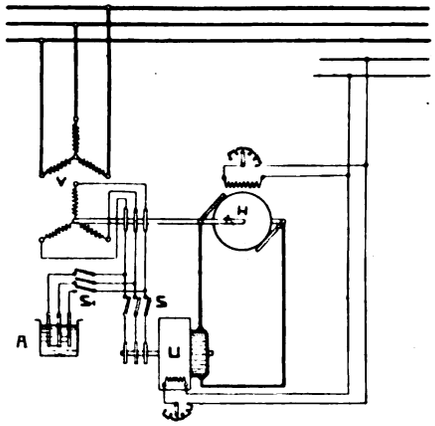


Fig. 2. Schaltungsschema der Drehstrom-Gleichstromkaskade, Bauart A. E. G.

auf diese Art in ähnlicher Weise wie früher möglich, jede Umdrehungszahl durch Feldänderung des Hintermotors innerhalb des Regelungsbereiches fest einzustellen. Auch bei diesem Verfahren läßt sich der Leistungsfaktor auf den günstigsten Wert bringen. Es ist die Erregung des Einankerumformers so einzustellen, daß die Phasenverschiebung des vom Vordermotor aufgenommenen Netzstromes aufgehoben wird.

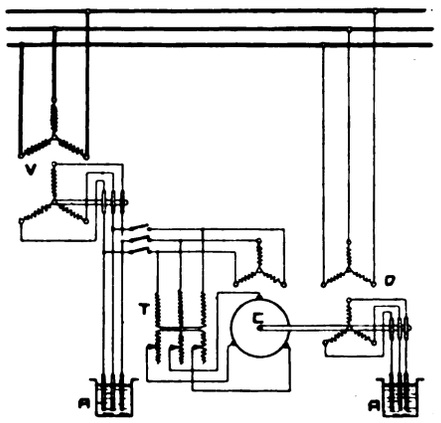


Fig. 3. Schaltungsschema der Kaskade mit Umformer über einen Einankerumformer, Bauart A. E. G.

Die Kaskade mit Umformer findet Anwendung, wenn eine direkte Kupplung von Hintermaschinen mit der Hauptwelle nicht möglich ist. Fig. 3 und 4 zeigen die beiden bereits angedeuteten Ausführungsarten nach Bauart

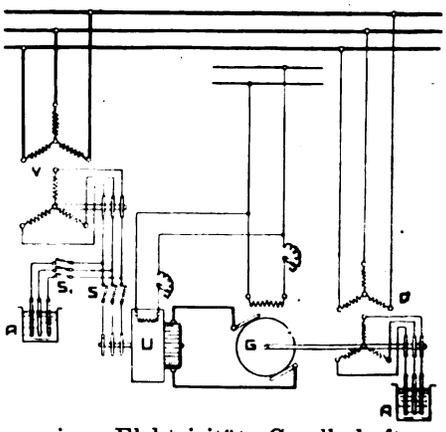


Fig. 4. Schaltungsschema der Kaskade mit aus einem Kollektormotor und einem Drehstromgenerator bestehenden Umformer, Bauart A. E. G.

der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, und zwar Fig. 3 die Kaskade mit Umformer über einen Einankerumformer, Fig. 4 die Kaskade mit aus einem Drehstromkollektormotor

Digitized by Google

und einem Drehstromgenerator bestehenden Umformer. Zunächst wird zwecks Inbetriebsetzung wieder der Vordermotor angelassen und unabhängig von ihm der Hinterumformer von dem als Motor laufenden Drehstromgenerator angetrieben. Hierauf wird die Gleichstrommaschine *G*, bezw. der Drehstromkollektormotor *C* erregt, letzterer durch den Transformator *T*. Hat der Vordermotor seine volle Umdrehungszahl erreicht, so ist der mit dem Einankerumformer verbundene Hinterumformer, bezw. der volle Drehzahl besitzende Drehstromkollektormotor einzuschalten, und es kann nun die Einstellung jeder beliebigen Umlaufzahl in bekannter Weise erfolgen. Hingewiesen sei noch darauf, daß die Kaskade mit Umformer am Vordermotor keinerlei Umänderungen bedingt, weshalb sie bequem auch nachträglich einzurichten ist. Es müssen nur die Bürsten des Vordermotors für dauernden Stromdurchgang geeignet sein.

Bei der Kaskade mit Umformer, System Brown, Boveri & Cie.-Scherbius (Fig. 5), wird der Dreiphasen-

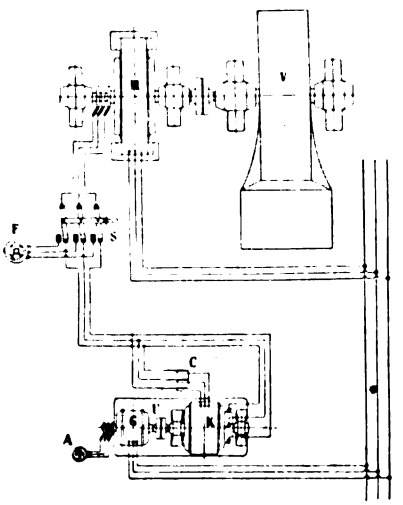


Fig. 5. Schaltungsschema der Kaskade mit Umformer, System Brown, Boveri-Scherbius.

kollektormotor *K* des Umformers *U* mit dem Anker des Hauptmotors *M* in gleicher Weise wie bei den Ausführungen der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Kaskade geschaltet. Der von *K* angetriebene Asynchrongenerator *G* gibt die auf die Netzspannung umgeformte Schlupfenergie des Vordermotors an das Netz ab. Zwecks Inbetriebsetzung der Anlage ist zunächst der Umformer durch den Anlasser *A* auf die volle Umlaufzahl zu bringen, worauf erst der Hauptmotor mit seinem Anlasser angelassen wird. Ist die Rotorspannung des Hauptmotors auf die der untersten Regelungsstufe entsprechende Spannung zurückgegangen, so tritt ein Differentialrelais in Tätigkeit. Eine durch ein Gewicht bis dahin in bestimmter Lage gehaltene Scheibe dreht sich infolge der Differenzwirkung zweier Spulen, wodurch mittels eines Kontaktes der Stromkreis eines Sperrmagneten geschlossen, eine Klinke ausgelöst und der von letzterer gehaltene Umschalter durch Federkraft auf den Kollektormotor umgelegt wird. Nach dem Abschalten des Hauptmotors muß der Umschalter wieder in die Stellung auf den Anlasser eingelegt werden. Die auch von Hand mögliche Regelung vollzieht sich selbsttätig nur bei der untersten Regelungsstufe, von der aus der Hauptmotor durch Erregungsänderung des Kollektormotors beliebig hinaufgeregelt werden kann. Gegen Durchgehen ist der Umformersatz mittels eines Fliehkraftreglers gesichert. Wird derselbe wirksam, so schaltet er den Hauptmotor ab, weshalb auch dem Kollektormotor keine Energie mehr zugeführt wird.

2. Anwendungsgebiete für regelbare Drehstromantriebe.

Bei großem und veränderlichem Kraftbedarf von rotierenden Energieverbrauchern in Berg- und Hüttenwerken, wie von Turboventilatoren, Turbopumpen und Turbokompressoren sind regelbare Drehstromantriebe von hohem Vorteil und entsprechen allen denjenigen Anforderungen, denen bisher nur Gleichstromanlagen genügt haben.

Für Grubenventilatoren haben die Antriebe, bei denen mit der Verminderung der Drehzahl die Leistung sinkt, eine ausgedehnte Verbreitung gefunden, denn diese Wettermaschinen kommen mit fortschreitendem Grubenausbau erst auf ihre volle Leistung, weshalb sie anfänglich mit kleiner und später mit stetig wachsender Umdrehungszahl laufen sollen. Unter Zugrundelegung des Preises für die Kilowattstunde und unter Annahme, daß ein Grubenventilator 365 Tage zu je 24 Stunden in Betrieb ist, läßt sich die mit dem benutzten Regelungssystem erzielte Stromersparnis gegenüber Widerstandsregelung ziffernmäßig herausrechnen. Infolge des besseren Wirkungsgrades eines regelbaren Drehstromantriebes machen sich daher die Mehrkosten für den elektrischen Teil in kürzester Zeit bezahlt. Dazu kommt noch die Kompensierung des cos φ, insbesondere in den ersten Betriebsjahren, in denen wegen der geringeren Belastung der Ventilatormotoren deren Leistungsfaktor schlecht ist, wodurch die Leistungsfähigkeit der Anlage erheblich erhöht wird.

Für Turbopumpen, Turbogebläse und Turbokompressoren, die mit Drehzahlregelung versehen werden sollen, empfiehlt sich neben dem Antrieb mittels Drehstromkollektormotors noch das Regelungssystem der Drehstromkollektorkaskade. Kreiselpumpen eignen sich schon deshalb vorzüglich für regelbaren Drehstromantrieb, weil eine bereits geringe Änderung der Umlaufzahl große Leistungs- und Druckregelungen zur Folge hat. Sämtliche auf einer gemeinschaftlichen Grundplatte angeordneten Maschinen ergeben ein verhältnismäßig einfaches und übersichtliches Aggregat mit großem Wirkungsgrad. Im übrigen ist eine derartige Anordnung von Turbogeneratoren mit bedeutendem Energiebedarf die einzig zweckmäßige Lösung einer regelbaren Anlage, da Gleichstrommotoren bei großen Umlaufzahlen nicht mehr gut zu bauen sind.

Eine nicht minder große Bedeutung haben regelbare Drehstromantriebe für Walzwerksanlagen erlangt, indem sie den in letzteren bestehenden Anforderungen bestens entsprechen. Das Walzgut soll sicher gefaßt werden, weshalb es günstig ist, wenn die Straße vor dem Einstecken der Blöcke eine geringe Umlaufzahl besitzt. Für den Walzvorgang ist andererseits hohe Umdrehungszahl vorteilhaft. Mittels Widerstandsregelung kann diesen Bedingungen nur unzulänglich genügt werden, da der Motor trotz Einschaltung von Widerständen in den Rotorstromkreis bei Leerlauf bis nahezu Synchronismus hinaufläuft, somit die Straße eine hohe Drehzahl besitzt, aber eine niedrige braucht und umgekehrt eine niedrige Drehzahl hat, wenn zwecks Wirtschaftlichkeit eine hohe verlangt wird.

Bei Verwendung der Drehstromkollektorkaskade oder der Drehstrom-Gleichstromkaskade mit Hintermotor ist es ermöglicht, auf derselben Straße verschiedene Profile bei der jeweils günstigsten Umlaufzahl auszuwalzen, was von um so größerem Belang ist, als oft vorher nicht genau bestimmt werden kann, welche Leistung und welche Umlaufzahl sich für einen bestimmten Walzvorgang am besten eignen. Die Nachteile, die bei zu groß bemessenen und für Widerstandsregelung eingerichteten Drehstrommotoren vorhanden sind, nämlich Verschlechterung des Wirkungs-

Digitized by Google

grades und des cos φ bei geringerer Belastung, haften den regelbaren Drehstromantrieben nicht an. Daß dieselben von vornherein etwas größer gebaut werden müssen, spielt gegenüber den Erstellungskosten des Walzwerkes keine Rolle, da dieser Umstand hinsichtlich der Vorzüge, die in der Aussicht auf eine wirtschaftliche Produktionserhöhung und einer besseren Ausnutzungsmöglichkeit der Straße bestehen, kaum in Betracht kommt. Nicht unterlassen sei noch hinzuzufügen, daß die Kompensation des Leistungsfaktors im Netz des Hüttenwerkes eine Entlastung der Zentrale und sogar des Kabelnetzes bedeutet. Die Verwendung einzelner großer regelbarer Drehstrommotoren statt der vielen kleinen, häufig anlaufenden und ungünstig belasteten Motoren ist endlich ein nicht zu unterschätzender Vorteil, indem der Gesamtleistungsfaktor der Hüttenzentrale hierdurch gleichfalls eine ziemliche Verbesserung erfährt.

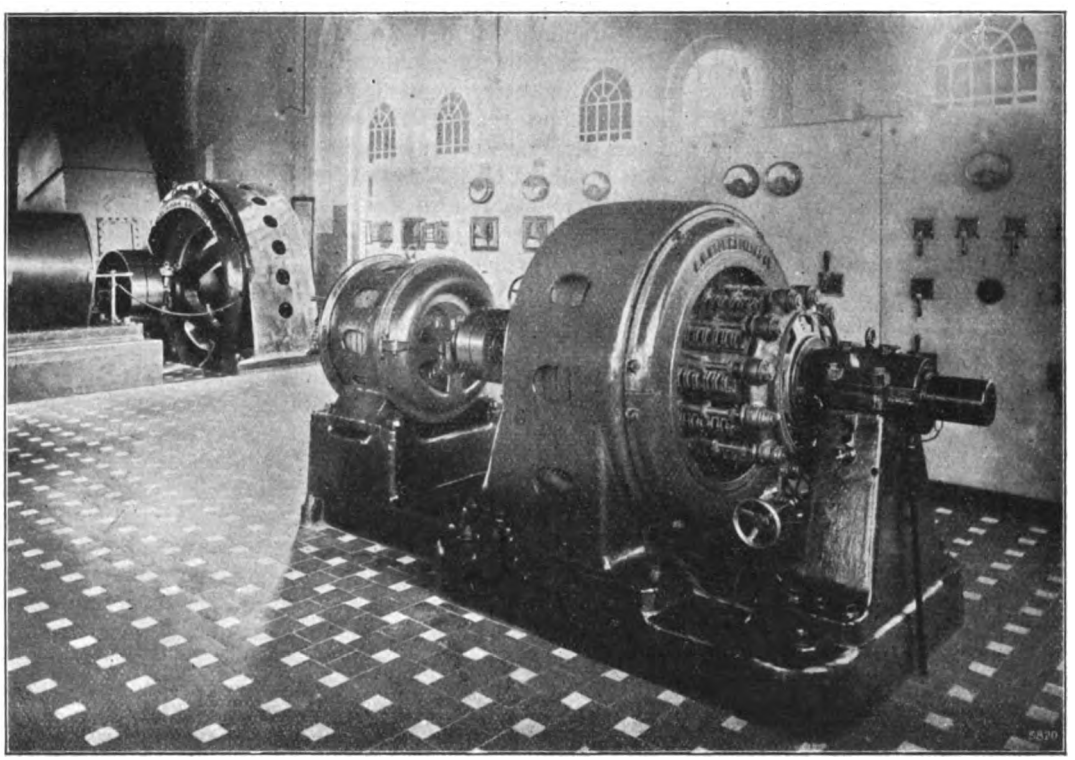


Fig. 6. Regelumformer, Bauart B. B. C.-Scherbius, zum Drehstromantriebsmotor des Grubenventilators auf Schacht V der Zeche Pluto des Schalker Gruben- und Hüttenvereines.

3. Anlagen mit regelbaren Drehstromantrieben..

Ein bemerkenswertes Beispiel eines anpassungsfähigen Ventilatorantriebes ist der im April 1912 von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft der Bergwerksgesellschaft Herrmann m. b. H. in Bork (Westfalen) gelieferte Antrieb. Der Vordermotor ist für eine Leistung von 1500 bis 500 *PS* bei 230 bis 150 U. p. M. bemessen. Versuche ergaben bei einer Belastung von 500 *PS* einen Minderverbrauch von 152 *kW* gegenüber Widerstandsregelung. Bereits im Juli desselben Jahres wurde ein zweiter Hauptmotor für 1000 *PS* nachbestellt, der mit dem gleichen Regelsatz bis um 58% wirtschaftlich regelbar ist. Einen ähnlichen Antrieb hat die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft für die der Deutsch-Luxemburgschen Bergwerks- und Hütten A.-G. gehörende Zeche „Adolf von Hansemann" ausgeführt. Der Antriebsmotor ist für eine Leistung von 1650 bis 750 *PS* bei 250 bis 180 U. p. M. bemessen.

Ein der Gelsenkirchener Bergwerks-A.-G., Abteilung Schalker Gruben- und Hüttenverein, von der Brown, Boveri & Cie. A.-G. im Jahre 1911 gelieferter und auf Schacht V der Zeche „Pluto" in Betrieb gesetzter regelbarer Drehstromantrieb eines Ventilators ist in Fig. 6 dargestellt. Der Hauptmotor leistet normal 600 *PS* bei 268 U. p. M. Mit Hilfe des Regelsatzes kann die Drehzahl um 33% verlustlos bis auf 182 U. p. M. heruntergeregelt werden. Der Drehstromkollektormotor besitzt eine Leistung von 200 *kVA* bei 750 U. p. M., der Induktionsgenerator eine Leistung von 50 *kW* bei der gleichen Umdrehungszahl sowie bei 5000 *V* und 50 $\sim$. Für dieselbe Zeche und Schacht IV hat die Brown, Boveri & Cie. A.-G. gleichfalls im Jahre 1911 eine 1200 *PS*-Antrieb mit 33%iger Drehzahlregelung geliefert. Bei dem von der Brown, Boveri & Cie. A.-G. dem Zollverein für Schacht IV des Steinkohlenbergwerkes in Caternberg im Jahre 1911 übergebenen Ventilatorantrieb entwickelt der Hauptmotor 900 *PS* bei 294 U. p. M. sowie bei 1000 *V* und 25 $\sim$. Durch den Regelumformer ist eine 37%ige Drehzahlregelung bis auf 189 U. p. M. herunter ermöglicht. Der Drehstrommotor des Umformers leistet 320 *kVA* bei 750 U. p. M., der Induktionsgenerator 68 *kW* bei derselben Umlaufzahl. Unter den größeren von der Brown, Boveri & Cie. A.-G. noch erstellten drehzahlregelbaren Drehstromantrieben von Grubenventilatoren seien noch genannt der Ventilatorantrieb auf Luftschacht „Rheinelbe I/II" der Gelsenkirchener Bergwerks-A.-G. in Gelsenkirchen mit einem 850 *PS*-Hauptmotor, dessen Drehzahl 365 ist und durch den Regelsatz um 25% vermindert werden kann, der Ventilatorantrieb für die kgl. Berginspektion III, Buer i. W., mit einem 1200 *PS* bei 295 U. p. M. entwickelnden Vordermotor und mit 32%iger Drehzahlregelung, der im vorigen Jahre in Klein-Rosseln (Lothringen) bei Les Petits Fils de François de Wendel & Cie. erstellte Ventilatorantrieb mit 1000 *PS*-Hauptmotor bei 245 U. p. M. und mit 40%iger Drehzahlregelung u. a. m. Im laufenden Jahre wird die Brown, Boveri & Cie. A.-G. auf der der Gewerkschaft Westfalen, Ahlen i. W., gehörenden Zeche I und II einen Ventilatorantrieb mit 1700 *PS*-Hauptmotor bei 295 U. p. M. in Betrieb setzen. Der Regelumformer besteht aus einem Kollektormotor von 300 *kVA* bei 750 U. p. M. sowie einem Induktionsgenerator von 188 *PS* und wird in der ersten Zeit auf einen Hauptmotor von 850 *PS* bei 122 U. p. M. arbeiten.

Als Beispiel eines regelbaren Drehstromantriebes für eine Pumpe diene der von der Brown, Boveri & Cie. A.-G. im Jahre 1911 für eine Kondensationspumpe im Chemnitzer Elektrizitätswerk eingerichtete Antrieb mit 17%iger Drehzahlregelung. Der Hauptmotor besitzt eine Leistung von 102 *PS* bei 580 U. p. M. sowie bei einer Spannung von 120 *V* und 50 $\sim$. Der Motor des Umformers leistet 12 *kVA* bei 1500 U. p. M., der Induktionsgenerator 12½ *PS*.

Digitized by Google

Auch für einen Kolbenkompressor hat die Brown, Boveri & Cie. A.-G. einen regelbaren Drehstromantrieb ausgeführt, und zwar im Jahre 1912 im Auftrage des dem Zollverein gehörenden Steinkohlenbergwerkes Gaternberg für einen Kompressor (Fig. 7) auf dem Schacht I/II in Altenessen (Rheinland). Der Antriebsmotor entwickelt 600 *PS* bei 147 U. p. M. sowie bei 1000 *V* und 25 ∾. Durch den Hinterumformer kann die Drehzahl desselben um 50% geregelt werden. Dieser Hinterumformer besteht aus einem Kollektormotor von 300 *kVA* Leistung bei 750 U. p. M. und einem Induktionsgenerator von 170 *kW* Leistung.

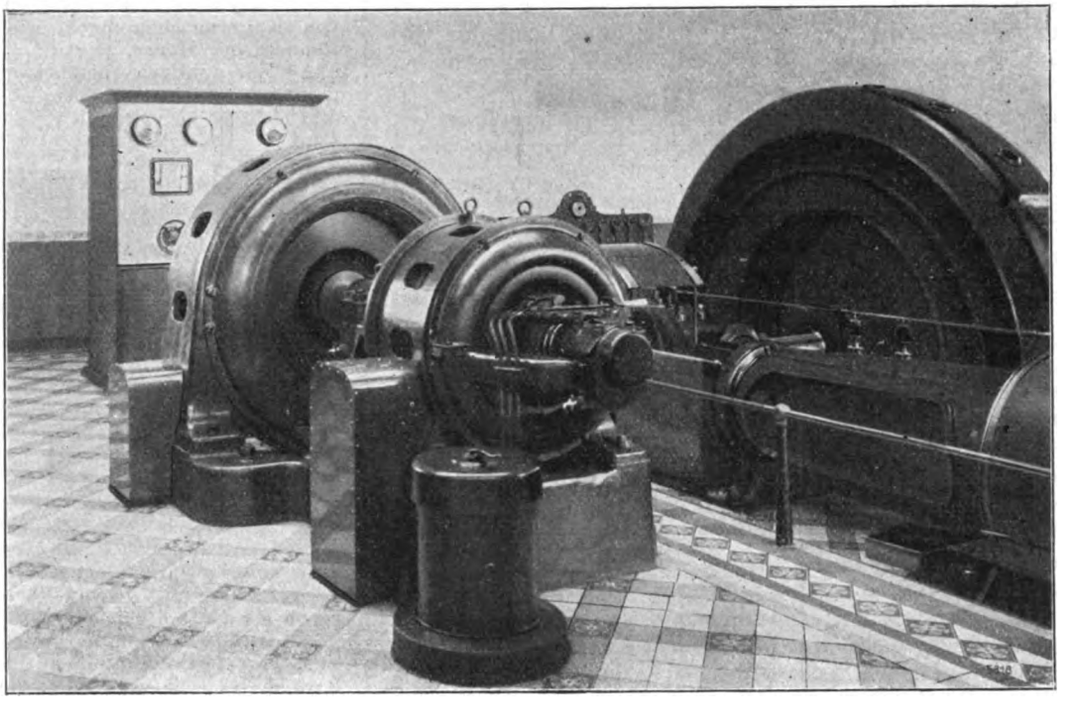


Fig. 7. Drehzahlregelbarer Drehstromantrieb eines Kompressors auf dem dem Steinkohlenbergwerk Caternberg gehörenden Schacht I/II in Altenessen, Rheinland.

Fig. 8 zeigt den von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft für die Gewerkschaft Deutscher Kaiser in Bruckhausen zweimal ausgeführten Drehstromregelsatz von 650 bis 1300 *PS* Leistung bei 270 bis 190 U. p. M. zum Antrieb von Vorstraßen für ein Feineisenwalzwerk. Ein noch größerer Drehstromregelsatz wurde der Firma Balcke, Tellering & Co. in Benrath geliefert. Die Leistung desselben beträgt 1000 bis 2000 *PS* bei 194 bis 125 U. p. M.

Bei dem von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft für die Stahlwerke Brüninghaus A.-G., Vorhalle-Herdecke bei Hagen i. W., gebauten Antrieb einer Triostraße ist als Schaltungsweise die Drehstrom-Gleichstromkaskade mit Hintermotor nach Fig. 2 in Anwendung gebracht worden. Der Antrieb aller fünf Walzgerüste mit Walzen von je 330 mm Durchmesser erfolgt durch den Haupt- sowie den mit ihm direkt gekuppelten Hintermotor mit einer Leistung von 500 bis 1000 *PS* mit 300 bis 210 U. p. M. bei einer Spannung von 5000 *V* und 50 ∾. Derartige Gleichstromregelsätze haben ferner von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft erhalten die A.-G. für Bergbau und Hüttenbetrieb Phönix in Duisburg-Ruhrort für eine Leistung von 1200 bis 2400 *PS* bei 460 bis 360 U. p. M., die Friedrich Krupp A.-G., Abt. Friedrich-Alfredhütte in Rheinhausen für eine Leistung von 1600 bis 3200 *PS* bei 214 bis 130 U.p.M., die Stahlwerk Thyssen A.-G. in Hagendingen (Lothringen) für eine Leistung von 2500 bis 5000 *PS* bei 250 bis 140 U. p. M. und andere mehr.

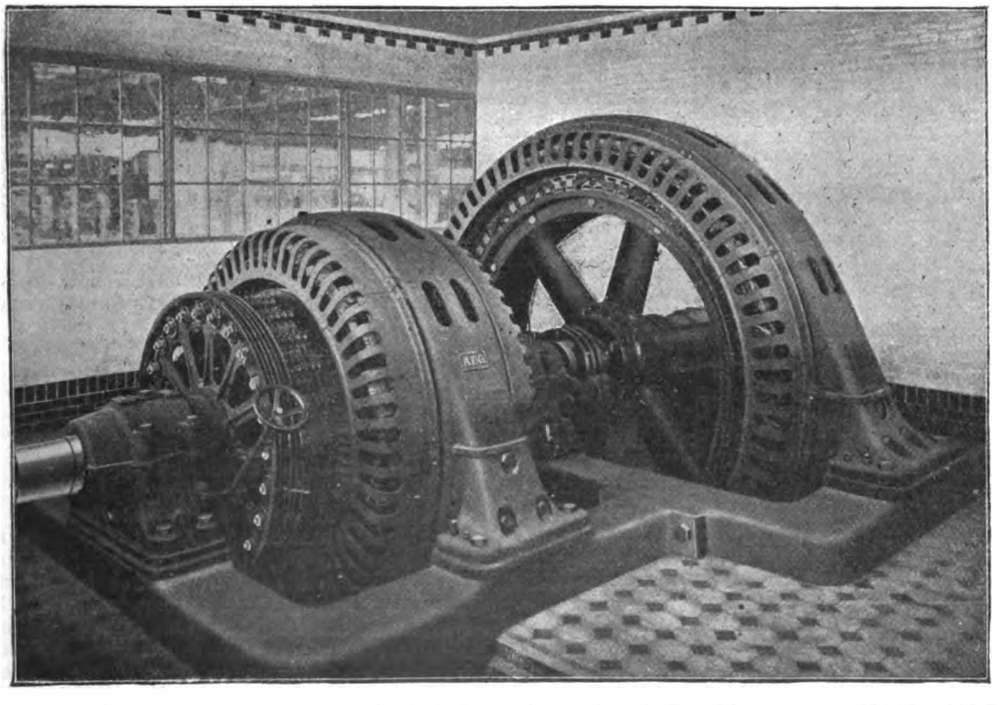


Fig. 8. Drehstromregelsatz der Gewerkschaft Deutscher Kaiser in Bruckhausen von 650 bis 1300 *PS* Leistung bei 270 bis 190 Uml./Min. zum Antrieb von Vorstraßen für ein Feineisenwalzwerk.

Einen für eine 10%ige verlustlose Schlupfeinstellung bestimmten Antrieb hat die Brown, Boverie & Cie. A.-G. der Deutsch-Luxemburgschen Bergwerks- und Hütten - A. - G. in Differdingen (Lothringen) für eine Drahtstraße geliefert. Der Hauptmotor ist mit 2000 *PS* bei 150 U. p. M. sowie bei 5000 *V* und 50 ∾ bemessen. Der Kollektormotor des Hinterumformers entwickelt 215 *kVA* bei 750 U. p. M., der Induktionsgenerator 148 *kW* (200 *PS*) bei 5000 *V* und 50 ∾. Bei dem von der Brown, Boveri & Cie. A.-G. im Jahre 1912 auf der Gewerkschaft Deutscher Kaiser in Bruckhausen erstellten Walzwerksantrieb mit 40%iger Leerlaufregelung und 5%igem Schlupf zwischen Leerlauf und Vollast beträgt die Leistung des Hauptmotors 1800 *kVA* bei 365 U. p. M.

Digitized by Google

sowie bei 5000 *V* und 50 ∾, diejenige des Kollektormotors 327 *kVA* bei 750 U. p. M. und diejenige des Induktionsgenerators ¦180 *PS* bei 5000 *V*. Außer diesen großen Antrieben hat die Brown, Boveri & Cie. A.-G. noch vier kleinere Antriebe für die zuletzt genannte Gewerkschaft in dem gleichen Jahre in Bruckhausen in Betrieb gesetzt.

Angeführte Beispiele zeigen zur Genüge, welche außerordentliche Verbreitung bereits drehzahlregelbare Drehstromantriebe gefunden haben.

Zusammenfassung.

In neuerer Zeit sind praktisch vervollkommnete, verlustlos drehzahlregelbare Drehstromantriebe für Berg- und Hüttenwerksmaschinen in Anwendung gekommen. Zu diesen Antrieben gehören nebst dem Antrieb durch die vorläufig nur bis etwa 1000 *PS* Leistung in Betracht kommenden Drehstromkollektormotoren Anordnungen, denen gemeinsam ist, daß die dem Rotor des Antriebsmotors entnommene Energie in mechanische oder elektrische Energie umgeformt und wieder verwertet wird. Nach Erklärung der Anordnungen werden zuerst deren Anwendungsgebiete im allgemeinen und hierauf unter Hinweis auf bemerkenswerte Anlagen erörtert.

Elektrophotographie.

Es wird auf den ersten Blick rätselhaft erscheinen, wie die in Fig. 2 dargestellten Bilder hervorgebracht wurden. Sie sind das Ergebnis eines Laboratoriumszufalles, der dann näher untersucht wurde.

Um ähnliche Photos von Medaillen oder aller Art von flachgeprägten Gegenständen zu erhalten, verfahre man, wie in den nachstehenden Zeilen angegeben ist.

Man lege auf einen Tisch in der Dunkelkammer ein ebenes Metallblech irgendwelcher Stärke und beliebigen Materiales und verbinde dieses Blech durch einen Draht mit einem Hochspannungspol eines einphasigen Transformators, dessen Oberspannung mindestens 5000 *V* betragen muß. Seine Leistung spielt keine Rolle und es genügt zu dem Versuch ein kleiner Spannungstransformator, wie er zur Speisung von Voltmetern verwendet wird. Auf das Metallblech legt man, mit der Schichtseite nach oben, eine gewöhnliche photographische Platte, auf deren Emulsion dann der aufzunehmende Gegenstand zu liegen kommt, der seinerseits mit einem Draht, der vom zweiten Pol des Transformators kommt, in Berührung gebracht wird (siehe Fig. 1). Wird nun der Schalter, der den Transformator unter-

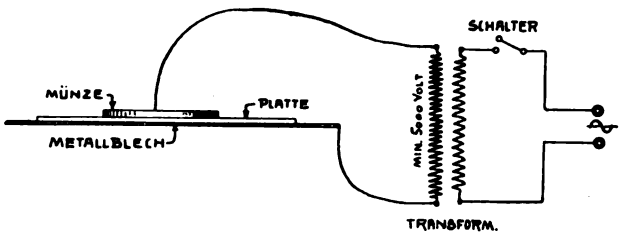


Fig. 1.

spannungsseitig mit dem Netz verbindet, geschlossen und, so rasch dies von Hand aus möglich ist, wieder geöffnet, die Platte entwickelt und fixiert, so erhält man ein Negativ, dessen Kopien ein getreues Bild des Gegenstandes geben. (Zwei oder drei derartige Aufnahmen werden die richtige Expositionszeit ergeben, die in hohem Maße von der zur Verfügung stehenden Spannung abhängig ist.)

Die Erklärung dieser Erscheinung dürfte darauf zurückzuführen sein, daß zwischen den beiden Metallplatten (Kondensator), die durch das Glas der Platte getrennt sind, stille Glimmentladungen stattfinden, die mit einer Emanation von ultravioletten Strahlen verbunden sind, die dann ihrerseits das Bromsilber der Schichte zersetzen; dies dann an Stellen, die einander am nächsten sind am stärksten und umgekehrt, wodurch am Negativ Halbtöne entstehen.

Das Verfahren eignet sich nebenbei sehr gut zum Studium von Koronaerscheinungen, wie ein Blick auf Fig. 2, an den Rändern der Münze, zeigt.

Zur richtigen Ausführung des Versuches seien noch einige praktische Winke gegeben: die Spannung des Transformators darf nicht so hoch gewählt werden, daß der Gegenstand von einem Funken überschlagen wird. Es möge nicht versucht werden, statt einer Platte einen Film zu verwenden, da dessen dielektrische Widerstandskraft sehr gering ist, er demnach sehr leicht durchgeschlagen wird, und der nachfolgende Lichtbogen zu bösartigen Explosionen des Zelluloides führen kann. Der niederspannungsseitig verwendete Schalter muß ein geschlossener sein,

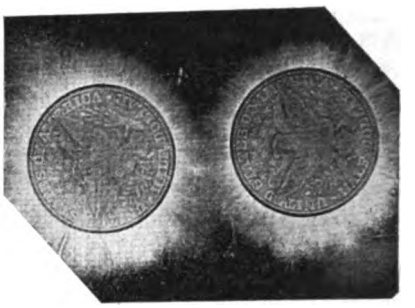


Fig. 2.

da sonst der sich beim Öffnen des Stromes bildende Lichtbogen die offen daliegende Platte verschleiern würde. Endlich möge nicht unterlassen werden, an die nötige Vorsicht zu mahnen, die das Hantieren mit lebensgefährlichen Hochspannungsströmen in einem dunklen Raume erfordert.

Gleiche Ergebnisse lassen sich erzielen, wenn man statt eines Transformators eine einzige Entladung einer sehr kräftigen Leydener-Flasche verwendet; die Ränder der Gegenstände zeigen dann, je nachdem man sie mit dem positiven oder negativen Pol verbunden hat, die bekannten Lichtenbergschen Figuren.

A. Palme, Pittsfield (Mass.).

Rundschau.

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Betriebsergebnisse an Netztransformatoren. D. W. Roper. Die Untersuchungen wurden an einer Übertragungsanlage mit nahezu 15 000 Mastentransformatoren durchgeführt, mit einer Gesamtleistung von 129 056 *kW*. Die Zahl der beobachteten Durchschläge betrug 220, von denen 129 durch Blitzschlag verursacht waren; die Zahl der durchgebrannten Sicherungen beziffert sich mit 1589, hievon 911 durch Blitzschlag, die Zahl der beschädigten Ausschalter mit 409, hievon 77 durch Blitzschlag. Der Verfasser empfiehlt: Alle Schalter und Schutzapparate, einschließlich der Verbindungstafeln sollen möglichst unter Öl arbeiten und gegen Lichtbogenwirkungen geschützt sein. Bei 9878 Transformatoren, deren Verbindungstafeln frei angeordnet waren, brannten 770 Sicherungen, das ist 7·8%, und 77 Wicklungen durch, wobei 36 Klemmenplatten beschädigt wurden. Hingegen wurden von 1648 Transformatoren, deren Klemmentafeln unter Öl oder verkleidet angeordnet waren, nur 56 Sicherungen und 10 Wicklungen durchgebrannt, wobei keine Tafel beschädigt wurde.

Es wird hervorgehoben, daß die erhöhten Kosten dieser Sicherungsmaßnahmen durch die Ersparnisse infolge der geringeren Zahl von Betriebsstörungen vollkommen ausgeglichen werden.

Die Untersuchungen über die zweckmäßige Zahl von Blitzschutzapparaten zeigten folgende Ergebnisse:

Anordnung der Schutzapparate	Verhältnis d. Schutzapparate zur Transformatorzahl 40% Leitungsmast	100% Transformatormast
Zahl der Transformatoren	9878	1500
Zahl der durchgebrannten Sicherungen	770	85
In Prozenten	7·8	5·5
Zahl der beschädigten Transformatoren .	113	6
In Prozenten	1·15	0·39

(Proc. A. I. E. E. Mai 1914.)

Vor- und Nachteile verschiedener Transformatorschaltungen. Ch. Fortescu. **Für niedere Spannungen hat die reine Δ-Schaltung die größte Elastizität; es kann bei Unterbrechung einer Phase der Betrieb mit geringerer Kapazität mit beiden anderen erhalten bleiben. Für höhere Spannungen (über 33 000 *V*) ist die Δ/Y-Schaltung vorzuziehen, wegen der größeren Betriebssicherheit und geringeren Kosten, namentlich beim geerdeten Dreiphasen-Vierleitersystem. Die Gefahr der Spannungserhöhung beim Abschalten, bei Kurzschlüssen und Hochfrequenzschwingungen wird dann auf ein Mindestmaß herab-**

Digitized by Google

gesetzt und die mechanische und elektrische Beanspruchung geringer, als bei der reinen Δ/Δ-Schaltung. Bei der Δ/Y-Schaltung ist die Windungszahl um 27% geringer, die maximale Spannung gegen Erde 57% der Leitungsspannung.

Von 37 Hochspannungstransformatoranlagen mit mehr als 70000 *V* Übertragungsspannung benutzen 22 die geerdete Δ/Y-Schaltung, die übrigen die reine Δ/Δ-Schaltung. Die Hälfte der Anlagen mit Δ/Y-Schaltung ist über Widerstände geerdet, die andere direkt. Die längste Übertragung, die Pacific Light and Power Co. auf 385 *km* Entfernung mit 150000 *V* mit geerdeter Y-Phase, hat an der Hochspannungsseite Δ/Y, an den Niederspannungstransformatoren Δ/Δ-Schaltung, die gleich lange Übertragung der Au Sable Electric Co. reine Δ/Δ-Schaltung an beiden Transformatorgruppen. Die Ontario Hydroelectric Power Co. und Southern Power Co. mit 100000 *V* benutzen seit vier Jahren die Δ/Y-Schaltung an der Hochspannungsseite, desgleichen die 112000 *kW*-Anlage der Mississippi River Power Co. in Keokuk*).

Über das Auftreten der dritten Harmonischen infolge der Hysteresis im Eisen bei verschiedenen Schaltungen berichtet R. C. Clinker**). Bei Y-Schaltung wird nur die Harmonische der Stromwelle und nicht jene der Spannungswelle unterdrückt, während bei Δ-Transformatoren die dritte Harmonische der Spannung unterdrückt werden kann. Bei einem Falle eines Spartransformators mit ungeerdeter Y-Schaltung an der Hochspannungsseite trat die Resonanz zwischen der Spannungswelle in der Leitung und im Transformator infolge der dritten Harmonischen ein. Das gleiche gilt auch für die Scottsche Schaltung bei Zweiphasengeneratoren.

T. S. Eden empfiehlt die Anwendung der geerdeten Y-Schaltung mit Rücksicht auf die Unterdrückung der dritten Harmonischen des Generatorstromes und der geringeren Beanspruchung der Wicklung bei Kurzschlüssen.

Zu ähnlichen Schlußfolgerungen gelangt auch L. F. Blume. Bei Spartransformatoren mit geerdeter Y-Schaltung ist die dritte Harmonische stets zu unterdrücken, um gefährliche Spannungssteigerungen zu vermeiden.

Über Erfahrungen mit geerdeten Neutralleitern beim 60000 *V*-Netz der Pacific Gas Electric Co. berichtete Jollyman, Downing und Baum. Die Drehstromtransformatoren in Y/Δ-Schaltung mit geerdeter Neutralleitung an der Hochspannungsseite besitzen zur Vermeidung der Kurzschlußwirkung Unterbrecher zwischen Erde und Neutralleitung, welche im normalen Betriebe offen sind. Es wird hervorgehoben, daß bei geerdeter Y-Schaltung die Frequenz der Störungen bei Kurzschlüssen, im Gegensatz zur Δ-Schaltung, nicht höher ist, als die Netzfrequenz, so daß der Schaden auf den Fehlerort beschränkt bleibt. Der Betrieb der geerdeten Neutralen erzeugt in den benachbarten Schwachstromleitungen geringere induktive Störungen als bei Δ-Schaltung, da der Spannungsanstieg gegen Erde nie höher als 57% der Leitungsspannung sein kann. (Proc. American Inst. Electr. Eng., Mai 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Verfahren zur Messung der Induktanz. W. M. H. Wilson. Wird eine Induktionsspule *L*, wie in Fig. 1 ersichtlich, mit zwei Widerständen r_1 r_2 verbunden und ein rotierender Unterbrecher (Joubertsche Scheibe) mit mehreren isolierten Kontakten *I* in den Batteriestromkreis *B* eingeschaltet, so liest man bei offenem Schalter *S* am Amperemeter *A* eine deren

Fig. 1.

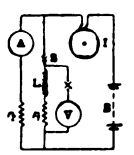
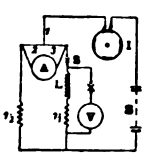


Fig. 2.



Stromstärke A_1 ab, die durch r_2 geregelt wird. Wird der Schalter *S* dann geschlossen, so sinkt die Stromstärke auf den Betrag A_2 infolge der durch Unterbrechung der Magnetisierung im Induktanzkreise erzeugten Induktionsstromes, der den Weg *L*, *S*, *A*, r_2, r_1 nimmt, also dem von der Batterie ausgehenden entgegengerichtet ist. Ist die Zahl der sekundlichen Unterbrechungen *N*, und der Magnetisierungsstrom *J*, so erhält man für die, durch die Induktanz *L* entladene Elektrizitätsmenge:

$$Q = \frac{A_1 - A_2}{N} \quad \text{und} \quad L = \frac{(A_1 - A_2)\,R}{N\,J},$$

worin *R* der Widerstand des gesamten Stromkreises ist. Der Wert für die Magnetisierungsstromstärke ist $J = \frac{V}{r + r_1}$, worin *V* die bei *L* gemessene Spannung und *r* den Ohmschen Widerstand der Induktanz darstellt. Die Stromstärke bei *L* erreicht ihren Maximalwert bei einem bestimmten Wert von $r + r_1$; wobei die Dauer der Unterbrechungen ungefähr dem sechsfachen Werte $\frac{L}{r + r_1}$ entspricht.

Die nach der Stefanschen Formel berechneten Werte für *L* stimmen mit den nach diesem Verfahren gemessenen ziemlich gut überein. Genauere Resultate werden erhalten, wenn die in Fig. 2 angegebene Schaltung des Amperemeters mit den Nebenschlußwiderständen 1, 2, 3 gewählt wird; diesen Widerständen entsprechen die Ablesungen a_1, a_2 und $a_3 = \frac{a_1}{a_2 - a_1} \cdot a_1$. Wird die Induktanz *L* durch einen Kondensator ersetzt, so ist dessen Kapazität $\frac{(A_2 - A_1) \times 10^6}{N\,V}$ mfd. und kann nach der angegebenen Methode direkt gemessen werden. (The Electr. 29. 5. 1914.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Elektrischer Antrieb bestehender Walzenstraßen. L. Rothera. Bei der Umwandlung auf elektrischen Betrieb sind die Wirtschaftlichkeit, Raumverhältnisse und Antriebsweise maßgebend. Die Wirtschaftlichkeit hängt von den Kosten der elektrischen Energie ab, die in der Regel für diesen Zweck zwischen 3 und 10 h pro *kWh* schwanken, der untere Grenzwert gilt bei Hochofen- und Koksofenabgase, der obere für Abdampfanlagen, die mit den Rauchgasen geheizt oder mit dem Abdampf der Hauptturbinen gespeist werden. Bei der Raumfrage kommt der Wegfall der Rohrleitungen und die Möglichkeit des elektrischen Antriebs aller Hilfsmaschinen in Betracht; ein weiteres Moment ist die höhere Überlastbarkeit, daher geringere Normalleistung des Elektromotors im Vergleich mit dem Dampfantrieb, ferner das gleichmäßigere Drehmoment, daher bessere Qualität des Produktes und die bessere Regulierfähigkeit, das leichtere Anlassen und Abstellen und die geringeren Energieverluste des Elektromotors, endlich die leichtere Erweiterung und Kontrolle der elektrischen Anlagen.

Der Antrieb kann zweckmäßig (bei Tourenzahlen bis 100 p. M.) unmittelbar durch den gekuppelten Elektromotor erfolgen, wodurch die Transmissionsverluste in Wegfall kommen, abgesehen von den hohen Raumerfordernissen und Instandhaltungskosten des Seilantriebes; bei höheren Tourenzahlen erscheint die Verwendung von Zahnradvorgelegen zweckmäßig. Die Forderung eines möglichst geringen Zeitverlustes bei der Umwandlung macht allerdings die Anwendung des bereits bestehenden Seilantriebes oft erforderlich. Die Frage des Schwungradgewichtes hängt von der Regulierfähigkeit des Motors ab, welcher in vielen Fällen ein höheres Gewicht als der Dampfantrieb erfordert; es erscheint zumeist zweckmäßig, das Schwungrad direkt mit der Walzenstraße zu kuppeln, da dasselbe die Schwankungen dann unmittelbar aufnimmt und der Motor gleichmäßiger belastet wird. (The Electr. 22. 5. 1914.)

Elektrische Apparate.

Elektromagnetischer Hammer. L. Schüler. Es ist lange bekannt, die Zugkraft von Elektromagneten zur Erzeugung von Schlagwirkungen zu benutzen. Die erforderliche Unterbrechung des Erregerstromes nach jedem Hub macht aber dieses Verfahren für den Gebrauch unmöglich. Um dies zu vermeiden, hat der Verfasser ein Verfahren angegeben, bei dem das magnetische Feld nicht durch Öffnung von Kontakten, sondern durch magnetische Beeinflussung zum Verschwinden gebracht wird. Dies ist bei Anwendung von Wechselstrom leicht möglich, wenn durch einen Unterbrecher der Stromkreis der Erregerspule im Synchronismus mit dem Wechselstrom unterbrochen wird. Der Stromkreis wird im Spannungsnullpunkt geschlossen, der Schlag erfolgt und der Strom bleibt durch die Dauer einer vollen Periode bestehen. Die Unterbrechung geschieht dann in der Nähe des nächsten Spannungsnullpunktes, also funkenlos. Der Rückweg des Ankers wird durch eine Feder veranlaßt und dafür die Zeitdauer von zwei Perioden eingeräumt: mit der vierten Periode beginnt das Spiel von neuem. Bei 50 ∼ ergibt sich also eine Schlagzahl von 16⅔ pro Sekunde. Es empfiehlt sich einen sechspoligen Generator zu verwenden, so daß die auf seiner Welle angeordnete Kontaktscheibe von den 3 Perioden pro Umdrehung immer eine für den Schlag benutzt. Natürlich können durch drei um 120° versetzte Kontaktvorrichtungen drei Hämmer betätigt werden.

*) Siehe E. u. M. 1912, S. 145 und 1913, S. 645.

**) Siehe E. u. M. 1914, S. 470, 494 und 513.

Digitized by Google

Die Form des Magneten zeigt Fig. 3. Eine Kernhälfte *a h* ist mit dem Joch *b c* verbunden, die andere Hälfte *g* dient als Anker und wird mit engem Spiel *d* durch das Joch durchgeführt. In Wirklichkeit wird die geradlinige Ankerbewegung in eine schwingende, um eine außerhalb gelegene Achse umgewandelt, der Anker schlägt dann auf den in einer Bohrung des Kernes *a*, *b* angebrachten Meißel auf.

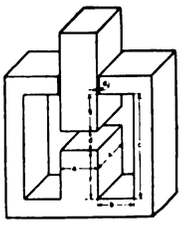


Fig. 3.

Bei der Berechnung des Hammers geht man von der Leistung eines Drucklufthammers aus, der mit 5 bis 7 Atm. auf 4 cm² wirkt und 3 cm Hub macht. Die Nutzarbeit eines Schlages ist 4·7 *W*-Sek., also bei 25 Schlägen 118 *W*; der Luftverbrauch ist 0·3 m³ pro Min., die Antriebsleistung im Kompressor 1·2 *kW*, der Wirkungsgrad 10%. Die Nutzarbeit eines elektrischen Schlagwerkzeuges bei 50 ∼ ist 118 : 16·7 also 7 *W*-Sek. = 0·71 kgm; bei 1·5 cm Hub gibt das 47 kg Zugkraft was bei *B* = 12 000 und 8·3 cm² Querschnitt des Eisenkernes erreicht werden kann; der Anker wiegt nur 0·4 *kg*. Um ihn in 0·04 Sek. zurückzuziehen, muß die Feder 0·76 kg (1·85 *W* pro Sek.) ausüben. Diese Energiemenge geht beim Aufschlagen verloren.

Bei der Dimensionierung muß natürlich auf die Streuung gerechnet werden, die sich auch durch Verzögerung des Nutzfeldes kenntlich macht. Die genaue Berechnung mit voller Berücksichtigung der Streuung ist nicht möglich, es wird daher nur der annäherungsweise Berechnungsgang angegeben. Ebenso müssen die Eisenverluste in Rechnung gezogen werden. Die Nutzarbeit berechnet sich mit 7·3 *W*-Sek., entsprechend einer Abgabe von 122 *W*; bei jedem Schlag werden 12·5 *W*-Sek. oder pro Sek. 208 *W* aufgenommen. Der Wirkungsgrad ist also annähernd 60%, was sich auch durch Berechnung der Einzelnverluste ergibt. Von dem Gesamtgewicht 3·7 *kg* des aktiven Materiales entfallen 1·8 auf das Eisen, 1·9 auf das Kupfer, der ganze Hammer wiegt 6 kg (gegen 5 kg des Drucklufthammers.) Für die Abkühlung sind 10·8 cm² pro *W* vorhanden.

(E. T. Z. Hefte 20 u. 21, 1914.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Der Einfluß von Verunreinigungen des Elektrolyten auf die elektrolytische Ventilwirkung des Aluminiums. G. Schulze. Da nach einem Gleichrichter für niedrige Spannungen und geringe Stromstärken ein lebhaftes Bedürfnis besteht, wird immer wieder versucht, brauchbare elektrolytische Gleichrichter herzustellen. Denn der Quecksilbergleichrichter kann dieses Bedürfnis nicht befriedigen, da er unterhalb 2 bis 3 *A* nicht mehr selbsttändig zu arbeiten vermag und bei seinem konstanten Verlust von 15 *V* unökonomisch ist. Als Ventilmetall kommt nach wie vor nur Aluminium in Frage. Dieses hat nun den Übelstand, daß es nur in einem einzigen Elektrolyten brauchbare Ventilwirkung zeigt und daß diese durch Verunreinigung des Elektrolyten mit Salzen, in denen es keine Ventilwirkung hervorruft, gestört wird. Es war daher von Interesse, festzustellen, wie groß denn die Verunreinigungen sein dürften, ehe sie beginnen, schädlich zu wirken. Untersucht wurde der Einfluß von Verunreinigungen einer gesättigten Boraxlösung durch Na Cl, Na NO_3, Na OH, K Mn O_4 auf die Formierungskurven von Aluminium. Am schädlichsten ist Na Cl, von dem bereits 0·5‰ eine deutliche Störung bewirkt. Da diese Störungen durch das Cl-Ion hervorgerufen werden und die Br-, I-, F-Ionen ähnlich wirken, empfiehlt es sich, Elektrolyte, die sich auf Zusatz von Ag NO_3 trüben, zu verwerfen. Bei Na NO_3 und K Mn O_4 darf die Verunreinigung etwa 1% betragen. Verunreinigungen mit Na OH sind am wenigsten gefährlich. In größerer Menge rufen sie jedoch durch allmähliches Auflösen des Aluminiums Störungen hervor. (Z. f. Elektroch., Heft 10, 1914.)

Galvanische Metallniederschläge. Auf der Hauptversammlung der American Electrochemical Society am 16. bis 18. April 1914 wurde über Herstellung von galvanischen Metallniederschlägen berichtet.

O. P. Watts und A. C. Shape berichten über die Versuche mit 42 verschiedenen organischen Zusätzen zu Zinkbädern. Der Elektrolyt hatte eine saure Reaktion und enthielt 25% Zn SO_4. 7 H_2O. Der Zusatz der organischen Substanz betrug 1 g pro l. Die Elektrolyse erfolgte bei 22° C mit einer Zinkanode und einer Eisenkathode bei einer Stromdichte von 1·1 *A* pro dm². Der größte Teil der zugesetzten Stoffe hatte eher einen schädlichen als günstigen Einfluß auf die Beschaffenheit der ausgeschiedenen Zinkschichte. Gewöhnlich bildeten sich vertikale Streifen. Als günstig erwiesen sich Eikonogen, Pyrogallol und Betanaphtol.

F. C. Mathers und H. M. Marble beschäftigen sich mit Kadmium. Die elektrolytischen Niederschläge aus Lösungen von Kadmiumazetat, Bromid, Jodid, Sulphat, Phosphat und Chlorid waren rauh und kristallinisch. Ein Bad, bestehend aus 4% Kadmium als Chlorid, 10% Ammoniumchlorid, 5% Salzsäure und 0·1% Pepton gab einen ziemlich glatten, fein kristallinischen Niederschlag. Ein Bad von derselben Zusammensetzung aber mit einem weiteren Zusatz von 10% Eisenchlorid lieferte noch bessere Resultate. Die Lösungen von Fluorid, Fluosilikat, Fluoborat oder Perchlorat mit 4% Kadmium, 0·5 bis 5% freier Säure und 0·2 g Pepton, Leim oder Phloridzin oder 4 Tropfen Nelkenöl gaben ausgezeichnete Niederschläge. Es sind dieselben Zusätze, die sich auch bei der elektrolytischen Abscheidung von Blei bewährt haben. Das Kadmium ist schwieriger in glatter Form zu erhalten als das Blei.

C. W. Bennett, H. C. Kenny und R. P. Duggliss erhielten mit galvanischen Niederschlägen von Nickel folgende Resultate: Einen guten Nickelniederschlag kann man aus Doppelsulphat gewinnen, wenn die Lösung an der Kathodenoberfläche alkalisch gehalten wird. Die Ausscheidung wird eingeleitet und erhalten durch Zusatz einer bestimmten Ammoniakmenge zu der Lösung. Durch heftiges Umrühren des Bades kann man den alkalischen Überzug an der Kathode zerstören und den Niederschlagseffekt herabsetzen. In sauren Lösungen scheidet sich darum das Nickel nur dann aus, wenn durch Verarmung der Lösung an Wasserstoffionen dieselbe erst alkalisch wurde. Der Eisengehalt des Nickelniederschlages ist an rotierender Kathode größer als an unbeweglicher.

C. W. Bennett und A. W. Dawison berichten über die galvanische Herstellung von Messing. Die Abscheidung von Messing aus Zyanidlösungen wird vermutlich durch zwei Faktoren bewirkt: 1. Das Bestreben der Potentiale von Kupfer und Zink, in der Zyanidlösung gleich zu werden und 2. Erhöhung des Potentials des edleren Metalls durch Verarmung. Der letztere Faktor ist bei der Benutzung schnell rotierender Kathoden praktisch ausgeschaltet. An rotierender Kathode konnte kein gutes Messing erhalten werden. Die Brüchigkeit der Legierung rührt wahrscheinlich von okkludierten Verunreinigungen her. Der Effekt der Verarmung wird dadurch bewiesen, daß man Messing nur bis zu einer bestimmten Geschwindigkeit der Kathodenrotation erhalten kann; bei Überschreitung dieser Geschwindigkeit scheidet sich nur Zink allein aus.

(Metallurg. Chem. Eng. Heft 5, 1914.)

Elektrodenähnliches Verhalten wasserunmischbarer organischer Substanzen. R. Beutner hat folgende interessante Feststellung gemacht: Durch zwei gleich konzentrierte wässerige Lösungen zweier Elektrolyte, welche durch eine Schicht einer wasserunmischbaren organischen Substanz (von elektrolytischem Leitvermögen) getrennt sind, wird eine EMK erzeugt, die von den Teilungskoeffizienten dieser beiden Salze zwischen Wasser und der organischen Flüssigkeit gemäß der elektromotorischen Phasengrenzregel abhängt. Bei Ketten, welche ein Hydrochlorid einer organischen Basis in der einen und Na Cl in der anderen Salzlösung enthalten, ist die erstere Lösung stets negativ. Substanzen mit relativ hohen Verteilungskoeffizienten rufen eine zeitliche Irreversibilität der Potentialdifferenz hervor. Wie vom Verfasser in einer früheren Mitteilung (Z. f. Elektrochemie 1913, 319 u. 467) experimentell nachgewiesen wurde, sind diese EMKe. von ähnlicher Größenordnung wie diejenigen von Ketten aus Metallen und Salzlösungen, und damit ist eine Erklärung für das Zustandekommen der erheblichen EMKe. gefunden, welche von lebenden Geweben hervorgerufen werden. (Z. f. physik. Ch., 5. 5. 1914.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Elektrisches Kochen und Heizen an Bord von Kriegsschiffen. H. J. Mauger. Die elektrischen Koch- und Heizapparate finden bei der amerikanischen Kriegsmarine zunehmende Verwendung und sollen in Hinkunft allgemein eingeführt werden. Das Kriegsschiff „Texas" mit 715 (maximal 1070) Mann Besatzung hat 15 elektrische Kochherde und 2 Backöfen, mit welchen versuchsweise ein mittlerer Verbrauch von 1258 *kWh* oder 1·7 *kWh* pro Person und Mahlzeit erzielt wurde, der jedoch auf 1·25 *kWh* herabgesetzt werden kann, wenn der Verbrauch der Mannschaft (ohne Offiziere) als Grundlage dient. Der Leistungsfaktor beträgt 50%, das Verhältnis des maximalen Bedarfes zum Anschlußwert rund 50%. Bei einer Maximalbelastung von 90 *kW* betrug der mittlere Bedarf der Mannschaftsküche 21·2 *kW*, der Belastungsfaktor somit 24%. Von 15 Kochherden waren nur 8 ständig in Benutzung, mit 240 *kWh* täglichem Energieverbrauch. Jeder Kochherd hat 8 Heizplatten von insgesamt 0·6 *m*² Heizfläche; unterhalb der Heizplatten eines Kochherdes sind zwei Siedekessel von 0·45 × 0·6 *m* und zwei Rostöfen von 0·45 × 0·7 × 0·4 *m* angeordnet. Jede Heizplatte nimmt maximal 1750 *W*, die Siedekessel 4000 *W* und die Rostöfen 4800 *W* auf; die Gesamtbelastung aller Öfen beträgt 31·6 *kW* und genügt für die gleichzeitige Herstellung von 34 *kg* Fleisch pro Kochherd. Die Heizplatten der Kochherde bestehen (nach „El. World") aus wellenförmigen Widerstandselementen, die zwischen Glimmerscheiben eingebettet und in zwei Gruppen in Reihe geschaltet sind. Die Kesselheizelemente sind als offenliegende Spiralen ausgebildet. Die

Digitized by Google

Temperatur der Heizplatten kann in 20 Minuten auf den Höchstwert gebracht werden, wobei die Platten fünf Minuten nur in der Anlaßschaltung verbleiben. Die Backöfen verbrauchen 16 *kW* und liefern je 100 Laib Brot pro Tag. Als weitere Vorteile des elektrischen Kochens gelten die wesentliche Raum- und Gewichtsersparnis im Vergleich mit Kohlenherden, abgesehen von der größeren Reinlichkeit und Bequemlichkeit. Auch die elektrische Raumheizung bietet wesentliche Vorteile hinsichtlich Regulierbarkeit und Raumbedarf im Vergleiche mit der Dampfheizung.

(Proc. A. I. E. E., Mai 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über die Berührungselektrizität von Gasen gegen leitende und nichtleitende Flüssigkeiten. Alfred Coehn und Hermann Mozer, Göttingen. Für die Berührungselektrizität von Nichtleitern gilt ausnahmslos der von Coehn formulierte Satz, daß Stoffe von höherer Dielektrizitätskonstante bei der Berührung mit Stoffen von niederer Dielektrizitätskonstante sich positiv laden. Der Satz trifft in voller Strenge nur für Nichtleiter zu. Mit zunehmender Leitfähigkeit der Flüssigkeiten treten Ionenphänomene hinzu, die schließlich die völlige Umkehrung des Ladungssinnes bewirken können. Die bisherigen einschlägigen Arbeiten bezogen sich im Wesen auf die Berührungselektrizität zwischen festen und flüssigen Nichtleitern; es war daher von Interesse, die Untersuchung auf Gase auszudehnen und die Elektrizitätserregung zu betrachten, die beim Fallen von Flüssigkeiten durch Gase bezw. beim Durchperlen von Gasen durch Flüssigkeiten auftritt. Es sind hierüber bereits Arbeiten geliefert worden, doch wurde bisher keine Gesetzmäßigkeit aufgefunden, da Leiter und Nichtleiter nicht getrennt beobachtet wurden. Die letzte Untersuchung von Coehn und Mozer stellt sich vor allem die Aufgabe, festzustellen, ob für die Berührung von Gasen mit nichtleitenden Flüssigkeiten das eingangs zitierte Gesetz gilt und welchen Einfluß auf die entstehende Ladung der Zusatz von elektrolytischen Leitern ausübt. Es ergab sich, daß die erste der beiden Fragen zu bejahen ist, und zwar sowohl für reine Flüssigkeiten als auch für Lösungen von Nichtleitern in Wasser. Der in der zweiten Frage erwähnte Einfluß besteht darin, daß mit zunehmender Konzentration die negative Ladung des Gases und die positive der Flüssigkeit immer mehr herabgesetzt wird, bis bei einer bestimmten Konzentration eine Umkehrung des Ladungssinnes eintritt. Die Umkehrpunkte wurden für verschiedene Elektrolyte beim Durchperlen von Sauerstoff und Wasserstoff untersucht und als Gesetzmäßigkeit mit Sicherheit konstatiert, daß bei der Anwesenheit von Säuren die Änderung des Ladungssinnes in weit geringerer Konzentration stattfindet als bei der Anwesenheit von neutralen Salzen oder Alkalien. In bezug auf die Frage, ob nur Elektrisierung oder auch Ionisierung des Gases vorhanden ist, das heißt ob bei der Ladung Null überhaupt keine geladenen Träger oder beide Träger in gleicher Anzahl vorhanden sind, konnte folgendes festgestellt werden. Bei allen flüssigen Nichtleitern, reinen Flüssigkeiten sowohl als wässerigen Lösungen, treten im Gase nur negative, keine positiven Träger auf. Diese erscheinen jedoch bei Anwesenheit von Elektrolyten mit zunehmender Konzentration, so daß also beim Nullpunkte beide Träger in gleicher Anzahl vorhanden sind. Durch die Überführung der Gasbläschen in Röhren und durch elektrostatische Ablenkung eines im Wasser aufperlenden Gasstromes konnte bewiesen werden, daß die Gase sich nicht etwa erst beim Durchbruche durch die Oberfläche laden. Die gefundenen Tatsachen gestatten, einige Vorgänge bei der elektrolytischen Gasentwicklung zu erklären. (Ann. d. Phys. Nr. 7, 1914.)

Über die Gültigkeit der thermodynamischen Beziehungen für Peltierwärme und Thomsonwärme und über die galvano- und thermomagnetischen Effekte bei variablen Leitern. G. Gottstein, Freiburg i. B. Bei der Bestimmung der Peltierwärme kurzer Stäbe von variablen Leitern ist zu beachten, daß die Peltierwärme ein Temperaturgefälle erzeugt, das einen Ausgleich der erzeugten Wärme durch Leitung des Stromträgers selbst begünstigt und daß die Joulewärme bei variablen Leitern sehr groß ist. Bei Metallen kann das Temperaturgefälle durch Verwendung langer dünner Drähte auf ein Minimum herabgedrückt werden. Wegen der Sprödigkeit der untersuchten Materialien und wegen der Schwierigkeit, große Stücke rein zu erhalten, war es jedoch notwendig, an dicken kurzen Stäben den Peltiereffekt zu messen und eine Methode anzuwenden, die die Wärmeleitung beseitigt. Beide Lötstellen erhalten gleiche Temperatur, wenn auf der einen Seite durch Heizung die doppelte Wärme erzeugt wird, als auf der anderen Seite durch Peltierwirkung entsteht, in welchem Falle auch die Joulewärme ohne Einfluß ist. Die von P. Curie und Laborde zur Wärmeentwicklung der Radiumsalze angewandte Methode, die eine Abänderung der Anordnung von Pfaundler zur Bestimmung der spezifischen Wärme darstellt, erfüllt diesen Zweck und wurde von H. C. Barker und E. Oosterhuis bereits für die Messung des Peltiereffektes von Metallen angewendet. Für variable Leiter mußte sie entsprechend modifiziert werden. Die Versuche hatten folgendes Resultat: Die thermodynamische Beziehung zwischen Peltiereffekt P und Thermokraft $e = -\frac{P}{T}$ ist bei variablen Leitern (auf etwa 6%) gut erfüllt. Die Gleichung zwischen der Thomsonwärme m und der Temperaturveränderung der Thermokraft $\frac{de_{12}}{dt} = \frac{m_2 - m_1}{T}$ ist qualitativ, aber nicht genau quantitativ gültig. Da aber bei den untersuchten variablen Leitern (Molybdänglanz, Silizium, Graphit) der irreversible Vorgang, die Wärmeleitung, die Elektrizitätsleitung weit mehr übertrifft als bei Metallen, die thermodynamischen Beziehungen hingegen fast gerade so gut gelten, so kann für die Differenzen bei Metallen wie variablen Leitern nicht die Wärmeleitung verantwortlich gemacht werden. Ferner wurden an den drei obengenannten variablen Leitern der Halleffekt und Ettinghauseneffekt gemessen, ebenso an Silizium noch Nernst- und Leduceffekt. Die Korrektion und Reduktion auf den isothermen Halleffekt, die sehr groß sind, wurden berücksichtigt. Die elektronentheoretischen Beziehungen zwischen Halleffekt, Ettinghauseneffekt und Widerstand der variablen Leiter wurden durch das Experiment bestätigt. (Ann. d. Phys. Nr. 7, 1914.)

Strahlungslehre.

Eine Röntgenröhre mit reiner Elektronenentladung. Da die bisher in der Praxis verwendeten Röntgenröhren recht bemerkenswerte Mängel besitzen, so kommt der Nachricht, daß neuerdings eine neue Röntgenröhre auf den Markt gebracht wird, die bemerkenswerte Unterschiede und Verbesserungen besitzt, für die weitere Entwicklung der Röntgentechnik die größte Bedeutung zu. Die neue Röhre, die von der General Electric Company hergestellt wird, ist in ihrem Prinzip von W. D. Coolidge angegeben.

Bei den von einer Röntgenröhre ausgehenden Strahlen hat man zwischen zwei Eigenschaften zu unterscheiden, zwischen ihrer Intensität und ihrer Härte. Die Intensität ist in erster Linie abhängig von der durch die Röntgenröhre fließenden Stromstärke, die ihrer Größenordnung nach in Milliampere gemessen wird. Nach den Untersuchungen Laues u. a. sind die Röntgenstrahlen den Lichtstrahlen nahe verwandt und unterscheiden sich von ihnen im Grunde nur durch ihre Wellenlänge. Es hat sich ergeben, daß die Wellenlängen der Röntgenstrahlen außerordentlich klein sind und daß man bei ihnen genau so von einem Spektrum sprechen kann, wie man es bei den gewöhnlichen Lichtstrahlen gewohnt ist. Die von einer Röntgenröhre ausgehenden Röntgenstrahlen bestehen also aus einem Gemisch von Strahlen sehr verschiedener Wellenlänge, deren Zusammensetzung ganz von den Eigenschaften der Röhre, dem Grade ihrer Evakuation, der Betriebsform und dem Antikathodenmaterial usw. abhängig ist. Man nennt eine Röhre hart, wenn in dem Gemisch der Anteil der Strahlen kurzer Wellenlänge groß ist und weich, wenn die langen Wellenlängen überwiegen. Man kann bei der Konstruktion der Röhren einen bestimmten Härtegrad dadurch erreichen, daß man das Innere der Röhre verschieden weit auspumpt: Je mehr die Luft entfernt ist, desto härter ist die Röhre. Die nach diesem Prinzip konstruierten Röhren werden demnach von der liefernden Firma mit einem bestimmten Härtegrad versehen und es wäre zu wünschen, daß dieser Härtegrad beim Betriebe bestehen bleibt. Das ist aber durchaus nicht der Fall. Werden zum Beispiel bei starker Belastung die Elektroden sehr erhitzt, so werden die in den Elektroden durch Okklusion gebundenen Gasreste frei; der Druck wird geringer und damit die Röhre weicher. Findet aber, was in den meisten Fällen geschieht, an den Elektroden eine Metallzerstäubung statt, so wird das Gas dabei vom zerstäubten Metall okkludiert und die Röhre wird härter.

Der Härtegrad einer der heute üblichen Röntgenröhren ist demnach niemals ein wohl definierter, er weist zum Teile sprunghafte Änderungen auf, die oft während des Betriebes auftreten, so daß in dieser Beziehung die bisher üblichen Röntgenröhren in keiner Weise ein Ideal darstellen. Man hat natürlich diesem Übelstande durch mancherlei, zum Teil recht geschickte Einrichtungen zu steuern gesucht. Aber alle die Vorrichtungen sind doch im Betriebe recht unhandlich, so daß eine Einrichtung, die gerade in dieser Beziehung einen Fortschritt bedeutet, in der Praxis ganz besonders begrüßt werden wird.

Dazu kommt noch ein zweiter Punkt. Die von der hohlspiegelförmigen Kathode ausgehenden Kathodenstrahlen treffen auf der Antikathode in einem Punkt zusammen, der so scharf wie möglich zu machen ist, wenn anders die Röntgenaufnahmen an Schärfe verlieren sollen. An dieser Stelle findet aber eine außerordentlich starke Erhitzung der Antikathode statt, die nicht über ein bestimmtes Maß gesteigert werden darf. Bei zu stark belasteten Röhren wird daher diese Stelle der Antikathode zuerst zum Schmelzen gebracht. So weit darf man aber den Strom

Digitized by Google

nicht steigern und die Belastbarkeit der bisher gebauten Röhren ist durch diesen Punkt ganz wesentlich beschränkt. Auch die verschiedenen Kühlmethoden, die für manche Zwecke recht gute Resultate geliefert haben, haben nur die Belastbarkeit einen kleinen Schritt weiter bringen helfen.

Die Coolidgesche Röhre verspricht nach den ersten Veröffentlichungen diese beiden Übelstände zu beseitigen. Bei der neuen Röhre soll es möglich sein, den Härtegrad in weiten Grenzen beliebig zu ändern und zugleich die Belastung wesentlich zu steigern. Dabei weicht das Grundprinzip vollkommen von dem der bisher üblichen Röhren ab. Bei den alten Röhren war die Entladung durch die Röhre eine selbständige Entladung. In der Röhre befinden sich immer einige freie Elektronen. Wird nun eine hohe Spannung an die Elektroden der Röhre gelegt, so werden diese negativen Elektronen von der Anode angezogen und damit stark beschleunigt. Bei ihrem Fluge zur Anode treffen sie auf die in ihrem Wege liegenden Gasmoleküle, zertrümmern sie und bilden so durch Stoß neue Elektronen, die am Stromtransport teilnehmen und durch Stoß das Innere der Röhre weiter ionisieren. Diese Entladungsart schafft sich also selbst erst die für den Stromdurchgang nötigen kleinsten Elektrizitätsteilchen, ist also eine selbständige Entladung und sehr eng an den Druck, unter dem der Gasrest in der Röhre steht, gebunden. Würden überhaupt keine Gasmoleküle vorhanden sein, so wäre diese Entladungsform nicht möglich.

Coolidge pumpt bei seiner Röhre das Innere so weit aus wie möglich und setzt an Stelle der selbständigen Entladung eine unselbständige, das heißt, er erzeugt die Elektronen, die bei dem alten Verfahren durch Stoßionisation gebildet wurden in der vollkommen luftleeren Röhre, auf eine andere Weise, und zwar verwendet er die allgemein bekannte und vielfach in der Physik verwendete Tatsache, daß von einer Metalloberfläche, die irgendwie zum Glühen gebracht wird, Elektronen ausgesandt werden. Er benutzt einen Draht aus Wolfram in Form einer flachen Spirale, setzt ihn an die Stelle der Kathode und heizt ihn durch einen Hilfsstrom von 3 bis 5 *A*. Der Draht hat einen Durchmesser von 0·216 mm und eine Länge von 33·4 mm; die Spirale hat 5·5 Windungen und einen äußeren Windungsdurchmesser von 3·5 mm. Der Kathode gegenüber befindet sich die Antikathode, die zu gleicher Zeit als Anode dient und aus einem massiven Wolframstück von 100 g besteht.

Die Röhre wird bei der Herstellung sehr sorgfältig so weit evakuiert, wie irgend möglich. Beim Auspumpen hat man sehr darauf zu achten, daß die in den Metallteilen okkludierten Gasreste beseitigt werden. Man erhitzt daher die Röhre und leitet während der Evakuation einen möglichst starken Strom durch sie hindurch und erreicht so schließlich das für den Betrieb der neuen Röhre nötige Vakuum. Die Schaltung ist einfach. Der Heizstrom für die Glühspirale wird einer kleinen Akkumulatorenbatterie unter Vorschaltung eines geeigneten Widerstandes entnommen. Als Hochspannungsquelle wird einer der bekannten Hochspannungsgleichrichter empfohlen, und zwar wird die Spannung mit dem negativen Pol an die Heizspirale, mit dem positiven Pol an die Antikathode gelegt.

Die Vorteile, welche diese neue Röntgenröhre besitzen soll, sind: Große Belastbarkeit und die Möglichkeit einer schnellen Änderung der Härte, und zwar geschieht das letztere durch Änderung der an der Röhre liegenden Spannung. (G. E. Review 17, p. 104, 1914.)

Anmerkung des Referenten: Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß bereits vor einiger Zeit von Lilienfeld und Rosenthal eine „Röntgenröhre von beliebig und momentan einstellbarem, vom Vakuum unabhängigem Härtegrad" beschrieben ist, die im Grundprinzip fast vollkommen der Coolidgeschen Röhre entspricht. In ihrer Originalpublikation (Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, Band XVIII, p. 256) schreiben sie: „Bei der vorliegenden Neukonstruktion wird aber diese Leitfähigkeit unabhängig von der Gasdichte der in der Röhre enthaltenen Gasreste durch einen eigenartigen Vorgang in beliebigem Maße hergestellt. Dieser Vorgang ist technisch dadurch möglich, daß zwischen einer genügend hoch erhitzten Kathode aus schwer schmelzbarem und schwer sublimierendem Metall einerseits und einer Anode gewöhnlicher Art eine Entladung im Vakuum erzeugt werden kann mit niedriger Spannung. Die Glühkathode kann dabei nach Wehnelt mit Erdalkalioxyden überzogen sein. Ich habe nun gefunden, daß diese Primärentladung im höchsten erreichbaren Vakuum, also einem Vakuum, bei dem keine Schliffe und Kittungen zur Abdichtung angewendet werden und das durch alle verfügbaren Hilfsmittel so weit getrieben ist, in dem Röhreninnern eine Leitfähigkeit erzeugt. Diese Leitfähigkeit ist es nun, welche, wie bereits erwähnt wurde, in meiner Neukonstruktion an die Stelle der bei den üblichen Röhren durch die Gasfüllung gegebenen Leitfähigkeit tritt".

Danach entspricht die Konstruktion von Lilienfeld und Rosenthal im Grundprinzip der oben beschriebenen von Coolidge. Ob dem deutschen oder dem englischen Forscher die Priorität zukommt, können wir nicht entscheiden. Wichtig für die Ärztewelt und nicht zum mindesten auch für die experimentelle physikalische Forschung, die gerade in der letzten Zeit der Erforschung des Wesens der Röntgenstrahlen ihr Hauptinteresse zugewandt hat, ist auf jeden Fall die Tatsache, daß ihr ein neues und, falls die Zukunft hält, was die ersten Nachrichten versprechen, recht bedeutungsvolles Werkzeug in die Hand gegeben ist. *P. Lg.*

Literatur-Bericht.

Das Entwerfen und Berechnen der Verbrennungskraftmaschinen und Kraftgasanlagen. Hugo Güldner. Dritte Auflage. 789 Seiten, 1282 Textfiguren, 35 Konstruktionstafeln und 200 Zahlentafeln. J. Springer, Berlin 1914.

Die dritte Auflage dieses zu den klassischen Werken auf dem Gebiete des Gasmaschinenbaues gehörenden Buches stellt eine Neubearbeitung der älteren Auflage unter dem Gesichtspunkte dar, daß infolge des wachsenden Einflusses der Gleichdruckmaschine es geboten schien, die letztere sowie die ältere Verpuffungsmaschine wärmetheoretisch und konstruktiv gleichmäßig zu behandeln. Das Buch zerfällt nunmehr in fünf Teile, denen ein geschichtlicher, theoretischer und praktischer Anhang angeschlossen ist.

Der erste, von den Arbeitsverfahren und Arbeitstakten handelnde Teil hat keine wesentlichen Veränderungen erfahren; um so mehr aber der zweite, der sich mit dem Entwerfen und Berechnen der Verbrennungskraftmaschinen befaßt und unter anderem um einen die Wirtschaftlichkeit der Maschinenbaustoffe erläuternden Abschnitt bereichert worden ist. Die Bauteile sind bedeutend ausführlicher behandelt und in ihren Abweichungen entsprechend den beiden Systemen des Verpuffungs- und Gleichdruckverfahrens auseinandergehalten. Insbesondere werden die Brennstoff- und Luftpumpen, die Kühler für die letzteren und die Einblaseorgane der Gleichdruckmaschinen ausführlich besprochen. Der dritte Teil ist den Brennstoffen, der vierte der motorischen Verbrennung gewidmet, welch letztere eine besonders eingehende Verarbeitung, sowohl was die gegenwärtige Beurteilung der Verbrennungsvorgänge in der Verpuffungsmaschine als auch die Mischungs- und Verbrennungsvorgänge in der Gleichdruckmaschine anbelangt, erfahren hat. Der fünfte Teil endlich betrifft die Bauarten und Betriebszahlen von zeitgemäßen Verbrennungskraftanlagen und weist eine bedeutende Erweiterung in der Aufnahme von Ausführungsbeispielen auf, die zwölf ortsfeste Anlagen mit Verpuffungs- und zehn mit Gleichdruckölmaschinen umfassen. In den Abschnitten über die fahrbaren und selbstfahrenden Maschinen wurde den modernen Errungenschaften auf den Gebieten des Automobilismus, der Aviatik und des Lokomotivbaues Rechnung getragen. Ganz umgearbeitet wurde auch der praktische Anhang, der zuerst die Regeln für Leistungsversuche an Gasmaschinen und Gaserzeugern, sodann die Grundsätze für die Aufstellung und Benutzung von Verbrennungskraftanlagen und schließlich die Feuersicherheitsvorschriften im Deutschen Reiche wiedergibt.

Obwohl die neue Auflage an Text, Figuren und Tafeln eine bedeutende Erweiterung erfahren hat, ist doch der Übersichtlichkeit und Handlichkeit des Werkes, dessen gediegene Ausstattung nicht erst hervorgehoben zu werden braucht, kein Abbruch getan worden, und man kann dieses Buch mit Recht als unentbehrlich für alle bezeichnen, die durch Studium oder Beruf auf dem Gebiete des Gasmaschinenbaues tätig sind.

Russmann.

Wie lerne ich skizzieren? Von Prof. Ad. Vieth, Regierungsbaumeister a. D. und Oberlehrer am Technikum Bremen. 33 Tafeln mit 264 Abbildungen im Text. Dritte Auflage. Bremen 1914. Selbstverlag des Verfassers (Bremen, Neustadtscontrescarpe 112).

Das vorliegende Werk, welches in engem Zusammenhange mit dem Werke „Skizzieren" von demselben Verfasser steht, hat den Zweck, dem Anfänger über die ersten Schwierigkeiten beim Skizzieren technischer Objekte hinwegzuhelfen; jeder Lehrer an technischen Schulen weiß es, daß gerade diese erste Einführung in das technische Zeichnen dem Schüler am schwersten fällt. Der Verfasser zeigt daher in richtiger Würdigung dieses Umstandes an zahlreichen freihändigen Skizzen, wie der Schüler systematisch von den einfachsten Strichübungen, die er an der Elmentarschule (Volksschule) gelernt hat, allmählich über Strichgebilde der Planimetrie ohne Zuhilfenahme von Zirkel und Dreieck zur Darstellung räumlicher Gebilde hinübergeleitet werden soll, bis er — ohne daß er eigentlich darauf speziell

Digitized by Google

aufmerksam gemacht würde — räumlich denken gelernt hat; hat der Lehrer den Schüler einmal soweit gebracht, dann ist eigentlich alles gewonnen, denn der letzte Schritt zum technischen Skizzieren besteht dann nur noch darin, das richtige Eintragen der Maße zu erklären und zu üben, was sowohl an orthogonalen als auch an perspektivischen Skizzen geschehen soll. Einige wertvolle Winke über die Darstellung technischer Zeichnungen in Farben sowie über die Kotierung und über die Schriftarten vervollständigen das Werk, das allen Anfängern zur Einführung in die „Sprache des Technikers", das technische Zeichnen, bestens empfohlen werden kann.

Mit der Schrift auf Tafel 27 bis 29 können wir uns jedoch nicht einverstanden erklären; wenn man schon die Rundschrift beiseite lassen will, dann empfiehlt sich eine liegende Druckschrift (unter etwa 60°) mehr und wirkt schöner als eine mangelhafte vertikale Druckschrift; sie läßt sich übrigens bei einiger Übung leicht erlernen und mit jeder gewöhnlichen Feder oder auch mit der Rundschriftfeder schreiben.

Prof. Ing. R. Edler.

Chronik.

XXII. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Die diesjährige XXII. Generalversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker wurde in der Zeit vom 24. bis 28. Mai d. J. in Magdeburg abgehalten.

Montag den 25. Mai, nachmittags, fand in Anwesenheit von Vertretern der Staats- und städtischen Behörden die feierliche Enthüllung einer von der Elektrotechnischen Gesellschaft in Magdeburg gestifteten Gedenktafel für Werner v. Siemens am Gebäude der kgl. vereinigten Maschinenbauschule statt.

Am Abend dieses Tages versammelten sich die Teilnehmer im Prunksaal des Café Fürstenhof, woselbst die offizielle Begrüßung des Verbandstages durch den Vorsitzenden der Elektrotechnischen Gesellschaft in Magdeburg erfolgte.

Dienstag den 26. Mai eröffnete der Vorsitzende Wirklicher Geheimer Oberpostrat W. Christiani den Verbandstag im Kaisersaale des Café Hohenzollern mit einer Ansprache und hieß vor allem die Vertreter der Behörden und der ausländischen Korporationen herzlichst willkommen. Hierauf folgten die Begrüßungsansprachen des Vertreters der Regierung, des Reichspostamtes, des Ministeriums für Handel und Gewerbe, der Oberpostdirektion, der Eisenbahndirektion, verschiedener Verbände und Korporationen usw.

Von unserer Vereinsleitung nahmen am Verbandstage teil Präsident Direktor Gebhard und die Ausschußmitglieder Prof. Dr. Czeija und Prof. Heubach, vom Vereinsbureau Chefredakteur Ing. Seidener und Sekretär Ing. Marx.

Unser Präsident begrüßte den Verbandstag mit folgender Ansprache:

Hochansehnliche Versammlung!

Es gereicht mir zur ganz besonderen Freude und Genugtuung, daß ich die Ehre habe, Ihnen, meine hochgeehrten Herren, als Präsident des Wiener Elektrotechnischen Vereines zu Ihrer XXII. Jahresversammlung die allerherzlichsten Grüße überbringen zu dürfen. Ich habe Ihrer liebenswürdigen Einladung, nach hier zu kommen, um so lieber Folge gegeben, als es mir ein Bedürfnis war, Ihnen von dieser Stelle aus den wärmsten Dank für die vorjährige Entsendung Ihres Herrn Präsidenten, des Herrn Geheimrat Christiani, zu unserer 30jährigen Jubiläumsfeier auszusprechen.

Sie haben durch diese große Aufmerksamkeit unserem Fest eine ganz besondere Weihe gegeben und viel zur Verschönerung desselben beigetragen. Nicht minder dankbar empfinden wir die wiederholten Besuche Ihres von uns so sehr verehrten Generalsekretärs Herrn Dettmar, der uns auch in unserer heurigen Generalversammlung mit seiner Gegenwart auszeichnete und wofür ich ihm auch hier den wärmsten Dank unseres Vereines aussprechen möchte. Wir erblicken in dieser persönlichen Liebenswürdigkeit den Ausdruck unserer gegenseitigen aufrichtigsten Sympathie und wünschen von ganzem Herzen, daß, wie das mächtige, hochangesehene Deutsche Reich mit der alten ehrwürdigen österreichisch-ungarischen Monarchie schon seit 30 Jahren zur Erhaltung des Friedens eng befreundet ist, auch die Beziehungen unseres Vereines zu Ihrem Verbande sich immer mehr ausgestalten und vertiefen mögen, damit unsere gemeinsamen Interessen im gegenseitigen, lebhaften Gedankenaustausch möglichst gefördert werden. Es dürfte Ihnen ja wohl allen bekannt sein, daß wir durch fortgesetztes Arbeiten mit den Kommissionen Ihres Verbandes an Ihren Normalisierungsvorschriften mittätig sind.

Ihren heute beginnenden Verhandlungen werden wir daher mit größtem Interesse folgen und wünschen Ihrer Arbeit den allerbesten Erfolg.

Geheimrat Christiani dankt allen Rednern für die zum Ausdruck gebrachten Wünsche zu einem erfolgreichen Verlauf des Verbandstages und gibt einen kurzen Überblick über die Entwicklung der einzelnen Zweige der elektrotechnischen Wissenschaft und ihrer Anwendungen in der Praxis.

Über Vorschlag des Ausschusses wird sodann Geheimer Baurat Dr.-Ing. Emil Rathenau einstimmig zum Ehrenmitglied des Verbandes Deutscher Elektrotechniker ernannt.

Sodann erstattet Generalsekretär Dettmar den Jahresbericht über die Verbandstätigkeit. Aus diesem Berichte sei hervorgehoben: Dem Verbande gehören 22 Ortsvereine mit 6011 Mitgliedern an. Das abgelaufene Vereinsjahr hat eine außerordentliche Steigerung der Verbandstätigkeit aufzuweisen. Es wurden 116 Kommissionssitzungen, 1 Ausschußsitzung und 3 Vorstandssitzungen abgehalten. Der Verband hat zur Revision des Patentgesetzes, zur Frage der Schadenshaftung für elektrische Anlagen, zur Glühlampensteuer, zur Frage der Ausgestaltung der Schiedsgerichte usw. Stellung genommen.

In Angelegenheit des Gebäudeblitzschutzes hat der Verband erreicht, daß die „Leitsätze zum Schutz der Gebäude gegen Blitz" als behördlich anerkannte Grundlage für die Herstellung von Blitzableiteranlagen gelten. Die Bestimmungen über die Ausführungen von Starkstromkreuzungen mit Bahnen sind Gegenstand der Beratungen gewesen und wurden die Wünsche behördlich berücksichtigt.

Die vom Verbande herausgegebene Statistik der Elektrizitätswerke Deutschlands ist in neuer Auflage erschienen. Der Generalsekretär gibt noch bekannt, daß vom 21. bis 26. September d. J. in Berlin ein Fortbildungskurs für Hochspannung abgehalten werden wird.

Nachfolgend bringen wir einen auszugsweisen Bericht über die wichtigsten Kommissionsarbeiten und die Beschlüsse der Jahresversammlung über die fertiggestellten Arbeiten:

1. Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften. Die wichtigste und umfangreichste Arbeit war die Revision der Errichtungs- und Betriebsvorschriften; der fertiggestellte Neuentwurf dieser Vorschriften wurde von der Versammlung einstimmig angenommen und es treten die neuen Errichtungs- und Betriebsvorschriften mit 1. Juli 1915 in Kraft.

Die „Leitsätze für die Konstruktion und Prüfung elektrischer Starkstrom-Handapparate für Niederspannungsanlagen" (ausschließlich Koch- und Heizapparate) werden angenommen.

Die Vorschläge zur einheitlichen Kennzeichnung der Polarität von Leitungen in Schaltanlagen und farbigen schematischen Darstellungen mußten bis auf einen Satz, der in den Errichtungsvorschriften berücksichtigt worden ist, fallen gelassen werden, da eine Einigung nicht zu erzielen war.

Die auf der letzten Jahresversammlung angenommenen „Normalien für Freileitungen" wurden weiter bearbeitet; diese Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen.

In Bearbeitung befinden sich noch: Versuche über die Kennzeichnung von Starkstromleitungen für Luftschiffer, Prüfung der Bestimmungen über Starkstromkreuzungen mit Bahnen.

2. Kommission für Installationsmaterial. Der Entwurf von Vorschriften für die „Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial" wurde mit den Bestimmungen der neuen Errichtungsvorschriften in Übereinstimmung gebracht; die Jahresversammlung nimmt diese Vorschriften an.

3. Kommission für Schaltapparate. Der Entwurf von Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Schaltapparaten für Spannungen bis einschließlich 750 *V* wird von der Jahresversammlung angenommen.

4. Kommission für Koch- und Heizapparate. Die Normalien für Koch- und Heizapparate wurden einer Revision unterzogen; die Neufassung wird von der Generalversammlung angenommen.

Die praktische Erprobung der neuen Kontaktvorrichtung für Heiz- und Kochapparate hat ein befriedigendes Resultat ergeben; von der Aufnahme in die Normalien wurde vorerst abgesehen, da die Frage der Erdung bei Niederspannungsanlagen — die Steckvorrichtung erdet zwangsweise die Apparate — noch nicht abgeschlossen ist.

5. Maschinen-Normalienkommission. Die Revision der „Normalien zur Prüfung von Eisenblech" ist abgeschlossen worden, die neuen Normalien wurden angenommen.

Die Kommission hat sich mit den Beschlüssen der Internationalen Elektrotechnischen Kommission über die Erwärmung elektrischer Maschinen eingehend befaßt und Gegenvorschläge ausgearbeitet.

Die Anschlußbedingungen für Motoren an Elektrizitätswerke werden im Einvernehmen mit der Vereinigung der Elektrizitätswerke einer Revision unterzogen werden.

Digitized by Google

6. Erdungskommission. Die „Leitsätze für Schutzerdungen" wurden revidiert und wird der neue Entwurf zum Beschlusse erhoben. Die Kommission beschäftigt sich auch mit der Frage der Erdung von Niederspannungsanlagen; diese Arbeit ist noch nicht abgeschlossen.

7. Lichtkommission. Diese Kommission hat über Internationale Bezeichnungen von Beleuchtungsangaben sowie über die Aufstellung von allgemeinen Meßvorschriften beraten.

8. Draht- und Kabelkommission. Der Entwurf der neuen „Normalien für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen" wird angenommen.

Die Kupfernormalien wurden mit den Beschlüssen der Internationalen Elektrotechnischen Kommission in Übereinstimmung gebracht.

9. Kommission für Isolierstoffe. Diese Kommission hat die Bestimmungen über Prüfung der Lichtbogensicherheit von Isolierstoffen einer Revision unterzogen. Die Neufassung wird angenommen.

10. Erdstromkommission. Die „Vorschriften zum Schütze der Gas- und Wasserröhren gegen schädliche Einwirkungen der Ströme elektrischer Gleichstrombahnen mit Schienenleitern" werden über Antrag dieser Kommission weiter auf ein Jahr angenommen.

11. Kommission zum Studium der Beeinflussung von Schwachstromleitungen durch Hochspannungsanlagen. Der Entwurf von „Leitsätzen betreffend die Beeinflussung von Schwachstromleitungen durch Niederspannungs- und Hochspannungsanlagen" wurde weiter bearbeitet und auch Erläuterungen hiezu verfaßt. Diese Angelegenheit steht noch in Beratung.

12. Kommission für Schwachstromanlagen. Diese Kommission legt der Generalversammlung „Normalien für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen" vor; diese Normalien werden nach einer lebhaften Diskussion angenommen. Die Kommission wird weitere Normalien für Fernmeldeanlagen schaffen.

Außerdem werden von der Generalversammlung Anhänge zu den im Vorjahre beschlossenen „Erläuterungen und Ausführungsvorschlägen zu den Leitsätzen über den Schutz der Gebäude gegen Blitz" angenommen.

Da die bestehenden Leitsätze betreffend Überspannungsschutz dem derzeitigen Stande der Hochspannungstechnik nicht mehr entsprechen, werden dieselben außer Kraft gesetzt und eine eigene Kommission für die Bearbeitung neuer Vorschriften eingesetzt.

Über die auf dem diesjährigen Verbandstage gehaltenen Vorträge und Referate wird seinerzeit in der „Rundschau" berichtet werden. Es seien die Vorträge hier nur kurz angeführt:

Geh. Hofrat Dr. Fritz Förster hielt den Festvortrag über „Elektrochemie und Elektrothermie in der Metallurgie und in der chemischen Großindustrie". Unter Vorführung von Lichtbildern wurden die drei wesentlichsten Anwendungsarten des elektrischen Stromes in der chemischen Technik: die Elektrolyse, die Elektroosmose und die elektrische Erhitzung eingehend behandelt.

Direktor O. Krell (Berlin) hielt einen Vortrag über das für die Jahresversammlung besonders gestellte Thema „Elektrizität auf Schiffen". Der Vortragende gab einen kurzen historischen Rückblick über die Entwicklung der elektrischen Anlagen auf Schiffen und behandelte dann unter Vorführung von vielen Lichtbildern die elektrischen Einrichtungen auf Schiffen unter besonderer Betonung der Abweichungen von den elektrischen Landanlagen, welche durch die Eigenart der Verhältnisse an Bord bedingt sind. Besonders eingehend behandelte der Vortragende die Scheinwerfertechnik. An diesen Vortrag schloß sich eine überaus lebhafte Diskussion.

Prof. Dr. H. Diesselhorst (Braunschweig) referierte über „Fortschritte in der drahtlosen Telegraphie".

Dr.-Ing. S. Guggenheim (Berlin) referierte über „Elektrostahl" und Geh. Regierungsrat Prof. E. Josse (Berlin) referierte über „Kondensationsanlagen".

Auch auf dem diesjährigen Verbandstage war Gelegenheit zur Besichtigung interessanter industrieller Etablissements gegeben und seien hervorgehoben die Werke Friedrich Krupp A.-G., Grusonwerk und R. Wolf A.-G. Maschinenfabrik.

Von den gesellschaftlichen Veranstaltungen wären noch anzuführen: ein Gartenfest im Herrenkrug, gegeben von der Stadt Magdeburg, ein Festmahl im Fürstenhof und ein Ausflug nach Thale a. d. H. und dem Bodetal.

Die nächstjährige Verbandsversammlung findet in Straßburg im Elsaß statt. *Ing. A. M.*

XVIII. Internationaler Straßenbahn- und Kleinbahn-Kongreß in Budapest 1914. Die Leitung des Internationalen Straßenbahn- und Kleinbahn-Vereines teilt uns mit, daß die Eröffnung des XVIII. Internationalen Straßenbahn- und Kleinbahn-Kongresses in Budapest am Montag den 7. September 1914 stattfinden wird. Die Kongreßsitzungen werden in den Sälen des Nationalmuseums am 7. bis 10. September stattfinden. Die Teilnehmerlisten für die Ausflüge der Kongreßteilnehmer werden am 10. August geschlossen.

Wie bei früheren Kongressen wird auch dieses Mal vom Lokalkomitee eine Einschreibegebühr erhoben. Diese beläuft sich in Budapest für die Herren auf K 20, für die Damen auf K 10.

Um das Lokalkomitee in die Lage zu versetzen, die verschiedenen Feste und Ausflüge in vollkommenster Weise vorzubereiten, wäre es sehr wünschenswert, wenn diejenigen Herren, die an dem Kongreß in Budapest teilzunehmen beabsichtigen, dies sobald als möglich dem Sekretariat des Vereines, Brüssel 23, Rue d'Arion, mitteilen wollten.

VII. Kongreß des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik. Der VII. Kongreß des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik findet unter dem Protektorate des Kaisers von Rußland in der Zeit vom 12. bis 17. August 1915 in St. Petersburg statt. Vier Sitzungstage sind ausschließlich den Verhandlungen über die zurzeit wichtigsten Fragen aus dem Gebiet der Materialprüfung vorbehalten. Nach dem Kongreß finden größere Exkursionen in das Innere Rußlands statt.

Wir werden seinerzeit das ausführliche Programm des Kongresses veröffentlichen.

Elektrische Ausstellung in Frankfurt a. M. Die Stadt Frankfurt a. M. veranstaltet im August - September d. J. in der Festhalle eine elektrische Ausstellung, durch die den Besuchern die gewaltige Entwicklung der Elektrotechnik seit der letzten denkwürdigen Ausstellung in dieser Stadt vor Augen geführt werden soll und auf der die deutsche elektrotechnische Industrie die Höhe ihrer Leistungsfähigkeit zeigen wird. Neben den größten deutschen Firmen werden auch ausländische vertreten sein. Es ist ein scharfer Wettbewerb zu erwarten, um so mehr, da der Einfluß der Elektrotechnik auf alle Gebiete der Technik und des Gewerbes gezeigt werden wird.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Dampfkessel.

Kesselsysteme.

Den Gegenstand der Erfindung des Carl Semmler in Wiesbaden bildet eine Einrichtung zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit von Wasserrohrkesseln, und zwar soll die Dampfbildung dadurch erhöht werden, daß die eigentliche Dampfbildung in den Wasserrohren vermieden wird. Zu diesem Zweck wird das im Kessel befindliche Wasser durch die Wasserrohre unter Druck hindurchgepreßt und am Ausgang der Rohre abgedrosselt, so daß in den Wasserrohren selbst ein höherer Druck vorhanden ist als im Kesselraum. Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß zur Verhinderung der Dampfbildung innerhalb der Wasserrohre der Austrittswiderstand am Ausgangsende der Rohre vergrößert wird. *c* (Fig. 1) bezeichnet eine Pumpvorrichtung durch die das Kesselwasser durch die Wasserrohre *e* hindurchgetrieben wird, *e* die Strömungswiderstände zur Erzeugung der Wirbelbildung des durchfließenden Wassers und *f* die Einschnürungen am Ende der Wasserrohre.

(D. R. P. Nr. 271 003.)

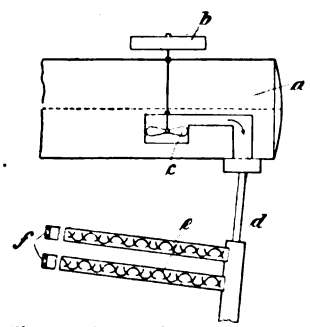


Fig. 1.

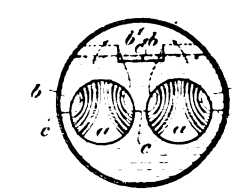


Fig. 2.

Flammrohrkessel mit in den Flammrohren gruppenweise eingebauten gebogenen Wasserrohren sind bekannt. Nach einer Erfindung des Friedrich Schneiders in M.-Gladbach werden bei solchen Kesseln die Wasserrohre derart angeordnet, daß sich der freie Querschnitt des Flammrohrs in den einzelnen Gruppen der Wasserrohre nach dem Ausgange der Heizgase hin trichterförmig verengt. Wie Fig. 2 zeigt, sind die Wasserrohre gruppenweise so angeordnet, daß sie immer zwei Bündel *b*, *b'* bilden, die oben eng beisammen stehen, unten aber weiter voneinander sich entfernen, so daß bei *a* der Flammenrost befahrbar bleibt. In dieser Weise wird der freie Querschnitt des Flammrohrs nach dem Ausgang hin trichterförmig verengt. Dies hat den Vorteil, daß während des Betriebes das Flammrohr in seinem unteren Teil von Flugasche freigehalten wird. Ferner wird dadurch hinter jeder Röhrengruppe, also nach dem Durchstreichen der engsten Stelle, eine Wirbelbewegung der Heizgase erzeugt, die einen Wärmeausgleich zwischen den die Wasser-

Digitized by Google

rohre umspülenden und daher stärker abgekühlten Heizgasen und den heißen, den unteren freien Teil des Flammrohres bestreichenden Gasen herbeiführen soll. Durch die in den Kessel eingebauten Scheidewände *c*, *c'*, welche den Wasserraum in mehrere oberhalb des Wasserspiegels offene Kammern teilen, welche durch die Wasserröhren untereinander in Verbindung stehen, wird das Kesselwasser gezwungen, die Wasserröhrengruppen nacheinander im Gleich- oder Gegenstrom zu den Heizgasen zu durchströmen. (D. R. P. Nr. 273 410.)

Bei den Bellevilleschen Kesselgliedern, die aus zwei oder mehreren Rohrzügen bestehen, sind die Büchsen ebenso wie bei den Kesselgliedern mit nur einem Rohrzuge horizontal liegend übereinander angeordnet. Die einzelnen Rohre besitzen dabei die gleiche Neigung, so daß der zweite Rohrzug zum größten Teil vom ersten Rohrzug verdeckt und daher der Einwirkung der strahlenden Wärme der Feuerung entzogen ist. Dieser Umstand hat zur Folge, daß die Dampfentwicklung in den beiden Rohrzügen ungleich wird. Durch die Erfindung der Firma Société Anonyme des Etablissements Delaunay Belleville in St. Denis (Seine, Frankreich) wird dieser Übelstand beseitigt, indem die untersten Rohre der Rohrzüge durch besondere Ausgestaltung der untersten Büchsen eine solche Lage erhalten, daß sie annähernd in gleichem Maße der Einwirkung der strahlenden Wärme ausgesetzt sind. Dies wird dadurch erreicht, daß die unterste Vorderbüchse des zweiten Rohrzuges derart ausgestaltet ist, daß das erste Rohr des zweiten Rohrzuges gegenüber dem ersten Rohr des ersten Rohrzuges versetzt liegt, und daß die untersten Hinterbüchsen jedes Rohrzuges aufrecht bezw. schräg gestellt sind, so daß die folgenden Vorderbüchsen um eine Büchse höher als bei horizontaler Anordnung der genannten Hinterbüchsen liegen. (Ö. P. Nr. 64 887.)

Die Erfindung des Orlando Sumner in London betrifft Wasserrohrkessel mit im Dreieck angeordneten, durch Rohrbündel verbundenen Kesselgliedern und einem Speisewasservorwärmer innerhalb des Kesseldreiecks. Sie besteht darin, daß der Vorwärmer von einer in Dreiecksform gebogenen Heizgaslenkplatte umschlossen ist, die erst gegenüber dem Ausgange der Gase in den Schornstein mit einer Öffnung für den Eintritt der Gase zum Vorwärmer versehen ist. Die Heizgase sind daher gezwungen, zuerst die Kesselglieder und Rohrbündel des Wasserrohrkessels zu bestreichen, bevor sie zum Vorwärmer gelangen. Durch die Anordnung des Speisewasservorwärmers innerhalb des Raumes, welcher von der in Dreiecksform gebogenen Heizgaslenkplatte umschlossen ist, ist der Vorteil erreicht, daß die Vorwärmerrohre in keine unmittelbare Berührung mit den heißen Gasen kommen, sondern ihre Heizung einesteils durch die erhitzte Ablenkplatte, andernteils durch einen Teil der Abgase erfolgt. (D. R. P. Nr. 273 108.)

Wenn man bei den bisher bekannten Röhrenkesseln mit augenblicklicher Dampfbildung die Menge des sich entwickelnden Dampfes, nicht aber dessen Überhitzung zu vergrößern beabsichtigte, teilte man die Röhren unmittelbar dort, wo sie gespeist wurden, gleichzeitig in mehrere parallele Abteilungen, wobei die einzelnen Gruppen manchmal hintereinander verbundene Röhren enthielten, deren Durchmesser sich in der Richtung des Dampfaustritts vergrößerte. Wie aber die Erfahrung gezeigt hat, besitzt eine solche Röhrenanordnung den Übelstand, daß infolge der Ungleichmäßigkeit der Heizstoffverteilung und also ungleichmäßiger Röhrenerwärmung nicht alle Abteilungen gleich große Dampfmengen bilden. Die Folge davon ist, daß die weniger erwärmten Röhrenabteilungen einen stark gesättigten Dampf und sogar Wasser austreten lassen, die mehr erwärmten, aber einen stark überhitzten Dampf. Nach einer Erfindung der Firma W. W. Taboulewitsch und H. J. Kousnetzoff in St. Petersburg wird dieser Nachteil dadurch vermieden, daß das Wasser nicht gleichzeitig alle Abteilungen, sondern zunächst nur durch ein Rohr in eine Reihe sukzessiver verbundener und dem Feuer am nächsten gelagerter Röhren eintritt und erst dann in Dampf verwandelt in mehrere Röhrenabteilungen sich verteilt. Das erste Schlangenrohr, in welches das Wasser eingespritzt wird, verzweigt sich in zwei Schlangenrohre, diese wiederum in je zwei Schlangenrohre usw. bis zur erforderlichen Vergrößerung der Fläche des lichten Röhrenquerschnittes. Aus den Enden der einzelnen Verzweigungen tritt dann der Dampf in das Hauptrohr bezw. in den Kollektor ein. (D. R. P. Nr. 270 397.)

Dampfüberhitzer.

Eine Erfindung des Charles Caille in Le Perreux (Frankreich) hat eine Einrichtung zur Erhöhung der Temperatur des Arbeitsdampfes, des Abdampfes oder des Speisewassers bei Röhrenkesseln zum Gegenstande und wird in der Hauptsache bei Vorwärmern oder Überhitzern angewendet, die in der Rauchkammer von Röhrenkesseln eingebaut sind. Die Erfindung besteht nun darin, daß die zur Überleitung der heißen Gase zum Überhitzer dienenden Rohre im Innern der Heizrohre von diesen getrennt angeordnet sind und einerseits in die Feuerbüchse, andererseits in eine Leitung, die mit dem zu erwärmenden Apparat (Arbeitsdampf- oder Auspuffdampfüberhitzer oder Speisewasservorwärmer) in Verbindung steht, münden. Diese Rohre lassen das Eintritts- und Austrittsende des zwischen ihrer Außenfläche und der Innenfläche des Rauchrohres befindlichen Ringraumes frei, so daß ein Teil der Heizgase durch den Ringraum in die Rauchkammer und ein Teil durch das zentrale Rohr zum Überhitzer strömen kann. Nach der Erfindung werden die die Überleitungsrohre umgebenden ringförmigen Strahlen der Heizgase für die Erwärmung der Heizrohre ausgenutzt bleiben und nur die durch die Überleitungsrohre hindurchgehenden zentralen Strahlen der Heizgase zur Erwärmung des Überhitzers herangezogen. (Ö. P. Nr. 63 671.)

Kesselreinigung.

Es sind bereits Rußausblasevorrichtungen zur Reinigung der Heizgaszüge von Dampfkesseln bekannt geworden, bei denen der Dampfstrahl durch Schraubenflächen in Drehung versetzt wird, damit er bezw. das Dampfluftgemisch die Rohrwandungen wirksamer angreift und von dem anhaftenden Ruß, Flugasche usw. befreit. Es hat sich nun aber gezeigt, daß der Dampfstrahl durch die in das Zuleitungsrohr eingebauten Schraubenflächen sehr viel an Energie verliert, so daß dem Vorteil der Schraubenflächen auch wieder ein großer Nachteil entgegensteht. Gegenstand einer Erfindung des Friedrich Schneiders in M.-Gladbach ist eine Rußausblasevorrichtung der angeführten Art, bei der dieser Nachteil dadurch beseitigt ist, daß der Dampfstrahl nur zum Teil, und zwar an seinem äußeren Umfange, in Drehung versetzt wird, während ein innerer, geradeaus gerichteter Treibstrahl die ungeschwächte Energie des Dampfstrahles erhält, was dadurch erreicht wird, daß in dem vorderen Teil des Bläsers eine auf ihrer Außenseite mit schraubenlinig verlaufenden Kanälen versehene Düse angebracht ist, welche den Dampfstrahl in einen geradeaus gerichteten Treibstrahl und einen in Drehung versetzten Strahl teilt. Die Wirkung der neuen Ausblasevorrichtung wird dadurch bedeutend verbessert. Fig. 3 zeigt den vorderen Teil des Bläsers im Schnitt. *b* ist das Dampfzuleitungsrohr, *a* der Bläser, *h* die Öffnungen, durch welche die Luft bezw. die Heizgase angesaugt werden, *g* die Düse mit den auf der Außenseite schraubenförmig verlaufenden Kanälen *f*. (D. R. P. Nr. 269 779.)

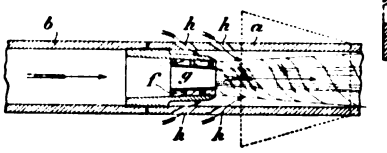


Fig. 3.

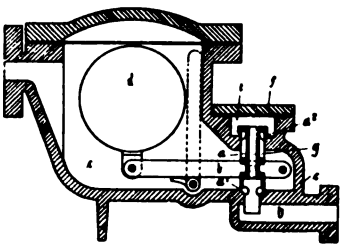


Fig. 4.

Dampfentwässerung und -entölung.

Eine der Firma Otto Bühring & Wagner G. m. b. H. in Mannheim geschützte Erfindung hat eine Verbesserung an Dampfwasserableitern jener Art zum Gegenstande, bei der das durch einen Schwimmer gesteuerte Ventil *a* zwecks leichter Beweglichkeit von dem im Ableiter herrschenden Druck entlastet ist. Gemäß der Erfindung ist der obere Sitz a^1 (Fig. 4) des Ventils in einem vom Druckraum des Ableiters *c* getrennten Raum *e* angeordnet, der durch einen abnehmbaren zweckmäßig als Schauglas ausgebildeten Deckel *f* abgeschlossen ist. Durch diese Anordnung ist es ermöglicht, die Tätigkeit des Ableiters zu beobachten und wenn nötig, während des Betriebes zu dem Ventil zu gelangen. Nach der Erfindung wird ferner der Verbindungskanal *g* zwischen dem den oberen Ventilsitz aufnehmenden Raum und dem Ablaufstutzen in den Ventilkörper selbst verlegt. Hiedurch wird es ermöglicht, mit einem geeigneten Gerät durch den erwähnten Kanal auch nach dem unteren, im Druckraum des Ableiters liegenden Ventilsitz zu gelangen, um auf diesem abgelagerte Unreinigkeiten wegzuräumen. (Ö. P. Nr. 63 674.)

Gustav Toenges in Elberfeld erhielt ein Patent auf eine Vorrichtung zum Abscheiden von Wasser und Öl aus Gasen oder Dämpfen mit quer zur Strömungsrichtung eingebauten Siebblechen. Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß auf beiden Seiten eines jeden Siebbleches *b* Z-förmige Bleche derart angeordnet sind, daß ihre kurzen dachziegelförmig sich überdeckenden Schenkel sich mit Spiel übergreifen oder mit entsprechenden Öffnungen für den Durchtritt der Gase oder Dämpfe versehen sind. Hiedurch wird erreicht, daß das einmal abgeschiedene Wasser oder Öl nicht wieder von dem Dampf oder Gasstrom mitgerissen wird, da durch die Winkel tote Räume gebildet werden. Fig. 5. zeigt ein Siebblech nach der Erfindung. (D. R. P. Nr. 270 064.)

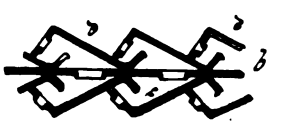


Fig. 5.

Nach der Erfindung des Chr. Hülsmeyer in Düsseldorf-Grafenberg sind die in parallele Gruppen unterteilten Abscheideelemente an der Eintrittsseite mit Abschlußorganen ungleicher Größe oder Belastung versehen, so daß die Eröffnung eines jeden Abschlußorganes abhängig ist von der Größe des jeweiligen Dampfdruckes. Der Dampf wird zum Beispiel an der Stelle, wo er in die eigentliche Reinigungsvorrichtung eintritt, in vier Ströme geteilt, indem der Rohrquerschnitt an dieser Stelle in vier Öffnungen von kreisrunder Form unterteilt wird, die von vier Kugeln von eventuell verschiedenem Gewicht abgedeckt sind. Der Dampf wird bei genügendem Druck die leichteste Kugel heben und in eine seitlich angeordnete Höhlung drücken, wo dieselbe so lange durch den durchströmenden Dampf festgehalten wird, bis diese Dampfströmung nachläßt oder aufhört. Damit die Kugel nicht

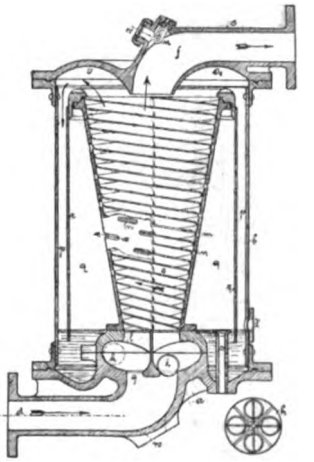


Fig. 6.

Digitized by Google

in den Dampfweg fliegt, sind Führungsrippen oder dgl. vorgesehen. Die eigentliche Reinigungsvorrichtung besteht aus einer viergängigen Leitschraube, so daß zu jeder Kugel bezw. Ventilöffnung ein Schraubengang gehört. Durch die Schraube wird der Dampf in der bekannten Weise zentrifugiert, wobei die Verunreinigungen wie üblich durch die Öffnungen eines die Schrauben umschließenden Mantel hinausgeschleudert werden. Fig. 6 zeigt einen Achsialschnitt durch die Einrichtung. *d* ist der Eintrittsstutzen, *g* die Stelle, wo der Querschnitt in vier kreisrunde Öffnungen unterteilt wird, *i* die Kugel, *k* die seitliche Höhlung in die die Kugel gedrückt wird, *l* die Führungsrippen, *n* die Öffnungen im Mantel *m*, *e* die Schraube und *f* der Austrittsstutzen für den Dampf.
(D. R. P. Nr. 273 035.)

Speisewasservorwärmer.

Zweck einer Erfindung des Emil Eckmann in Gotha ist es, die Verwendung der bekannten Vorwärmer auch für Wasser von gewöhnlicher Temperatur dadurch zu ermöglichen, daß die der Eintrittsöffnung des Speisewassers benachbarten Vorwärmerohr unter Freilassung eines Zwischenraumes mit Mänteln umgeben sind, welche diese Vorwärmerröhren vor der Berührung mit den Heizgasen schützen, während ihre eigenen äußeren, mit den Heizgasen in Berührung stehenden Rohrflächen vor einer so starken Abkühlung durch das Wasser, daß ein Feuchtigkeitsniederschlag an ihnen stattfinden könnte, geschützt sind. Diese Mäntel bestehen zweckmäßig aus Eisenrohren und der Zwischenraum zwischen ihnen und den Vorwärmerohren kann mit einem Wärmeschutzmittel ausgefüllt sein. (D. R. P. Nr. 268 831.)

Die Witkowitzer Bergbau- und Eisenhütten-Gewerkschaft in Witkowitz (Mähren) gibt einen Ekonomiser an, der unabhängig von der Speisevorrichtung stets mit genügend vorgewärmten Wasser von 30 bis 45° C versehen wird, so daß das Schwitzen der Rohre, im weiteren Verlauf des Betriebes das Festkleben von Ruß sowie das Verrosten hintangehalten wird und dennoch der Rauchgasvorwärmer schmiedeeiserne Rohre erhalten kann. Es wird nämlich in einer der Wasserkammern des Ekonomisers ein besonderer Hilfsvorwärmer beliebiger gebräuchlicher Form eingebaut oder dem Ekonomiser vorgeschaltet, in den das kalte Speisewasser eintritt und den es passieren muß, bevor es mit den Ekonomiserwänden und -rohren in Berührung kommt. Bei der ersteren Anordnung ist der Speisewasservorwärmer in jenem Teil des Ekonomisers untergebracht, in dem sich das von den Rauchgasen bereits hoch vorgewärmte Wasser sammelt; er nimmt einen Teil der Wärme des letzteren auf und gibt diesen Teil an das ihn durchströmende, kalt zutretende Speisewasser ab. Dieses kalte Speisewasser wird also im Hilfsvorwärmer durch das schon hoch vorgewärmte Speisewasser so weit erwärmt, daß es bei dem Eintritt in den Ekonomiser bereits die erforderliche Mindesttemperatur besitzt.
(Ö. P. Nr. 64 729.)

Dampfmaschinen.

Die Erfindung des Hugo Pawlik in Brünn betrifft eine Gleichstromdampfmaschine mit einer für beide Zylinder gemeinsamen, gesteuerten Einlaßöffnung im Zylindermantel, von der aus der Dampf durch den hohlen Arbeitskolben der jeweiligen Füllungsseite zuströmt. Die Erfindung besteht darin, daß diese Durchführung des Dampfes durch den Arbeitskolben mittels eines für beide Zylinderseiten gemeinsamen, im Kolbenumfange ein- und ausmündenden Kanals erfolgt, der nach Beendigung der Füllung gegen den expandierenden und ausströmenden Dampf durch die Zylinderlauffläche verdeckt bleibt.
(Ö. P. Nr. 64 981.)

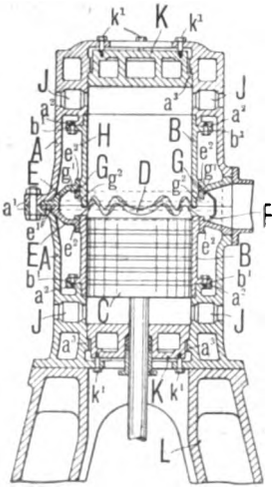


Fig. 1.

Von Carl Grunwald in Bredeney stammt eine Verbesserung solcher stehender doppeltwirkender Kolbenkraftmaschinen, bei denen das Treibmittel nach erfolgter Expansion durch in der Zylinderwandung angeordnete, vom Kolben gesteuerte Auslaßschlitze entweicht. Diese Neuerung betrifft im besonderen eine Einrichtung eines geteilten, aus Mantel und Innenzylinder bestehenden Arbeitszylinder und besteht darin, daß der den Auslaßringkanal *F* (Fig. 1) einschließende, in an sich bekannter Weise als besonderes Gußstück hergestellte und als Führung für den Innenzylinder *B* ausgebildete Zylinderteil *E* senkrecht zur Zylinderachse geteilt ist. In dem oberen Führungsflansch e^2 des den Auslaßringkanal *F* einschließenden Zylinderteils *E* ist bei stehenden Maschinen eine Entwässerungsrille *G* eingedreht, die durch Bohrungen g^1 mit dem Auslaßringkanal *F* in Verbindung steht. Nach unten ist der Führungsflansch e^2 als Wassernase g^2 ausgebildet. Die einander zugekehrten, in an sich bekannter Weise wellenförmig ausgezackten Enden der geteilten Laufbüchsen greifen derart ineinander ein, daß zwischen ihnen ein fortlaufender wellenförmiger Schlitz entsteht.
(B. P. Nr. 14 611 A. D. 1912.)

Adolf Scheil in Saarbrücken gibt eine Regelungsvorrichtung der Kompressionsdampfmenge bei Gleichstromdampfmaschinen mit Kolbenschiebersteuerung an. Bei bekannten Vorrichtungen dieser Art hat man im Kompressionsraum Drosselöffnungen vorgesehen, die zur Beeinflussung der Kompressionsspannung dienten oder man hat in dem Kolbenschieber Drosselschlitze zum Zwecke der Beeinflussung der Expansion angeordnet. Von diesen bekannten Einrichtungen unterscheidet sich die neue dadurch, daß sie die Kompressionsdampfmenge nicht nur der Drehzahl der Maschine, sondern auch der Höhe des Gegendruckes anpaßt. Dies geschieht dadurch, daß in einem die Gleichstromdampfmaschine steuernden Kolbenschieber Drosselöffnungen vorgesehen sind, die entsprechend der Schiebergeschwindigkeit mehr oder weniger Kompressionsdampf abdrosseln. Eine entsprechend der Höhe des Gegendruckes einstellbare Schieberanordnung kann den Querschnitt der genannten Drosselschlitze vergrößern oder verkleinern, so daß die gestellte Aufgabe der Regelung der Kompressionsdampfmenge entsprechend den Änderungen der Drehzahl und des Gegendruckes einwandfrei gelöst wird.
(D. R. P. Nr. 272 227.)

Die Vorrichtung zur selbsttätigen Veränderung des Kompressionsdruckes für eine Gleichstromdampfmaschine des Albert Wilde in Luckenwalde weist folgende drei Einrichtungen auf: erstens von einem hohlen Arbeitskolben gesteuerte Auslaßschlitze, zweitens ein Einlaßventil oder Einlaßventile, die durch den Kompressionsdruck geöffnet werden und drittens ein an der Kolbenstirnfläche angeordnetes, nach dem Zylinderraum sich öffnendes Ventil, das sich kurz vor dem Hubende durch Federdruck oder Aufstoßen seiner Stange auf die gegenüberliegende Zylinderwand öffnet und beim Rückgange des Kolbens den noch im Zylinder verbleibenden Dampf durch den Kolben hindurchläßt, bis es durch einen in den Zylinderraum hineinragenden Bolzen geschlossen wird. Dieser Schließbolzen für das Kolbenventil wird durch den im Frischdampfraum herrschenden Dampfdruck unter Gegenwirkung einer Feder oder eines Gewichtes auf eine entsprechende Länge derart einstellbar gemacht, daß die Kompression bei steigender Frischdampfspannung frühzeitiger anfängt. (D. R. P. Nr. 272 693.)

Ferdinand Strnad in Berlin-Schmargendorf bildet eine Tragvorrichtung für lange Kolben von Kolbenkraftmaschinen, bei der die Tragfläche als Tragrolle ausgebildet und innerhalb des Zylinders angeordnet ist, derart aus, daß die Rollenachse während des Betriebes von außen zugänglich gelagert und deren Lagerung in einen Raum niederen Druckes, also auch niederer Temperatur, verlegt ist. Hiedurch wird eine leichte Schmierung der Lager der Tragrollenachsen während des Betriebes von außen erreicht. Außerdem werden die Rollenachsen in Kugeln gelagert, wodurch eine wesentliche Kraft- und Ölersparnis erzielt wird. (D. R. P. Nr. 270 327.)

Derselbe Erfinder schafft auch dadurch eine Führungs- und Tragvorrichtung für hin und her gehende Kolben von Kolbenmaschinen, daß er eine starre Führungs- bezw. Tragstange in eine Bohrung der Kolbenstange bezw. des Kolbens hineinragen läßt. Durch die hohle Führungs- bezw. Tragstange hindurch kann eine Verlängerung der Kolbenstange ins Freie führen und eine zweite Kolbenmaschine antreiben. (D. R. P. Nr. 270 877.)

Bei Vorrichtungen zur Verhütung von Wasserschlägen bei Dampfmaschinen mit Kondensationsbetrieb, bei der das Einfließen des Kondensatorwassers in die Auspuffleitung das Anheben eines Schwimmers bewirkt, läßt Arthur Pirson in Manage (Belgien) das Wechselventil zur Umschaltung von Kondensations- auf Auspuffbetrieb gleichzeitig durch den Schwimmer beeinflussen.
(D. R. P. Nr. 271 738.)

Der Kolben für Gleichstromdampfmaschinen des Theodor Ehrhardt in Saarbrücken, bei dem die beiden Kolbenböden durch besondere Abstützglieder (Rippen) sich gegeneinander oder gegen einen anderen Teil des Kolbens abstützen, unterscheidet sich von bekannten Kolben dieser Art dadurch, daß die Rippen hohlkegelförmige, sich schneidende Rotationskörper bilden, die vom Rand des einen Kolbenbodens zur Nabe des anderen Kolbenbodens verlaufen. Die Schnittebene der hohlkegelförmigen Rippen kann die Teilfuge des Kolbens bilden.
(D. R. P. Nr. 269 752.)

Nach dem Verfahren zur gleichzeitigen Ausnutzung des Wärmeinhaltes von Dämpfen und Gasen zu Kraft- und Heizzwecken des Carl A. Hartung in Berlin werden die in einer Arbeitsmaschine bis auf Kondensatorspannung unter Abgabe von Arbeit expandierten Dämpfe oder Gase durch eine besondere Vorrichtung, die die Leistung der Hauptmaschine nicht beeinflußt in dem Maße beim Sinken der Abdampfspannung abgesaugt und komprimiert, als man den Dampf- oder Gasdruck zu Heizzwecken benötigt. Die hiezu geeignete Vorrichtung besteht in einer Dampfstrahldüse zum Absaugen und Komprimieren des Heizdampfes, deren Absperrventil von einem unter der Heizdampfspannung stehenden Druckregler bewegt wird. Dieses Verfahren besitzt den Vorzug, daß die Arbeitsmaschine weder in ihrer Konstruktion, noch in ihren Abmessungen, noch in ihrem Füllungsgrade irgendwie von der Heizdampfentnahme beeinflußt wird.
(D. R. P. Nr. 271 202.)

Bei der Vorrichtung zur Regelung von Heißdampfmaschinen mit Dampfentnahme zum Betriebe von Heizungen, die mit gleichem Druck arbeiten, des Aurel Polster in Dresden-Plauen, verstellt der Druck des Heizdampfes oder des Zwischendampfes eine Steuervorrichtung eines Servomotors, der die Mischung von Heißdampf und gesättigtem Dampf vor der Maschine durch ein Absperrorgan bewirkt und, genügt diese Dampfmischung in bestimmten Grenzen noch nicht, das Absperrorgan öffnet und Frischdampf vom Kessel oder vom Überhitzer nach der Heizung eintreten läßt.
(D. R. P. Nr. 273 257.)

Bei der Einrichtung zur Entnahme von Heizdampf aus dem Zylinder einer Dampfmaschine während der Expansionsperiode unter Zuhilfenahme eines Gleitschiebers des Ernst Klopfer in Breslau wird der Entnahmedampf durch besondere, am Gleitschieber zwischen den steuernden Kanten des Ein- und Auslasses angeordnete Kanäle nach außen geführt und das Zurücktreten des Entnahmedampfes in die Entnahmekanäle durch einen von der Maschine gesteuerten Drehschieber verhindert.
(D. R. P. Nr. 273 424.)

Digitized by Google

Die Erfindung der Firma Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin betrifft eine Regelungsvorrichtung für Dampfmaschinen mit Zwischendampfentnahme zu Heiz- oder Kochzwecken, bei denen in die Dampfentnahmeleitung ein Absperrorgan eingeschaltet ist, welches von einem von der Dampfmaschine angetriebenen Sicherheitsregler bei Überschreitung einer bestimmten Drehzahl der Maschine geschlossen wird. Sie besteht darin, daß dieses in der Heizdampfleitung vorgesehene Absperrorgan gleichzeitig als Rückschlagventil ausgebildet ist. (D. R. P. Nr. 272 221.)

Wärmespeicher.

Der Wärme- oder Dampfspeicher für den Abdampf oder Zwischendampf von Kolbendampfmaschinen oder Dampfturbinen mit veränderlichem Fassungsraum des Dr.-Ing. Edmund Roser in Mülheim (Ruhr) oder ein Teil desselben ist als ballonartige Hülle aus einem gegen Biegung wenig widerstandsfähigem Material ausgebildet. Der Speicher kann auch in an sich bekannter Weise als faltenbalgartiger Behälter ausgebildet sein, wobei der Kopfteil starr oder ballonartig hergestellt sein kann. Der Aufspeicherungsbereich eines solchen Speichers ist ein sehr weiter, weil einerseits der Inhalt des Behälters bei dessen Zusammenklappen sich nahezu bis auf Null vermindern kann, während er andererseits bei zuströmendem Dampf in der Lage ist, sich zu einem Körper großen Inhaltes bei gegebener Oberfläche zu erweitern. Als Schutz gegen Wärmeausstrahlung und Witterungseinflüsse kann der Behälter zweckmäßig mit einem Schutzhaus umgeben werden. (D. R. P. Nr. 262 542.)

Der faltenbalgartige Behälter kann auch in an sich bekannter Weise als Verdränger innerhalb eines den Dampf oder dgl. aufnehmenden unbeweglichen Behälters angeordnet sein. Dadurch ist das Wandungsmaterial keinen schädlichen Zugbeanspruchungen ausgesetzt. Um das Eigengewicht des faltenartigen Körpers auszugleichen, greifen an seinem Oberteil unter Vermittlung von Leitrollen ein oder mehrere Gegengewichte an. Durch Verwendung verschieden großer Gewichte läßt der Dampfdruck sich in weiten Grenzen auf jede gewünschte Höhe einstellen. (D. R. P. Nr. 265 180.)

Bei dem Glockendampfspeicher mit feststehender Tauchglocke des Dipl.-Ing. Fritz Harth in Frankfurt a. M.-Bockenheim (Fig. 2) befindet sich die Tauchglocke *a* unter dem Rande ihres Tauchgefäßes *b*, so daß die aus der Glocke verdrängte Tauchflüssigkeit über den Glockenboden herlaufen kann, wodurch sich ihr Oberflächenspiegel um die Umrißfläche der Glocke vermehrt. Das Ende der unter die Glocke führenden Dampfleitung *d* ist durch einen unter der Einwirkung eines auf der Tauchflüssigkeit schwimmenden Schwimmers *s* stehenden Deckel abgedeckt, der das Rohr *d* bei einem bestimmten Stande der Tauchflüssigkeit im Glockeninnern durch die Wirkung des Schwimmers selbsttätig abdeckt oder freigibt. Gemäß der in der Zeichnung dargestellten Ausführung sind mehrere Glocken und Tauchgefäße übereinander gestapelt. (D. R. P. Nr. 265 181.)

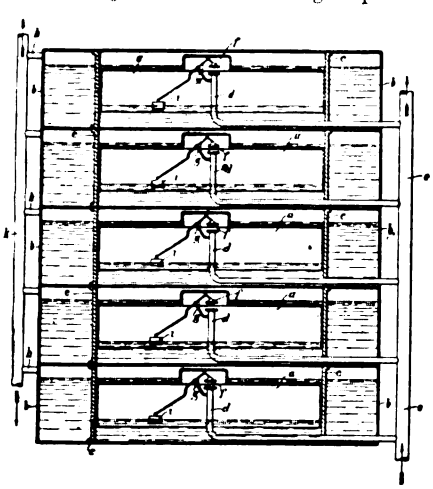


Fig. 2.

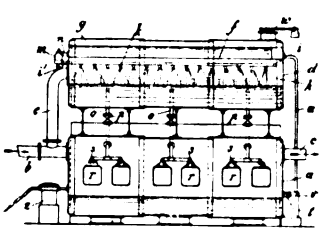


Fig. 3.

Die Erfindung der Firma Fried. Krupp Akt.-Ges. bezieht sich auf Abdampfwärmespeicher mit Schwimmglocke und bezweckt, einen Wärmespeicher dieser Art zu schaffen, der bei sehr einfacher Bauart große Abkühlungs- und Wiederverdampfungsflächen besitzt und außerdem noch den Vorteil gewährt, daß die zur Wärmeaufspeicherung dienende Flüssigkeit durch den Dampfdruck selbst, ohne daß eine besondere Pumpe erforderlich ist, in Umlauf gebracht wird. Um dies zu erreichen, werden in der Schwimmglocke Gefäße eingebaut, die aus dem unteren Teile des Speichers beim Steigen der Schwimmglocke Flüssigkeit schöpfen können. Die in der Schwimmglocke eingebauten Gefäße sind so ausgebildet, daß sie ein allmähliches Abfließen der in ihnen befindlichen Flüssigkeit gestatten. (F. P. Nr. 457 792.)

Bei dem Dampfspeicher des Alfred Matthaei in Mülheim (Ruhr), bei welchem der Rauminhalt eines feststehenden äußeren, den Dampf aufnehmenden Behälters durch den Einbau eines beweglichen, glockenartigen Kolbens veränderlich gemacht ist, steht der Hohlraum des die Abschlußflüssigkeit aufnehmenden, in bekannter Weise ringförmig ausgebildeten Behälters unten mit der Außenluft in Verbindung, so daß er zur Aufnahme der einmal erwärmten Luft beim Niedergang des Kolbens dient. Der Hohlraum des ringförmigen Behälters nimmt die zur Ausgleichung des Kolbengewichtes dienenden Gegengewichte auf. Zur teilweisen Aufhebung des Gewichtes des Kolbens ist an dessen unterem Mantelende ein mit Luft oder Gas gefüllter Ring angeordnet. (Br. P. Nr. 4130 A. D. 1912.)

Bei der Vorrichtung zum Druckausgleich bezw. Auffrischen von durch einen geheizten Behälter ungleichmäßig strömendem Dampf des Colbert Gerteis und Heinrich Max Olbricht in Teplitz (Böhmen) (Fig. 3) wird bei die normale Mittelspannung überschreitenden Druckerhöhungen eine Kondensationsvorrichtung (Regenvorrichtung oder dgl.) in einem mit dem Hauptbehälter *a* kommunizierenden Hilfsbehälter *d* selbsttätig in Tätigkeit gesetzt, wobei ferner das so gewonnene Heißwasser bei Druckunterschreitungen gleichfalls selbsttätig auf die Heizrohre *r* des Hauptbehälters *a* geleitet und dort in Dampf überführt wird. Die im unteren Hilfskesselraum *h*, welcher durch ein Rohr *e* mit der Abdampfleitung *b* und durch mit Ventilen *p* versehene, oberhalb der Heizrohre *r* ausmündende Rohre *o* mit dem Behälter *a* verbunden ist, angeordneten, mit an ihren Unterseiten perforierten Rohrstummeln *k* versehenen Rohre *i* sind mit dem oberen Hilfskesselraum *g* verbunden und in die Verbindungsleitungen sind Ventile *m* eingeschaltet, welche sich bei Druckerhöhungen im Behälter *a* selbsttätig öffnen, um dem Raum *h* Wasser in fein verteiltem Zustande zuzuführen und den in den letzteren eingeströmten Dampf niederzuschlagen, wogegen bei Druckunterschreitungen im Behälter *a* die Ventile *p* der Rohre *o* geöffnet werden, so daß das früher gewonnene heiße Kondensat durch die an den Rohren *o* angesetzten perforierten Rohrstummeln *s* in fein verteiltem Zustande auf die Heizröhren *r* niederfällt und in Dampf übergeführt wird. Statt der Kessel *a* und *d* kann ein einheitlicher Kessel mit drei Abteilungen oder es können drei Kessel vorgesehen sein. (Ö. P. Nr. 61 330).

Donald Barns Morison in Hartlepool läßt das zwischen der Dampfzufuhrleitung zum Wärmespeicher und der Auslaßleitung von demselben angeordnete Ventil erst beim Überschreiten eines bestimmten Spannungsunterschiedes in den beiden Leitungen öffnen, so daß dann der Dampf unmittelbar in die Auslaßleitung bezw. in den Dampfraum des Wärmespeichers strömt. (Br. P. Nr. 21 197 A. D. 1911.)

Derselbe Erfinder ordnet bei der Vorrichtung zum Ableiten des überschüssigen Abdampfes bei einem zwischen eine Hoch- und eine Niederdruckmaschine einzubauenden Abdampfspeicher die Dampfabströmöffnungen so an, daß sie sich beständig unter einer Flüssigkeitssäule in dem Flüssigkeitserhitzer befinden, die den für das Abblasen des Dampfes nötigen Widerstand schafft und das Eindringen von Luft in den Apparat verhindert. Der Widerstand für das Abblasen des Dampfüberschusses kann auch durch eine beständige Flüssigkeitssäule und ein belastetes Ventil geschaffen werden. (Ö. P. Nr. 60 417.)

Bei dem Wärmespeicher der Louis Schwarz & Co. Akt.-Ges. in Dortmund für unterbrochen arbeitende Dampfmaschinen, der mit einem Dampferzeuger für leichtsiedende Flüssigkeiten verbunden ist, wird das Rohrbündel des in dem Wasserraum des Wärmespeichers untergebrachten Dampferzeugers von unten nach oben durchströmt und beheizt. (D. R. P. Nr. 260 519.)

Der Abdampfspeicher des Heinrich Altena in Oberhausen (Rhld.), ist ein solcher für absatzweise arbeitende Dampfmaschinen mit zwei kommunizierenden, durch Wasserverschluß getrennten Behälter und mit Notauslaß für übermäßige Abdampflieferung. Er unterscheidet sich von bekannten dieser Art dadurch, daß das Abblaseventil mit einem Tauchrohr so weit in das Abschlußwasser eintaucht, als eine Absenkung desselben zulässig ist, wobei ein von dem im Ausgleichsgefäß ansteigenden Flüssigkeitsspiegel mitgenommener Schwimmer im Augenblick der Freilegung der Unterkante des Tauchrohres das Ventil anlüftet. Zwecks möglichster Raumausnutzung kann das untere Ende des Taucherrohres teleskopartig verstellbar gemacht sein, während auch gleichzeitig der Schwimmer bezüglich des Ventiles entsprechend verstellt werden kann. (D. R. P. Nr. 270 328.)

Pokorny & Wittekind, Maschinenbau-Akt.-Ges. verwendet als Abdampfspeicher einen Behälter ohne jede Speicherfüllung von solcher Größe, daß während der Perioden des Aussetzens der Primärmaschine der Abdampf aus dem Wärmespeicher unter geringer Abnahme des Speicherdruckes und mit großer Gleichmäßigkeit abströmt. (F. P. Nr. 454 703.)

Briefe an die Redaktion.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Der Verlauf elektrischer Wellen auf Leitungen mit räumlich veränderlicher Charakteristik. (Bemerkungen zu einer gleichbetitelten Arbeit von Reinhold Rüdenberg*).

Herr Rüdenberg hat sich in einer vor einiger Zeit veröffentlichten Arbeit unter anderem mit der Frage beschäftigt, ob man bei Leitungen, die aus einzelnen Stücken verschiedener Charakteristik bestehen, durch Übergangsstücke von ganz bestimmt bemessener, stetig veränderlicher Charakteristik Reflexionsverluste vollständig vermeiden könne. Er bejaht diese Frage; nach dem Ergebnis seiner Rechnungen ist die vollkommene Reflexionsfreiheit an einen ganz bestimmten räumlichen Verlauf der Charakteristik gebunden, und zwar unabhängig von der Form und Ausdehnung der durchlaufenden Wellen.

*) R. Rüdenberg: E. u. M., Heft 20, 1913.

Digitized by Google

Dieses Ergebnis ist sehr überraschend. Denn es leuchtet zwar ohne weiteres ein, daß es möglich sein wird, die Reflexionsverluste in gewissen Grenzen oder unter ganz speziellen Voraussetzungen stark zu verringern; daß man sie aber — noch dazu in unendlich vielen Weisen — vollkommen sollte beseitigen können bei ganz beliebiger Länge der Übergangsstrecke und ganz unabhängig von der Wellenform, also einerlei, ob an der Leitung Einzelwellen, gedämpfte Wellenzüge oder plötzliche Spannungssprünge entlang laufen sollen — das ist von vornherein kaum glaublich. Ich habe daher die hierher gehörigen Entwicklungen Rüdenbergs nachgeprüft und glaube im folgenden zeigen zu können, daß und wo in ihnen ein Irrtum steckt.

Rüdenberg verallgemeinert zunächst die bekannte Differentialgleichung der ungedämpften Welle für den Fall, daß die Induktivität L und die Kapazität C der Längeneinheit räumlich veränderlich sind. Er ersetzt dann die Koordinate x durch eine neue Veränderliche, die „Lichtzeit" ϑ, die er durch

$$\frac{d\vartheta}{dx} = \sqrt{CL}$$

definiert und erhält so die Differentialgleichung für die Spannung e in der einfachen Form

$$\frac{\partial^2 e}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 e}{\partial \vartheta^2} - \frac{\dot{Z}}{Z}\frac{\partial e}{\partial \vartheta} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 29),$$

wo $Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$ den (variablen) „Wellenwiderstand" der Leitung bezeichnet und durch den Punkt die Differentiation nach ϑ angedeutet wird. Diese Gleichung sucht Rüdenberg nun durch den Ansatz

$$e = \Phi(\vartheta)\,\varphi(\vartheta - t) \quad \ldots\ldots\ldots \quad 30)$$

zu integrieren; setzt man ihn in Gleichung 29) ein, so folgt:

$$\left(\frac{\ddot{\Phi}}{\Phi} - \frac{\dot{Z}}{Z}\frac{\dot{\Phi}}{\Phi}\right) + \left(2\frac{\dot{\Phi}}{\Phi} - \frac{\dot{Z}}{Z}\right)\frac{\dot{\varphi}}{\varphi} = 0 \quad \ldots \quad 33).$$

Da nun φ und damit $\frac{\dot{\varphi}}{\varphi}$ ganz willkürlich sein sollen, werden beide Klammern für sich gleich Null gesetzt; die zweite ergibt integriert:

$$\Phi = k\sqrt{Z}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad 35),$$

während aus der ersten in Verbindung mit der zweiten die Differentialgleichung

$$\frac{\ddot{Z}}{\dot{Z}} = \frac{3}{2}\frac{\dot{Z}}{Z} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 38)$$

folgt.

Nun ist nach Rüdenberg die Gleichung 35) „ein Kriterium für die Reflexionsfreiheit der Leitung". Er schließt daher, daß sich ganz beliebige Wellen an der Leitung reflexionslos fortpflanzen, wenn der Wellenwiderstand Z nach Gleichung 38) variiert.

Dieser Schluß scheint mir durchaus nicht zwingend. Es geht nach meiner Ansicht nicht an, bei der Deutung der Gleichung 35), wie es Rüdenberg tut, auf ein früheres Ergebnis zurückzugreifen, das abgeleitet war aus Voraussetzungen (Konstanz von C und L), die jetzt nicht mehr gelten sollen. Man darf daher vorläufig nur schließen, daß bei der speziellen Charakteristik, die Gleichung 38) befriedigt, Gleichungen 30) und 35) eine Lösung von Gleichung 29) bilden.

Nun könnte man freilich in den folgenden Ausführungen Rüdenbergs eine Begründung dafür sehen, daß damit auch die reflexionslose Lösung gefunden sei. Dieselbe Differentialgleichung 29) gilt nämlich auch für den Strom, nur ist überall Z durch $1/Z$ zu ersetzen, und es sieht so aus, als ob man hier auf ganz demselben Wege zu den Lösungen

$$i = \Psi(\vartheta)\,\varphi(\vartheta - t);$$

$$\Psi(\vartheta) = \frac{k}{\sqrt{Z}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 38a)$$

kommen könnte, womit dann die Konstanz der Leistungsamplitude

$$ei = \Phi\Psi\varphi^2 = k^2\varphi^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 38b)$$

bewiesen wäre. Diese Überlegung ist aber nicht richtig, denn nun gilt selbstverständlich die Bedingungsgleichung

$$\frac{(1/\ddot{Z})}{(1/\dot{Z})} = \frac{3}{2}\frac{(1/\dot{Z})}{(1/Z)} \quad \text{oder} \quad \frac{\ddot{Z}}{\dot{Z}} = \frac{1}{2}\frac{\dot{Z}}{Z}, \quad \ldots \quad 38c)$$

und diese ist keineswegs identisch mit Gleichung 38).

Es ergibt sich also: die Gültigkeit von Gleichung 35) ist an die von Gleichung 38) geknüpft; die Gültigkeit von Gleichung 38a) aber an die von Gleichung 38c). Mit anderen Worten: Gleichungen 35) und 38a) gelten nie gleichzeitig, was doch bei der reflexionslosen Leitung der Fall sein müßte; es ist daher unmöglich, die Konstanten einer Leitung so zu bemessen, daß sich Wellen beliebiger Form auf ihr reflexionsfrei (im Sinne der Gleichungen 35) und 38a)) fortpflanzen.

Es sei mir gestattet, dieses Ergebnis noch in etwas anderer vielleicht einfacherer Form zu beweisen.

Man kann statt von der Wellengleichung von den ursprünglichen Gleichungen

$$\frac{\partial e}{\partial x} = -L\frac{\partial i}{\partial t} \quad \text{und} \quad \frac{\partial i}{\partial x} = -C\cdot\frac{\partial e}{\partial t} \quad \ldots \quad 14)$$

ausgehen, die in den Variabeln ϑ und t die Formen

$$\frac{\partial e}{\partial \vartheta} = -Z\frac{\partial i}{\partial t} \quad \text{und} \quad Z\frac{\partial i}{\partial \vartheta} = -\frac{\partial e}{\partial t}$$

annehmen. Setzt man hier

$$e = \Phi(\vartheta)\,\varphi(\vartheta - t)$$
$$i = \Psi(\vartheta)\,\varphi(\vartheta - t),$$

so ergeben sich die Bedingungsgleichungen

$$\left.\begin{aligned}\Phi\dot{\varphi} + \dot{\Phi}\varphi &= (Z\Psi)\,\dot{\varphi}\\ (Z\Psi)\,\dot{\varphi} + (Z\dot{\Psi})\,\varphi &= \Phi\dot{\varphi}\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 33a).$$

Addiert man diese, so bleibt

$$\dot{\Phi} = -Z\dot{\Psi}^{*}) \quad \ldots\ldots\ldots \quad 33b).$$

Definiert man nun die Reflexionslosigkeit wie in Gleichung 38b) durch $\Phi\Psi = k^2$, so folgt für die reflexionsfreie Leitung auch

$$\dot{\Phi} = -\frac{k^2}{\Psi^2}\dot{\Psi},$$

also durch Kombination mit Gleichung 33b)

$$\Psi = \frac{k}{\sqrt{Z}} \quad \text{und} \quad \Phi = k\sqrt{Z}.$$

Diese Lösungen, nach denen $\Phi = Z\Psi$ wäre, sind aber streng genommen unmöglich. Denn aus der ersten der Gleichungen 33a) folgt

$$(\Phi - Z\Psi)\,\dot{\varphi} = -\dot{\Phi}\varphi;$$

die Lösungen können daher nur dann annähernd erfüllt sein, wenn $\dot{\Phi} = \frac{k\dot{Z}}{2\sqrt{Z}}$ klein ist gegenüber $\dot{\varphi}$ (also zum Beispiel bei kleiner Wellenlänge und geringer räumlicher Änderung der Charakteristik).

Damit scheint mir nochmals die Unmöglichkeit der vollkommen reflexionsfreien Ausbreitung von Wellen an Leitungen mit veränderlicher Charakteristik bewiesen.

Clausthal (Harz), am 10. März 1914.

Physikalisches Inst. d. Bergakademie.

Dr. J. Wallot.

Betrifft Stromtarife.

Die Fortschritte in der Fabrikation der stromsparenden Lampen beginnen bereits ihre unangenehmen Folgen auf jene Eletrizitätswerke zu äußern, welche den Strom nach Kilowattstunden und Zählerangaben verkaufen, so daß der Vorteil eines günstigen Umsetzungsverhältnisses von Energie zu Licht ausschließlich dem Konsumenten zufällt.

Ich sehe mich nun durch verschiedene Erfahrungen veranlaßt, zur Wahrung einer gewissen Priorität von einer beabsichtigten Zählertarifreform Kenntnis zu geben, welche geeignet sein dürfte, eine gerechte Vermittlung zwischen den Interessen der Werke und jenen der Zählerkonsumenten herbeizuführen. Nach diesem neuen Tarif wird eine Grundtaxe eingehoben nach dem Anschlußwert in Normalkerzen (nicht in Kilowatt) und der Lichtstrom mittels Kilowattstundenzählers zum Grundpreis des Kraftstromes ohne Rabatt bemessen. Dieser Tarif schützt zunächst das Elektrizitätswerk vor allzu geringem Konsum trotz verhältnismäßig groß bleibender Investitions- und Betriebsgrundkosten. Ferner macht er bis zu einem gewissen Grad die Elektrizitätswerke unabhängig von weiteren Fortschritten in der Fabrikation der Glühlampen von geringem Stromverbrauch und endlich gewährt er automatisch für höheren Konsum eine Verbilligung, weil der Anteil der Grundtaxe mit steigenden Kilowattstunden sinkt. Die Details hängen natürlich von sehr vielen Umständen ab, die zu erörtern hier zu weit führen würde, welche jedoch für jedes Elektrizitätswerk nach seinen besonderen Umständen speziell ermittelt werden müssen.

Ich glaube, daß dieses Prinzip recht lebensfähig ist und würde mich interessieren zu erfahren, ob man schon anderswo in irgendeiner Weise die Lichtmenge zur Bestimmung einer Grundtaxe herangezogen hat.

Klagenfurt, 16. Juni 1914. *W. v. Winkler.*

*) Ich verdanke diese Umformungen einer freundlichen brieflichen Mitteilung des Herrn Rüdenberg.

Schluß der Redaktion am 7. Juli 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Hercegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechszehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Tourenregelung des asynchronen Drehstrommotors mit Schlupfwiderstand im Antrieb von Grubenventilatoren.
Von Dr. Alfred Winkler, Mähr.-Ostrau 609
Elektrizitätsgesetz-Entwurf. Zum Elektrizitätswegerecht.
Von Betriebsleiter Rudolf Glaser 612
Die Konstruktion der genauen Betriebskreise für den mehrphasigen Asynchronmotor (allgemeiner Wechselstromtransformator) aus dem gewöhnlichen Heylanddiagramm.
Von Marineingenieur H. Kafka (Schluß) 615
Rundschau:
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 620
Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 620
Dynamomaschinen, Transformatoren 621
Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 621
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 621
Elektrische Beleuchtung 622
Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen 622
Elektrische Apparate 622
Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie 623
Wirtschaftliches 623
Chronik 623
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Rotationskraftmaschinen 623
Briefe an die Redaktion 626
Personalnachrichten 628
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *389—400*

Tourenregelung des asynchronen Drehstrommotors mit Schlupfwiderstand im Antrieb von Grubenventilatoren.

Von Dr. **Alfred Winkler**, Mähr.-Ostrau.

Inhalt: Betrachtung des Regelproblems des asynchronen Drehstrommotors mit Schlupfwiderstand im Antrieb von Grubenventilatoren auf Grund der Betriebseigenschaften der beiden Maschinen.

Im asynchronen Drehstrom-Induktionsmotor wird die dem Stator zugeführte elektrische Leistung bis auf die unmittelbar elektrisch gedeckten Verluste durch das Drehmoment zwischen Stator und Rotor (Drehfeld und Rotor-AW) in mechanische Leistung umgesetzt. Der Ohmsche Spannungsabfall des zur Erzeugung der Rotor-AW erforderlichen Stromes bedingt in der Rotorwicklung das Vorhandensein einer EMK, die durch die Schlüpfung des Rotors im Drehfelde aufgebracht wird. Der Verlust an mechanischer Leistung durch das Zurückbleiben des Rotors gegen das Drehfeld steht somit in ausschließlichem ursächlichen Zusammenhang mit dem Ohmschen Verlust im Rotorkreis (Schlupfenergie): in gleichen Einheiten (Watt) gemessen, sind sie einander numerisch gleich. Man kann daher schreiben:

$$s \,.\, M^{\mathrm{Sy-Watt}} = p_{\mathrm{II}}\, J_{\mathrm{II}}^2\, r_{\mathrm{II}}$$

wobei s = verhältnismäßige Schlüpfung (100 s = Schlüpfung in v. H.).
M = Drehmoment in Synchronwatt (Watt bei synchroner Tourenzahl).
p_{II} = Phasenzahl im Rotor.
J_{II} = Rotorstrom pro Phase.
r_{II} = Widerstand des Rotorkreises pro Phase.

Weiters ist

$$M^{\mathrm{Sy-Watt}} = 9{\cdot}81\, M^{\mathrm{mkg}}\, \frac{\pi\, u_0}{30}$$

wobei u_0 = synchrone Tourenzahl des Motors (U. p. M.). Die Schlupfenergie ist daher als Funktion von Drehmoment und Schlüpfung:

$$p_{\mathrm{II}}\, J_{\mathrm{II}}^2\, r_{\mathrm{II}} = 9{\cdot}81\, \frac{\pi\, u_0}{30} \,.\, M^{\mathrm{mkg}} \,.\, s \ (\mathrm{Watt}).$$

Durch entsprechenden Widerstand r_{II} des Rotorkreises läßt sich bei jedem Drehmoment M jede beliebige (positive) Schlüpfung s erzielen. Bei einem einmal eingestellten Widerstand r_{II} hat jedoch eine Änderung des Drehmomentes eine gleichzeitige Änderung der Schlüpfung zufolge: der Motor erhält eine begrenzte Seriencharakteristik mit seiner Leerlauftourenzahl als Höchsttourenzahl.

Der Wirkungsgrad des Regelantriebes, definiert als das Verhältnis der an die Welle abgegebenen mechanischen Leistung zur gesamten, auf den Rotor übertragenen Leistung ist

$$\eta_{\mathrm{r}} = 1 - s;$$

ist η_{m} der alle Verluste im Motor mit Ausnahme der Ohmschen Verluste im Rotorkreis umfassende Motorwirkungsgrad*), dann ist der totale Wirkungsgrad des Motorantriebes (Verhältnis der nutzbar abgegebenen mechanischen Leistung zur gesamten dem Stator zugeführten elektrischen Leistung)

$$\eta_{\mathrm{t}} = \eta_{\mathrm{m}} \cdot \eta_{\mathrm{r}}.$$

*) Ist η der Wirkungsgrad des Motors ohne Schlupfwiderstand bei Vollast, u_{v} die Tourenzahl bei Vollast, dann ist

$$\eta_{\mathrm{m}} = \eta\, \frac{u_{\mathrm{v}}}{u_{\mathrm{v}}}$$

der oben definierte Wirkungsgrad beim Vollastdrehmoment.

Digitized by Google

Es ist unmittelbar ersichtlich, daß der Wirkungsgrad der Tourenregulierung durch Schlupfwiderstand bei großen Abweichungen vom synchronen Laufe verhältnismäßig schlecht ist. Zur Rückarbeitung der Schlupfenergie bezw. deren Umsetzung in nutzbare mechanische oder elektrische Leistung, dient eine Anzahl von Kaskadenschaltungen (Regelsätze). Es gibt jedoch Motorantriebe mit bei abnehmender Tourenzahl stark abfallendem Drehmoment, bei denen die Tourenregelung des Asynchronmotors durch Schlupfwiderstand wegen des geringen absoluten Wertes der vernichteten Energie Beachtung verdient und in den Vergleich mit anderen Reguliermethoden einbezogen werden muß. Von diesem Standpunkte aus soll nachstehend sein Verhalten im Antrieb von Grubenventilatoren betrachtet werden.

* * *

Grubenventilatoren sind äußerst wichtige Betriebsmaschinen in Bergwerken; ihre Leistung beträgt meist einige hundert, oft über tausend *kW*, ihr Betrieb geht ununterbrochen das ganze Jahr hindurch, ihre Betriebssicherheit ist von größter Bedeutung. Der Antrieb erfolgt in der Regel in direkter Kupplung mit langsamlaufenden Motoren (etwa 100 bis 360 U. p. M.). Infolge ihrer großen Leistung und Betriebstundenzahl bilden sie eine ansehnliche Grundbelastung der Bergwerkszentralen; der *kWh*-Preis ihres Stromverbrauches ist wegen des guten Belastungsfaktors (nahezu 1) sehr niedrig. Sowohl aus Gründen der Betriebssicherheit und Anspruchslosigkeit in der Wartung — ein Umstand, der auf den oft entlegenen Wetterschächten sehr ins Gewicht fällt — als auch der Wirtschaftlichkeit kommt ein anderer Antrieb als der elektrische überhaupt nicht in Frage.

Die Bemessung eines Grubenventilators gestaltet sich wie folgt: Die Wettermenge richtet sich nach dem Stande der Belegschaft (etwa 3 bis 5 m^3 minutlich pro Kopf der Belegschaft); für die erforderliche Depression sind die bergbaulichen Verhältnisse maßgebend.

Unter Einführung des Begriffes der äquivalenten Grubenweite, definiert als die Fläche der Öffnung in einer dünnen Wand, die bei gleicher Pressung dieselbe Wettermenge durchläßt, wie die Grube selbst:

$$A = \frac{1}{\alpha}\sqrt{\frac{\gamma}{2g}}\frac{Q}{\sqrt{h}} = 0{\cdot}38\,\frac{Q}{\sqrt{h}}$$

wobei A = äquivalente Grubenweite in m^2 (Charakteristikon der Grube),
Q = (ausziehende) Wettermenge in m^3/Sek.,
h = erzeugte nutzbare Pressung in *mm* Wassersäule (Pressungsunterschied vor und hinter dem Ventilator),
α = Ausflußkoeffizient 0·66,
γ = spezifisches Gewicht der geförderten Luft, etwa 1·2 kg/m^3,
g = 9·81,

läßt sich für jede Wettermenge die erforderliche Depression berechnen:

$$h = \left(0{\cdot}38\,\frac{Q}{A}\right)^2.$$

Den Zusammenhang zwischen Tourenzahl des Ventilators und erzeugter Pressung ergibt die Beziehung

$$h = \mu\,\frac{v_u^2\,\gamma}{g} = \sim \mu\,\frac{v_u^2}{8},$$

wobei μ = manometrischer Wirkungsgrad (bei großen langsam laufenden Ventilatoren mit vorwärts gekrümmten Flügeln bis 0·8, im Mittel 0·66),
v_u = Umfangsgeschwindigkeit des Flügelrades in *m*/Sek.

Der Kraftbedarf an der Welle des Ventilators beträgt

$$N = \frac{Q\,h}{\mu\,\eta\,.\,102}\,(kW)$$

$$\left[N = \frac{Q\,h}{\mu\,\eta\,.\,75}\,(PS)\right],$$

wobei η = mechanischer Wirkungsgrad (bis 0·9).

Besonders bei Neuanlagen ist die vorherige Festlegung der äquivalenten Grubenweite und der späteren Betriebsverhältnisse schwierig. Grubenventilatoren werden sowohl aus diesem Grunde als auch mit Rücksicht auf die Möglichkeit, die Bewetterung bei außergewöhnlichen Vorfällen zu forcieren, stets reichlich ausgelegt. Es besteht daher das Bedürfnis, sie zunächst mit verminderter Leistung zu betreiben und erst später entsprechend dem fortschreitenden Ausbau der Grube auf die volle Wettermenge überzugehen.

Die Regelung der Wettermenge erfolgt bei konstanter Tourenzahl und damit erzeugter annähernd konstanter Pressung auf einfachste Weise durch Drosselung, etwa durch Abmauern des Saugkanales. Entsprechend der Verkleinerung der äquivalenten Grubenweite A sinkt die bei gleicher Depression geförderte Wettermenge; es sinkt somit auch der Kraftbedarf annähernd im gleichen Verhältnis wie die Wettermenge, tatsächlich jedoch wegen des verhältnismäßigen Anwachsens der hydraulischen und mechanischen Verluste erheblich langsamer (etwa 40% der vollen Leistung bei Leerlauf).

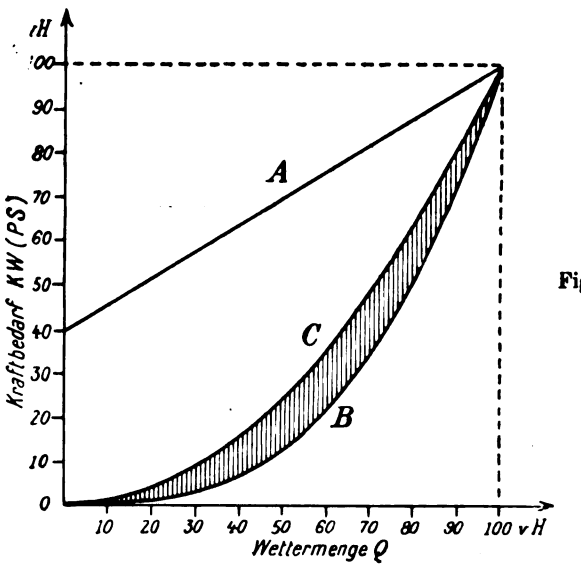


Fig. 1.

Vollkommener und wirtschaftlicher ist die Regelung der Förderleistung durch Änderung der Tourenzahl. Entsprechend den oben aufgestellten Beziehungen sinkt die erzeugte Pressung quadratisch mit der Tourenzahl; die Wettermenge fällt bei unveränderter äquivalenter Grubenweite mit der $^1/_2$ten Potenz der Depression, also linear mit der Tourenzahl. Der Kraftbedarf ändert sich mit der dritten Potenz der Wettermenge und mit der dritten Potenz der Tourenzahl, das Drehmoment ändert sich mit dem Quadrate dieser Größen.

Fig. 1 zeigt den Kraftbedarf eines Ventilators als Funktion der Wettermenge bei den verschiedenen

Digitized by Google

Regelmethoden. *A* ist die Leistungsaufnahme des mit konstanter Tourenzahl angetriebenen Ventilators bei Regelung der Wettermenge durch Drosselung, *B* die des bei unveränderter äquivalenter Grubenweite mit Tourenregelung laufenden Ventilators; *C* ist die Leistungsaufnahme des mit Tourenregelung laufenden Ventilators einschließlich der Schlupfenergie des antreibenden Asynchronmotors. *B* steigt mit der dritten Potenz, *C* mit dem Quadrate der Wettermenge. Die zwischen *B* und *C* liegende Fläche stellt den Arbeitsverlust im Schlupfwiderstand dar.

Die beschriebene Abhängigkeit von Drehmoment und Leistung nach einer höheren Potenz der Tourenzahl hat zur Folge, daß die oben erwähnte Serien-charakteristik des mit Schlupfregulierung arbeitenden Asynchronmotors im Antrieb von Ventilatoren belanglos ist; der Motor läuft im ganzen Regelbereich stark stabil.

Ist N_0 die nach obigen Formeln zu berechnende Leistung des Ventilators für volle (maximale) Wetterleistung, M_0 das entsprechende Drehmoment und u_0 die zugehörige Umlaufzahl, dann gilt für eine beliebige Tourenzahl u*):

$$\text{Drehmoment } M = c\,u^2 = c\,u_0^2\,(1-s)^2 = M_0\,(1-s)^2$$

$$\text{Leistung } N = c\,u^3 = c\,u_0^3\,(1-s)^3 = N_0\,(1-s)^3,$$

(c = Proportionalitätszeichen,
s = verhältnismäßige Schlüpfung);

$$N_0^{\text{Watt}} = 9{\cdot}81\; M_0^{\text{mkg}}\,\frac{\pi\,u_0}{30}.$$

Ein Drehstrom-Asynchronmotor mit der synchronen Tourenzahl u_0 hat als Antriebsmotor für den Ventilator bei einer Tourenzahl $u = u_0\,(1-s)$ eine Schlupfenergie

$$p_{II}\,J_{II}^2\,r_{II} = 9{\cdot}81\;\frac{\pi\,u_0}{30}\,M_0\,s\,(1-s)^2,$$

$$= N_0\,s\,(1-s)^2\,(\text{Watt}).$$

Der Schlupfverlust ist im Verhältnis zur vollen Leistung des Ventilators:

$$\delta = \frac{p_{II}\,J_{II}^2\,r_{II}}{N_0} = s\,(1-s)^2;$$

$s =$	0	0·10	0·20	0·30	0·40	0·50	0·60
$100\,\delta =$	0	8·1	12·8	14·7	14·4	12·5	9·6 v. H.

Ein gewisses Interesse bietet der bei gleichmäßiger Inanspruchnahme des ganzen Regelbereiches von der synchronen Tourenzahl bis zur Schlüpfung s herab auftretende Mittelwert des verhältnismäßigen Schlupfverlustes δ:

$$K = \frac{1}{s}\int_0^s \delta\,ds = \frac{1}{s}\int_0^s s\,(1-s)^2\,ds =$$

$$= \frac{s}{2} - \frac{2\,s^2}{3} + \frac{s^3}{4};$$

$s =$	0	0·10	0·20	0·30	0·40	0·50	0·60
$100\,K =$	0	4·4	7·5	9·7	10·9	11·4	9·9 v. H.

Es ist hiernach ersichtlich, daß die im Schlupfwiderstand vernichtete Energie selbst bei großen Abweichungen vom synchronen Laufe nicht besonders groß ist im Verhältnis zur vollen Leistung des Ventilators.

In manchen Fällen werden durch die Anforderungen des Betriebes zwei bestimmte Tourenzahlen — etwa entsprechend der Bewetterung der voll belegten und der nicht befahrenen Grube — erwünscht sein. Als gute Lösung hiefür muß insbesondere bei kleineren Leistungen und verhältnismäßig rasch laufenden Maschinen die Anwendung zweier Motoren gelten, von denen der eine, dem normalen Betrieb dienende, mit dem Ventilator in der üblichen Weise (gemeinsame Welle oder Kupplungsflansch) zusammengebaut ist, während der dem reduzierten Betrieb dienende das eben beschriebene Aggregat über eine lösbare Kupplung mit verminderter Tourenzahl und Leistung antreibt. In den Anschaffungskosten bleibt das Aggregat unter denen eines Regelsatzes, im Betrieb arbeitet es mit den Eigenschaften des Asynchronmotors. Eine weitere Tourenregelung zwischen den Grundtourenzahlen der beiden Motoren und unter die des kleineren hinab kann mittels Schlupfwiderstandes erfolgen. Einen Gesichtspunkt für die Wahl der Synchrontourenzahl des zweiten (Zusatz-)Motors möge, falls dieselbe nicht schon durch das Vorhandensein der oben angeführten Betriebsverhältnisse festliegt, die folgende Rechnung zeigen.

Ein Ventilatorantrieb mit zwei Asynchronmotoren (I und II) verschiedener Leerlaufstourenzahl (u_1 und u_2) soll durch Schlupfwiderstand von u_1 auf u_2 und von u_2 auf u_3 U. p. M. derart reguliert werden, daß die Schlupfenergie in beiden Fällen gleich ist. Die verhältnismäßige Schlüpfung an der Grenze des Regelbereiches des Motors I ist

$$s_1 = \frac{u_1 - u_2}{u_1};$$

die des Motors II

$$s_2 = \frac{u_2 - u_3}{u_2}.$$

Die Schlupfenergie des Motors I im Verhältnis zu seiner vollen Leistung (bei u_1 U. p. M.) ist

$$s_1\,(1-s_1)^2;$$

die des Motors II im Verhältnis zu seiner vollen Leistung (bei u_2 U. p. M.)

$$s_2\,(1-s_2)^2,$$

somit im Verhältnis zur vollen Leistung des Motors I:

$$s_2\,(1-s_2)^2\,\frac{u_2^3}{u_1^3}.$$

Gleichheit der Schlupfenergien

$$s_1\,(1-s_1)^2 = s_2\,(1-s_2)^2\,\frac{u_2^3}{u_1^3}$$

besteht bei einer Aufteilung des Regelbereiches auf die beiden Motoren nach folgendem Verhältnis:

$\frac{u_3}{u_1} =$	1	0·8	0·7	0·6	0·5	0·4
$\frac{u_2}{u_1} =$	1	0·91	0·88	0·87	0·88	0·90.

Ist z.B. ein Ventilatorantrieb von $u_1 = 360$ U. p. M. auf $u_3 = 240$ U. p. M. $\left(\frac{u_3}{u_1} = 0{\cdot}67\right)$ zu regulieren, so ergibt sich nach dem Gesichtspunkt der Gleichheit der Schlupfenergien für den Motor II eine Tourenzahl von $\left(\frac{u_2}{u_1} = 0{\cdot}88\right)$ $u_2 = 316$ U. p. M. Sowohl an der Grenze des Regelbereiches des Motors I als auch an der des Motors II beträgt in diesem Falle die Schlupfenergie zirka 9·4% der vollen Leistung des Ventilators I. Für beide Maschinen kann bei entsprechender Wahl der Rotorspannungen der gleiche Schlupfwiderstand dienen.

*) Unter Vernachlässigung des Tourenabfalles zwischen Leerlauf und Vollast beim Motor ohne Schlupfwiderstand.

Digitized by Google

Da Grubenventilatoren stets in doppelter Ausrüstung (volle Reserve) vorhanden sein müssen, wird man dieselben zweckmäßig etwas verschieden bemessen, derart, daß das eine Aggregat die im gegenwärtigen Betrieb erforderliche maximale Wetterleistung aufzubringen vermag, während der zweite Maschinensatz für die einer späteren Ausbauphase entsprechende Wettermenge und Depression ausgelegt ist und gegenwärtig mit Drosselregulierung oder Schlupfregulierung betrieben werden kann. Wenn hiebei ein Aggregat mit einem Zusatzmotor für reduzierte Wetterleistung, das andere hingegen nur mit Schlupfwiderstand ausgerüstet ist, wird mit diesen einfachen Hilfsmitteln in vielen Fällen ein wirtschaftlicher Betrieb erzielt werden können.

Elektrizitätsgesetz-Entwurf*).

Zum Elektrizitätswegerecht.

Bericht für die Handels- und Gewerbekammer in Brody.
Von Betriebsleiter Rudolf Glaser.

Den wirtschaftlichen Korporationen liegt der Entwurf eines Gesetzes betreffend das Wegerecht und andere Bestimmungen für elektrische Anlagen zur gutächtlichen Äußerung vor. Bevor auf den Inhalt dieses Gesetzentwurfes näher eingegangen wird, seien kurz hauptsächlicher Inhalt der bisherigen Entwürfe zu einem Elektrizitätswegerecht und auch die hinsichtlich dieser Entwürfe aus dem Kreise der elektrischen Industrie geäußerten Wünsche wiederholt**), um zu sehen, ob und inwieweit der vorliegende Entwurf eine Erfüllung der gehegten Wünsche verheißt.

Im Jahre 1901 hat das Handelsministerium den Referentenentwurf eines Gesetzes betreffend die Benutzung öffentlicher Kommunikationen und fremden Eigentumes für Staatstelegraphenleitungen und für elektrische Kraftleitungen ausgearbeitet. Dieser Referentenentwurf räumte der Staatstelegraphenverwaltung weitgehende Benutzungsrechte sowohl an öffentlichen Kommunikationen, wie auch an fremdem Eigentum ein und sah für Starkstromunternehmungen gleichfalls Zwangsbenutzungsrechte, jedoch in wesentlich beschränkterem Umfange, vor. Ohne ein umfassendes Elektrizitätsrecht schaffen zu wollen, beschränkte sich dieser Entwurf jedoch nicht nur auf das Wegerecht, sondern regelte auch noch weitere damit im Zusammenhange stehende Fragen. Der Referentenentwurf enthielt also außer dem eigentlichen Elektrizitätswegerecht, Bestimmungen hinsichtlich der beim Zusammentreffen von Staatstelegraphenleitungen mit Leitungen anderer Anlagen zu treffenden Sicherungsmaßnahmen, bezog die Schadenersatz- und Haftpflicht in seinen Bereich und regelte schließlich das einschlägige Verfahren.

Wiewohl die durch diesen Referentenentwurf zum Ausdruck gekommene Initiative der Regierung zur Schaffung eines Elektrizitätswegegesetzes allenthalben mit Genugtuung begrüßt wurde, wurden gegen den Inhalt des Entwurfes selbst mancherlei Bedenken laut, und mancherlei Ergänzungen und Abänderungen gewünscht. Insbesondere wurde allerseits verlangt, daß den Starkstromanlagen unter gewissen Voraussetzungen und Modalitäten auch ein Enteignungsrecht zustehen sollte, da das jederzeit kündbare Zwangsbenutzungsrecht in solchen Fällen nicht ausreichen wird, wo Betriebs- oder mitunter auch finanzielle Rücksichten, die Erwerbung dauernder Rechte erheischen. Zum Beispiel für die Errichtung von Transformator- und Umformerstationen, schwere Gittermaste und ähnliche Zubehöre, bei denen eine, infolge Kündigung eines Zwangsbenutzungsrechtes, notwendige nachträgliche Verlegung den Unternehmer schwer treffen würde. Im Referentenentwurfe war ferner die Benutzung von Gebäuden zur Führung von Starkstromleitungen auf Mauerträgern sowie die Führung solcher Leitungen durch den Luftraum über Gebäuden versagt, für welches Benutzungsrecht gerade ein dringendes Bedürfnis besteht. Es wurden weiters Stimmen gegen das im Referentenentwurfe zugunsten der Staatstelegraphenleitung durchbrochene Prioritätsprinzip bezüglich der Maßnahmen zur Sicherung der Staatstelegraphenleitungen beim Zusammentreffen mit anderen Leitungen laut und schließlich auch die für Starkstromanlagen vorgesehene verschärfte Haftpflicht bekämpft.

Abgesehen von den zahlreichen im Abgeordnetenhause von verschiedenen Seiten eingebrachten Initiativanträgen und Entwürfen zur Schaffung eines Elektrizitätswegerechtes folgte seitens der Regierung dem früher erwähnten Referentenentwurf erst eine im Dezember 1908 im Herrenhause eingebrachte Vorlage, betitelt, Gesetz betreffend die Einräumung von Benutzungsrechten für elektrische Leitungen an öffentlichen Kommunikationen und an fremdem Eigentum und die Genehmigung von Starkstromanlagen. Auch diese Vorlage wollte, wie der Motivenbericht hiezu hervorhob, keineswegs eine erschöpfende Kodifikation des Elektrizitätsrechtes bieten, sondern vor allem der Schaffung eines Elektrizitätswegerechtes und der Ausgestaltung des Schadenersatzrechtes dienen. Dieser Gesetzentwurf schuf demgemäß Benutzungsrechte für Telegraphenanlagen, behandelte die Genehmigung der Starkstromanlagen und deren Zwangsbenutzungsrechte, faßte Schadenersatz- und Haftpflichtbestimmungen zusammen und enthielt schließlich allgemeine Bestimmungen.

War auch manchen hinsichtlich des Referentenentwurfes geäußerten Wünschen in dieser Vorlage Rechnung getragen worden, so enthielt dieselbe noch immer zahlreiche Bestimmungen, deren Beseitigung oder Abänderung für die Starkstromunternehmungen ein Gebot der Notwendigkeit waren. Neu war in diesem Entwurfe die im § 35 aufgenommene Bestimmung, laut welcher die Konzessionsbehörde den Stromlieferungsunternehmungen die Verpflichtung auferlegen konnte, die Stromabgabe nur unter den von der Behörde zu genehmigenden allgemeinen Bedingungen und ohne Überschreitung eines behördlich genehmigten Maximaltarifes zu bewerkstelligen, und sollte der Behörde auch das Recht zustehen, diesen Tarif von fünf zu fünf Jahren einer Revision zu unterziehen und gegebenenfalls auch abzuändern womit kurz gesagt die Tarifhoheit des Staates eingeführt werden sollte. Die Stellung der Interessentenkreise zu diesem gegen die Elektrizitätsindustrie derart geplanten Schlag dürfte am besten die dezidierte Erklärung kennzeichnen, welche gelegentlich der von der Wiener Handelskammer über diesen Entwurf veranstalteten Enquete einmütig abgegeben wurde und die dahin lautete, lieber auf jedes Elektrizitätswegegesetz zu verzichten, als die Tarifhoheit des Staates hinzunehmen. Auch den anderen eingangs erwähnten hinsichtlich des Referentenentwurfes erhobenen Wünschen trug die Regierungsvorlage nicht Rechnung, so daß natürlich neuerdings dieselben Wünsche wiederholt wurden.

Was nun die vor kurzem herabgelangte Vorlage anbelangt, welche sich: Entwurf eines Gesetzes betreffend das Wegerecht und andere Bestimmungen für elektrische Anlagen, betitelt, sei bemerkt, daß diese Vorlage in vieler Beziehung ein weiteres Gebiet als die beiden vorerwähnten Entwürfe behandelt, deshalb aber keineswegs von der Elektrizitätsindustrie freudig aufgenommen werden kann.

*) Zu dieser im Verein in Beratung stehenden Angelegenheit ist uns noch nachstehende Äußerung zugekommen. (S. H. 27, S. 574.)

**) Nach den Berichten der Wiener Handelskammer.

Digitized by Google

§ 1 des Entwurfes stellt zunächst fest, daß sich das Gesetz auf elektrische Starkstromanlagen und auf Telegraphenanlagen bezieht, um sodann mit dem ersten Hauptstück, welches die Überschrift, das Wegerecht für elektrische Leitungen, trägt und die §§ 2 bis 4 umfaßt, zu beginnen. In diesen Paragraphen wird bestimmt, daß Zwangsbenutzungsrechte ausgeübt werden können, erklärt, daß solche Zwangsbenutzungsrechte in der Führung und Erhaltung von Leitungen im Luftraum oder unter der Erde, Anbringung und Erhaltung von Leitungsstützpunkten, sonstigen Leitungsobjekten und Zubehör geringeren Umfanges, ferner in der Bewirkung von Ausästungen bestehen können. Es werden die Schranken dieser Rechte gezogen und die Maßnahmen vorgeschrieben, die zwecks Änderung oder Entfernung elektrischer Anlagen, welche Zwangsbenutzungsrechte ausüben, zu treffen sind.

Bemerkenswert in diesem Hauptstück scheint die Bestimmung, daß nach den „bestehenden Vorschriften" zu beurteilen ist, ob und inwiefern für elektrische Anlagen eine Enteignung in Anspruch genommen werden kann (§ 2, Absatz 4). Der Entwurf weist also zwar auf das Enteignungsrecht hin, ist damit aber keineswegs den vielfach geäußerten Wünschen nachgekommen, im Wegegesetz zu fixieren, daß in jenen Fällen, wo nachgewiesenermaßen begründetes Interesse für den Erwerb des Eigentums oder eines dauernden Rechtes vorliegt, das Enteignungsrecht in Anspruch genommen werden kann. Wie bereits erwähnt, wird bei solchen Einrichtungen, welche ihrer Bestimmung, Größe und Konstruktion nach stabil sein müssen (Transformatoren, Umformerstationen, Tragkonstruktionen usw.), das Zwangsbenutzungsrecht allein nicht den angestrebten Zwecken entsprechen, denn bei Errichtung derartiger Objekte unter Ausübung von Zwangsbenutzungsrechten, welche doch kündbar sind, sind die Unternehmer stets der Möglichkeit ausgesetzt, diese Objekte nachträglich mit gewiß nicht geringen Kosten, sehr oft gewiß auch mit Störungen des Betriebes verlegen oder ändern zu müssen. Der Wunsch, für gewisse Fälle ausdrücklich ein Enteignungsrecht für Starkstromanlagen zu fixieren, wird auch diesem Entwurf gegenüber um so weniger verstummen, als es keineswegs Bedenken des Rechtsgefühles sein können, welche gegen die Gewährung eines derartigen bedingungsweisen Enteignungsrechtes angeführt werden können, denn für staatliche Telegraphenanlagen sieht der Entwurf das Recht der Enteignung im vollen durch § 365 des allgemeinen bürgerlichen Gesetzbuches zugelassenen Umfang vor (§ 29, Absatz 1). Außerdem erfährt das Zwangsbenutzungsrecht noch eine Beschränkung dadurch, daß es nur für Zubehör „geringeren Umfanges" vorgesehen ist, ein Begriff, der wohl noch einer präziseren Erklärung zu bedürfen scheint.

Das die Elektrizitätsindustrie wohl am meisten interessierende und zugleich auch umfangreichste zweite Hauptstück des Entwurfes, dessen Titel, Konzessionierung der Stromlieferungsunternehmungen, Genehmigung der Starkstromanlagen und Einräumung von Zwangsbenutzungsrechten, lautet, umfaßt 23 Paragraphen. Dieselben enthalten zum Teil wohl die im vorstehenden Titel angezogene Materie, es sind jedoch in diesem Hauptstücke auch Bestimmungen getroffen, die man nach der so harmlos klingenden Überschrift nicht erwarten würde. Es sind das namentlich die Bestimmungen, welche die volle Tarifhoheit des Staates, welcher sich die Stromlieferungsunternehmungen aus dem Titel öffentliche Pflichten unterwerfen sollen, beabsichtigen und das erst in diesem Entwurfe aufgetauchte Einlösungsrecht. Hierauf soll noch zurückgekommen werden.

Vorher sei erwähnt, daß zunächst die gewerbsmäßige Erzeugung und Leitung elektrischer Energie behufs Abgabe an Dritte als konzessioniertes Gewerbe erklärt wird, worauf die Bestimmungen hinsichtlich der Bedingungen zum Antritt dieses Gewerbes und der Konzessionsverleihung folgen. Es werden alle elektrischen Starkstromanlagen, ohne Unterschied des Zweckes, der Genehmigungspflicht unterworfen, doch können Hausanschlüsse und Einrichtungen in geschlossenen Anlagen (Installationen) eventuell befreit werden. Bezüglich der Sicherungsmaßnahmen beim Zusammentreffen von Starkstromleitungen untereinander oder mit Privattelegraphenleitungen in einer Trasse, bestimmt § 7, daß die zur Wahrung der öffentlichen Sicherheit und des ungestörten Betriebes sämtlicher Leitungen erforderlichen Maßnahmen, den jeweiligen Umständen entsprechend, in der technisch am zweckmäßigsten Weise zu treffen sind, und zwar auf Kosten des Unternehmers der neu hinzutretenden Leitungsanlage. Diese Bestimmung, welche sich die Anschauung zueigen macht, technisch das Zweckmäßigste vorzukehren und dabei hinsichtlich der Kostentragung die Priorität erworbener Rechte schützt, kann mit Genugtuung begrüßt werden. Nicht vom gleichen Geist erfüllt ist aber der Entwurf, sobald es sich um staatliche Telegraphenleitungen handelt. Im dritten, das Telegraphenwegerecht, überschriebenen Hauptstück — auf dessen Inhalt ansonsten nicht näher eingegangen werden soll — ist der früher erwähnte Grundsatz zugunsten des Staates geändert, indem § 30 bestimmt, daß die Staatsverwaltung unter Umständen die Verlegung bestehender elektrischer Leitungen verlangen kann, wobei, wenn es sich um ärarische Straßen handelt, der Unternehmer der zu verlegenden Leitung die Kosten zu tragen hat, ebenso in jenen Fällen, wo Sicherungsmaßnahmen für eine erst zu errichtende staatliche Telegraphenanlage auf ärarischen Straßen erforderlich sind. Auch diese Bestimmung ist vom Geiste der Zweckmäßigkeit erfüllt, nur daß diese Zweckmäßigkeit finanzieller Natur zugunsten der Staatstelegraphenverwaltung ist. Der Auffassung, daß der Staatstelegraphenverwaltung an ärarischen Straßen Vorrechte zukommen, kann wohl ernstlich nicht zugestimmt werden, denn, da auch ärarische Straßen nicht mehr und nicht weniger öffentliches Gut sind, als alle anderen öffentlichen Kommunikationen, kann der Staatstelegraphenverwaltung auch an ärarischen Straßen kein anderes Recht als an den anderen öffentlichen Kommunikationen zustehen. Eine Stellungnahme zu dieser Bestimmung dürfte daher wohl empfehlenswert sein.

Der die Zwangsbenutzungsrechte behandelnde § 8 setzt diese für Starkstromanlagen in recht dürftiger Ausdehnung fest, indem bestimmt wird, daß diese Rechte an öffentlichem und privatem Gute mit Ausnahme von Gebäuden, Höfen, Gärten, mit Mauern abgeschlossenen Fluren, Friedhöfen und Parks in Anspruch genommen werden können. Analysiert man diese Zwangbenutzungsrechte, so stellt sich heraus, daß dieselben hinsichtlich des öffentlichen Gutes — eingeschränkt durch das Zustimmungsrecht der das betreffende Gut verwaltenden Körperschaft (Absatz 2 dieses Paragraphen) — sehr mager, hinsichtlich des privaten Gutes aber nahezu Null sind. Vergleicht man diese Rechte dagegen mit jenen, welche sich die Staatsverwaltung im § 28 für Telegraphenanlagen zu sichern bestrebt ist, so muß man zugeben, daß diesbezüglich von Engherzigkeit nichts zu finden ist. Die Staatsverwaltung sichert sich nämlich die Zwangsbenutzungsrechte an öffentlichem Gute in vollem Umfange, fremdes Grundeigentum, Privatgewässer und Privatkanäle stehen ihr dagegen für die Errichtung von Stützpunkten, sonstiger Leitungsobjekte und anderen Zubehöres (vom „geringeren Umfange" ist hier nicht die Rede) zur Verfügung, mit Ausnahme geschlossener Hofräume, eingefriedeter Hausgärten, Parks und Friedhöfen. An Ge-

Digitized by Google

bäuden können ferner Mauerträger, Dachständer und sonstige Leitungsobjekte angebracht und über Gebäuden durch den Luftraum Leitungen geführt werden. Daß der Staatsverwaltung für Telegraphenanlagen auch das Enteignungsrecht zusteht, wurde bereits angeführt.

Die Staatsverwaltung hat für sich im vorliegenden Entwurf also die weitgehendsten Benutzungsrechte vorgesehen, den Starkstromunternehmungen gegenüber dagegen auch in diesem Entwurfe alle jene Beschränkungen aufrechterhalten, welche sich schon im Entwurf vom Jahre 1908 befanden. Darunter ist insbesondere die Beschränkung hinsichtlich Anbringung von Mauerträgern an Gebäuden zur Führung von Starkstromleitungen sowie hinsichtlich der Führung solcher Leitungen durch den Luftraum über Gebäuden mit Bedauern zu konstatieren. Gerade in kleineren geschlossenen Ortschaften ist die Ausdehnung der Zwangsbenutzungsrechte in dieser Beziehung von Bedeutung, und es wird neuerdings notwendig sein, sich diesbezüglich zu äußern. Der Motivenbericht zur Regierungsvorlage vom Jahre 1908 hebt hervor, daß die Anbringung von Leitungsstützpunkten an Gebäuden oder eine Übersetzung von solchen durch im Luftraum oberhalb derselben geführte Starkstromdrähte wegen der hiemit möglicherweise verbundenen Feuersgefahr nicht erzwungen werden kann. Diese Ängstlichkeit scheint unbegründet zu sein, denn es dürfte kaum vorgekommen sein, daß Leitungen, welche den Sicherheitsvorschriften entsprechen und auf Stützpunkten an Gebäuden verlegt oder oberhalb derselben geführt sind — wie dies in zahlreichen Ortschaften der Fall ist — Brandschäden verursacht hätten. Auch die bereits zitierte, von der Wiener Kammer bezüglich des Entwurfes vom Jahre 1908 veranstaltete Enquete hat den Standpunkt eingenommen, daß für Starkstromleitungen mit Gebrauchsspannung bei Beachtung der behördlich anerkannten Sicherheitsvorschriften (des Wiener elektrotechnischen Vereines) dieselben Benutzungsrechte an Gebäuden in geschlossen verbauten Ortschaften zustehen sollen, wie für Staatstelegraphenleitungen.

Laut Absatz 2 dieses Paragraphen bleibt die Ausübung der Zwangsbenutzungsrechte innerhalb der Gemeinden, in deren Gebiet elektrische Energie gegen Entgelt abgegeben wird, an die Zustimmung der die Liegenschaft verwaltenden Körperschaft gebunden. Die Fassung dieser Bestimmung läßt nicht ganz klar entnehmen, ob auch das bloße Durchzugsrecht an die Zustimmung der betreffenden Körperschaft gebunden bleibt. Sollte dies beabsichtigt sein, so würde dies eine beträchtliche Einschränkung des Wegerechtes bedeuten, indem dadurch dem heute bestehenden Zustande in keiner Weise abgeholfen wäre, das heißt auch weiterhin würde nur nach langwierigen Verhandlungen und gegen entsprechende Vergütung ein Durchzugsrecht von solchen Körperschaften zu erlangen sein. Eine schwer ins Gewicht fallende Bestimmung muß auch die im vierten Absatz dieses Paragraphen angeführte genannt werden, wonach seitens der Gemeinden die Führung der Leitungen unter der Erde verlangt werden könne. Derartige Kabelanlagen werden schwere Geldopfer fordern und können auch auf die Betriebssicherheit nur von schädigendem Einflusse sein. Eine liberalere Fassung dieser Bestimmung sollte platzgreifen, welche nur in tatsächlich begründeten Fällen zur Anwendung zu kommen hätte.

Auf diesen, die Zwangsbenutzungsrechte ganz erheblich einschränkenden Paragraphen, folgen nun im § 9 die sogenannten öffentlichen Pflichten, bei denen von einer Beschränkung wohl kaum gesprochen werden kann. Was unter diesem Titel den Stromlieferungsunternehmungen auferlegt werden soll, dürfte wohl auch sehr pessimistische Befürchtungen übertreffen. War schon die früher angeführte, im § 35 der Vorlage vom Jahre 1908 ausgesprochene Tarifhoheit des Staates straff genug gezogen, so überbietet sich der § 9 darin noch mit folgenden Bestimmungen. Es können die Stromlieferungsunternehmungen verpflichtet werden, ein abzugrenzendes Versorgungsgebiet nach einem bestimmten Ausbauplane und in bestimmter Frist mit elektrischer Energie bestimmter Art zu versehen und innerhalb dieses Gebietes unter bestimmten Voraussetzungen auf Verlangen jedermann unter gleichen Verhältnissen zu den gleichen Bedingnissen und Preisen Strom zu liefern. Die allgemeinen Bedingnisse und Maximaltarife der Stromlieferung und jede Änderung bestimmte Zeit vor der beabsichtigten Inkraftsetzung der Konzessionsbehörde zur Genehmigung vorzulegen, welche Genehmigung stets auf eine bestimmte, nicht unter zehn Jahre zu bemessende Dauer zu erteilen ist. In erster Linie die Bedürfnisse des Staates, der Länder, Gemeinden usw. zu berücksichtigen und schließlich dem Staate Einsicht in die gesamte Geschäftsgebarung zu eröffnen.

Wenn man, mangels eines Motivenberichtes zu dem vorliegenden Entwurf, zur Erklärung dieser drückenden Pflichten den zum Entwurf vom Jahre 1908 erschienenen Motivenbericht heranzieht, so findet man, daß die Berechtigung der Konzessionsbehörde, die allgemeinen Bedingnisse der Stromabgabe und einen Maximaltarif für den Strompreis vorzuschreiben, ihre Entstehung der Erwägung verdankt, zu verhindern, daß die Elektrizitätswerke bei der Gestaltung der durch freie Vereinbarung zu ordnenden Vertragsverhältnisse mit ihren Kunden ihre mitunter zu einem tatsächlichen Monopol gesteigerte günstige Machtstellung in einseitiger Weise zur Geltung bringen. Der Bericht führt weiter aus, daß diese Beschränkungen den Starkstromanlagen um so unbedenklicher auferlegt werden können, als ihnen gleichzeitig die angeführten Benutzungsrechte eingeräumt werden.

Diese Erwägungen können jedoch mit ruhigem Gewissen als gänzlich unzutreffend bezeichnet werden, denn von einer monopolartigen Stellung der Elektrizitätswerke kann bei den verschiedenen in Verwendung stehenden modernen Beleuchtungsarten und noch mehr bei den zahlreichen ökonomischen kleinen und großen Kraftmaschinen nicht gesprochen werden, vielmehr haben die Elektrizitätswerke mit diesen bei der Akquisition von Konsumenten in einen scharfen Wettbewerb zu treten, welcher allein ausreicht, die Strompreise zu bestimmen. Daß zudem diese drückenden Pflichten gleichsam dafür übernommen werden sollen, daß fast wertlose Benutzungsrechte eingeräumt werden, ist beinahe absurd. Vielmehr planen die angeführten Bestimmungen des § 9 einen Eingriff in das wirtschaftliche Leben, der nicht nur die Elektrizitätsindustrie, sondern die Industrie überhaupt zur energischesten Abwehr herausfordert, denn durch derartige Schranken werden Vertragsfreiheit und freie Konkurrenz aufgehoben und was heute den Stromlieferungsunternehmungen auferlegt werden soll, kann morgen auf andere Industriezweige ausgedehnt werden. Dieser Ausblick allein dürfte genügen, die gänzliche Streichung der Bestimmungen des § 9 des Entwurfes zu fordern, abgesehen davon, daß derartige Bestimmungen eine starke Beeinträchtigung, ja vielleicht eine vollständige Unterdrückung des Unternehmungsgeistes nach sich ziehen müßten.

Ein neues Moment führt § 10 des Entwurfes mit dem Einlösungsrecht ein. Dieser Paragraph bestimmt, daß, außer nach Erlöschen der Konzession, auch innerhalb der Konzessionsdauer, jedoch nicht vor Ablauf des 20. Jahres, die gesamten elektrischen Einrichtungen, Vorräte und Behelfe des Unternehmers gegen Vergütung nach einem bereits in der

Digitized by Google

Konzession festzustellenden Maßstab vom Staate oder von öffentlichen Körperschaften eingelöst werden können.

Diese Bestimmungen, vereint mit den im § 9 vorgesehenen lassen deutlich die Richtung erkennen, in welcher der Gesetzentwurf verfaßt ist, die Monopolisierung der Stromlieferungsunternehmungen durch den Staat. Ob eine solche dann zugunsten der Abnehmer und der Industrie ausgenutzt werden würde, darf wohl in Zweifel gezogen werden. Auch dieser Eingriff in das Wirtschaftsleben wird daher kaum Zustimmung finden können.

In den nun folgenden Bestimmungen, wird der Anspruch solcher Gemeinden auf Stromversorgung vorgesehen, welche unter Anwendung von Zwangsbenutzungsrechten in größerer Ausdehnung von Leitungen durchzogen werden (§ 11), es wird die Betriebspflicht statuiert (§ 12) und im § 13 kurz und bündig erklärt, daß alle elektrischen Anlagen einer staatlichen Aufsicht unterstehen. Eine genaue Umschreibung dessen, worauf sich diese Aufsicht erstrecken wird und auf die Befugnisse der hiezu berufenen Organe dürfte sehr empfehlenswert sein. Ebenso bedarf es noch einer bestimmteren Festsetzung, der im § 14 aufgenommenen Bestimmung, daß die Konzessionsbehörde zur Sicherstellung der Stromversorgung aus dringenden Gründen des öffentlichen Wohles das Erforderliche verfügen kann.

Dem § 15, welcher die Leitung elektrischer Energie nach dem Auslande von einer besonderen staatlichen Bewilligung abhängig macht, folgen die die Behörden und das einschlägige Verfahren behandelnden Paragraphen, an welche sich das dritte Hauptstück, benannt Telegraphenwegerecht — auf dessen Erörterung nicht eingegangen sei — anschließt.

Das vierte Hauptstück, betreffend Schadenersatz und Haftpflicht, läßt es sich gleichfalls angelegen sein, den Unternehmern elektrischer Anlagen schwere Lasten aufzuerlegen. In vermögensrechtlicher Beziehung hat der Unternehmer für alle Nachteile, die durch Einräumung von Zwangsbenutzungsrechten und deren Ausübung bei der Herstellung elektrischer Anlagen verursacht werden, den Belasteten volle Schadloshaltung zu gewähren, desgleichen auch den Nutzungsberechtigten, Gebrauchsberechtigten und Bestandnehmern für die diesen in der Folge durch die Ausübung der bestellten Zwangsbenutzungsrechte (Instandhaltung, Änderung und Auflassung) entstehenden vermögensrechtlichen Nachteile aufzukommen (§ 41). Das diesbezügliche Entschädigungsverfahren bei Starkstromanlagen regeln §§ 42 bis 44, bei Telegraphenanlagen § 45, wobei hervorgehoben sei, daß zur Ermittlung der Entschädigungen bei Starkstromanlagen, die im Eisenbahnenteignungsgesetz vom 18. Februar 1878 aufgestellten Grundsätze heranzuziehen sind. Die sich mit der Haftpflicht befassenden Bestimmungen statuieren auch in diesem Entwurfe eine qualifizierte Haftpflicht, bei welcher eine Exkulpierung im allgemeinen beinahe, dem mit einem Zwangsbenutzungsrecht Belasteten, seinen Hausgenossen usw. gegenüber aber überhaupt unmöglich sein dürfte. Diese im Entwurfe vorgesehenen äußerst scharfen Haftpflichtbestimmungen können keineswegs als eine Folge etwa übermäßig vieler Unfälle infolge Einwirkungen des elektrischen Stromes angesehen werden. Die Statistik der Starkstromunfälle weist vielmehr eine im Vergleich zu den zahlreich bestehenden Starkstrom- und insbesondere Hochspannungsanlagen äußerst niedrige Unfallsziffer auf, so daß die verschärfte Haftpflicht gänzlich unbegründet erscheint, welche geeignet wäre, die finanziellen Ergebnisse der Elektrizitätswerke im höchsten Grade ungünstig zu beeinflussen, da ja diese das Risiko der Haftpflicht-Versicherungsgesellschaften übertragen dürften, welch letztere es sich nicht entgehen lassen würden, die Prämien, diesen Bestimmungen entsprechend, festzusetzen. Mit Rücksicht also darauf, daß die bisherige Praxis weder ein außergewöhnliches Gefahrenmoment bei Stromlieferungsunternehmungen gezeitigt hat, ferners durch Haftpflichtbestimmungen, wie sie im Entwurfe vorgesehen sind, den Elektrizitätswerken empfindliche Nachteile ungerechterweise auferlegt werden würden, muß die Streichung dieser Entwurfsbestimmungen (§ 46 bis 52) als für die Elektrizitätsindustrie von einschneidender Bedeutung gewünscht werden.

Um schließlich noch des letzten, fünften Hauptstückes kurz Erwähnung zu tun, sei bemerkt, daß sich dasselbe mit Denkmal- und Heimatschutz bei Führung elektrischer Leitungen befaßt, Bestimmungen hinsichtlich der Benutzung von Bahngrund für elektrische Leitungen enthält, die rechtlichen Beziehungen elektrischer Anlagen auf fremdem Grunde festsetzt, nachträgliche Verfügungen vorsieht, die elektrische Energie in strafrechtlicher Beziehung unter den Begriff „Sache" einreiht und endlich Strafbestimmungen hinsichtlich Beschädigung oder Störung elektrischer Anlagen und Betriebe wie auch der Verletzungen dieses Gesetzes trifft.

Das Gesagte zusammenfassend, muß man zu dem Schlusse gelangen, daß der vorliegende Entwurf wenig von dem enthält, was die Elektrizitätsindustrie seit nahezu 20 Jahren zu erreichen sich bestrebt hat, dagegen dieser Industrie für das so arg zugestutzte Wegerecht Pflichten auferlegt werden sollen, denen zuzustimmen die wirtschaftlichen und fachlichen Korporationen sich wohl kaum entschließen werden. Das vielfach gebrauchte Schlagwort, daß mit dem Elektrizitätswegegesetz die Industrie gefördert werden soll, kann für den vorliegenden Entwurf wohl kaum mehr als ein kokettes Pseudonym sein.

Die Konstruktion der genauen Betriebskreise für den mehrphasigen Asynchronmotor (allgemeiner Wechselstromtransformator) aus dem gewöhnlichen Heylanddiagramm.

Von Marineingenieur H. Kafka.

(Schluß von Heft 28, Seite 593.)

Bevor wir an die Konstruktion der genauen Betriebskreise bei Berücksichtigung von r_1 und r_a aus den bereits gefundenen Diagrammen für $r_1 = 0$ gehen, müssen wir uns mit dem Spannungsdreiecke bei Synchronismus etwas näher befassen, von dem ich in meinem früheren Aufsatze nachgewiesen habe, daß dasselbe dem aus den drei Radien R_1, R_2 und R_μ der Betriebskreise gebildeten Dreiecke ähnlich ist. Außerdem wollen wir auch unsere Aufmerksamkeit dem zweiten Schnittpunkte $P_{1\mu}$ des I_1- und I_μ-Kreises zuwenden.

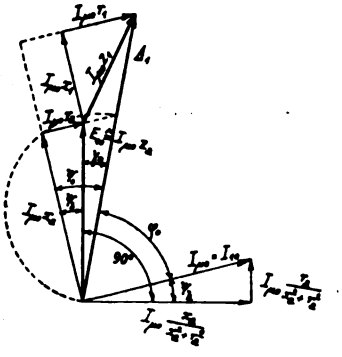


Fig. 4.

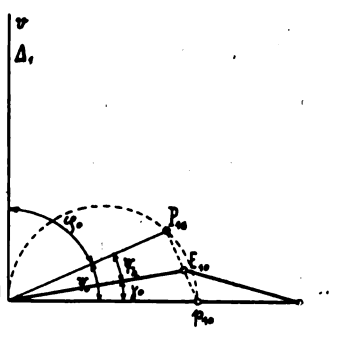


Fig. 4a.

In Fig. 4 ist das dem Synchronismus entsprechende Vektordiagramm gezeichnet. Die Bedeutung der einzelnen Vektoren wird aus den Bezeichnungen klar.

Digitized by Google

In unseren auf ein rechtwinkeliges Koordinatensystem u, v bezogenen Diagrammen ließen wir den Vektor der primären Klemmenspannung Δ_1 mit der v-Achse zusammenfallen. Der der Stromaufnahme bei Synchronismus entsprechende Vektor (ideeller Leerlaufstrom) wird in diesen Diagrammen durch die Strecke $\overline{O P_{10}}$ dargestellt.

In Fig. 4a ist im Strommaßstabe ein dem Spannungsdiagramm bei Synchronismus ähnliches Diagramm gezeichnet; dasselbe kann aus Fig. 4 durch Drehung um 90° und Division der Seiten durch x_a entstanden gedacht werden. Der Klemmenspannung Δ_1 entspricht in Fig. 4a die Strecke $O u_1 = \frac{\Delta_1}{x_a}$. Da tg $P_{10} O u = \frac{r_1 + r_a}{x_1 + x_a} = \text{tg}\, \Psi_0$, entspricht der Spannungsvektor $I_{\mu 0} . x_a$ der Strecke $O p_{10} = i_{\mu 0}$.

Bei Vernachlässigung von r_1 und r_a erreicht $I_{\mu 0} . x_a$ seinen größten Wert $i_{\mu 0} . x_a$ in der Richtung Δ_1. In Fig. 4a entspricht die Strecke $\overline{O p_{10}} = i_{\mu 0}$ diesem Falle.

Bei Berücksichtigung von r_1 und r_a bewegt sich der Punkt P_{10}, wie wir nachgewiesen haben, auf dem in Fig. 4a gestrichelt gezeichneten Halbkreise über $\overline{O p_{10}}$. Analog muß sich auch im Spannungsdiagramm Fig. 4 der Endpunkt des Vektors $I_{\mu 0} . x_a$ auf einem Halbkreise bewegen, der gleichfalls gestrichelt eingezeichnet wurde.

Um demnach bei Berücksichtigung von r_1 und r_a das dem Spannungsdreiecke bei Synchronismus ähnliche Strömedreieck zu konstruieren, gehen wir folgendermaßen vor:

1. Wir machen $\overline{O u_1} = \frac{\Delta_1}{x_a}$.

2. Im Schnitte des vom Ursprunge unter dem Winkel $\Psi_0 = \text{arc tg}\, \frac{r_1 + r_a}{k_1}$ gegen die u-Achse geneigten Strahles mit dem über $\overline{O p_{10}}$ gezeichneten Halbkreise ergibt sich der neue Leerlaufpunkt P_{10} bei Berücksichtigung von r_1 und r_a. Die Strecke $\overline{O P_{10}}$ entspricht im Spannungsdiagramm dem Vektor $I_{\mu 0} . x_a$.

3. Im Schnitte des unter dem Winkel

$$\Psi_h = \text{arc tg}\, \frac{r_a}{x_a}$$

vom Strahle $O P_{10}$ nach abwärts aufgetragenen Strahles mit der Verbindungslinie $P_{10}\, p_{10}$ erhalten wir den Punkt E_{10}. Die Strecke $O E_{10}$ entpricht im Spannungsdiagramm dem Vektor der Gegen-EMK E_{10}.

Das Dreieck $O E_{10} u_1$, ist dem Spannungsdiagramm bei Synchronismus ähnlich und somit auch dem aus den drei Radien R_1, R_2 und R_μ der Betriebskreise gebildeten Dreiecke.

Für $r_a = 0$ wird $\Psi_h = 0$ und der Punkt E_{10} fällt mit dem Synchronismuspunkt $P_{10}^{(r_1)}$ zusammen. In diesem Falle ist das Dreieck $O P_{10} u_1$ dem Spannungsdreiecke bei Synchronismus ähnlich (siehe Fig. 2).

Es läßt sich nun nachweisen, daß ganz allgemein die Verbindungslinie der Mittelpunkte des I_1- und I_μ-Kreises parallel zu der der Gegen-EMK entsprechenden Seite $O E_{10}$ des Dreieckes $O E_{10} u_1$ ist.

In Fig. 5 ist $\overline{M_\mu M_1} = R_2$, dem Radius des I_2-Kreises und es ist die Verbindungslinie seines Mittelpunktes M_2 mit dem Ursprunge $\overline{O M_2} \# \overline{M_\mu M_1}$

$$\text{tg}\, M_2 O u = \frac{n_2}{m_2} = \frac{r_1 x_a - r_a x_1}{x_a k_1 + r_1 r_a + r_a^2}.$$

Die Werte der Mittelpunktskoordinaten m_2 und n_2 des I_2-Kreises sind meinem früheren Aufsatze entnommen.

Da $\gamma_0 = \Psi_0 - \Psi_h$

$$\text{wird tg}\, \gamma_0 = \frac{\text{tg}\, \Psi_0 - \text{tg}\, \Psi_h}{1 + \text{tg}\, \Psi_0 . \text{tg}\, \Psi_h} = \frac{\frac{r_1 + r_a}{k_1} - \frac{r_a}{x_a}}{1 + \frac{r_1 + r_a}{k_1} . \frac{r_a}{x_a}} = \frac{r_1 x_a - r_a x_1}{x_a k_1 + r_1 r_a + r_a^2} = \text{tg}\, M_2 O u \quad 17).$$

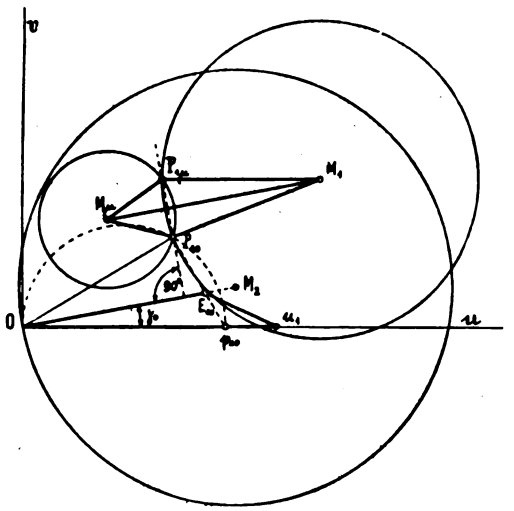


Fig. 5.

Es ist also tg $M_2 O u = \text{tg}\, \gamma_0$ oder $M_\mu M_1 \parallel O E_{10}$.

Da $\overline{M_\mu M_1} = R_2$, $\overline{M_1 P_{10}} = \overline{M_1 P_{1\mu}} = R_1$ und $\overline{M_\mu P_{10}} = \overline{M_\mu P_{1\mu}} = R_\mu$, sind die Dreiecke $M_1 P_{10} M_\mu$ bezw. $M_1 P_{1\mu} M_\mu$ dem Dreiecke $O E_{10} u_1$ ähnlich. Die Senkrechte vom Synchronismuspunkt P_{10} anf die der Gegen-EMK entsprechenden Seite des Dreieckes $O E_{10} u_1$ enthält demnach den Punkt $P_{1\mu}$, den zweiten Schnittpunkt des I_1- und I_μ-Kreises.

Für $r_a = 0$ haben wir diese Konstruktion in Fig. 2 bereits benützt. Es fällt in diesem Falle E_{10} mit P_{10} zusammen und $P_{10} P_{1\mu}$ steht tatsächlich senkrecht auf $O P_{10}$.

Wir wollen nun für die Koordinaten des Punktes $P_{1\mu}$ bei Berücksichtigung von r_1 und r_a die bereits für den Fall $r_a = 0$ gefundene einfache Beziehung zu den Mittelpunktkoordinaten des I_1-Kreises ableiten.

Die Ermittlung der Koordinaten des Punktes $P_{1\mu}$ aus den Gleichungen des I_1- und I_μ-Kreises ist sehr umständlich und wollen wir daher einen anderen Weg einschlagen.

Für den Primärstrom I_1 ergibt sich aus der Ersatzschaltung die eingangs angeschriebene Gleichung 3) meines ersten Aufsatzes:

$$I_1 = \Delta_1 . \frac{\left(\frac{r_2}{s} + r_a\right) - j k_2}{\left[\frac{r_2}{s} (r_1 + r_a) + r_1 r_a - \sigma k_1 k_2\right] - j \left[\frac{r_2}{s} k_1 + r_1 k_2 + r_a k_2\right]}.$$

Der Magnetisierungsstrom I_μ wird in der gleichen Schreibweise:

$$I_\mu = \Delta_1 . \frac{\frac{r_1}{s} - j x_2}{\left[\frac{r_2}{s} (r_1 + r_a) + r_1 r_a - \sigma k_1 k_2\right] - j \left[\frac{r_2}{s} k_1 + r_1 k_2 + r_a k_2\right]}.$$

Der Punkt P_{10} entspricht gleichen Schlüpfungswerten der beiden Kreise. Der zweite Schnittpunkt $P_{1\mu}$ des I_1- und I_μ-Kreises entspricht verschiedenen Schlüpfungswerten, die mit s_1 und s_μ bezeichnet werden sollen.

Digitized by Google

Im Punkte $P_{1\mu}$ ist I_1 bei der Schlüpfung s_1 gleich I_μ bei der Schlüpfung s_μ. Wir erhalten demnach, wenn wir die Ausdrücke

$$r_1 r_a - \sigma k_1 k_2 = \alpha \text{ und } r_1 k_2 + r_a k_2 = \beta$$

setzen, für den Punkt $P_{1\mu}$ die Bedingungsgleichung:

$$\frac{\left(\frac{r_2}{s_1} + r_a\right) - j k_2}{\left[\frac{r_2}{s_1}(r_1 + r_a) + \alpha\right] - j\left[\frac{r_2}{s_1} k_1 + \beta\right]} = \frac{\frac{r_2}{s_\mu} - j x_2}{\left[\frac{r_2}{s_\mu}(r_1 + r_a) + \alpha\right] - j\left[\frac{r_2}{s_\mu} k_1 + \beta\right]}.$$

Durch Trennung der reellen und komplexen Teile ergeben sich nach entsprechender Umformung die beiden Gleichungen für $\frac{r_2}{s_1}$ und $\frac{r_2}{s_\mu}$:

$$\frac{r_2}{s_1}(x_1 x_a - r_1 r_a) + \frac{r_2}{s_\mu}(x_a^2 - r_a^2) + x_a \beta - r_a \alpha = 0$$

und

$$\frac{r_2}{s_1}(r_1 x_a + r_a x_1) + 2\frac{r_2}{s_\mu} r_a x_a + r_a \beta + x_a \alpha = 0.$$

Aus diesen Gleichungen lassen sich die Werte $\frac{r_2}{s_1}$ und $\frac{r_2}{s_\mu}$ bestimmen; wir erhalten hiefür die Ausdrücke

$$\frac{r_2}{s_1} = \frac{r_a \beta - x_a \alpha}{r_1 x_a - r_a x_1} \quad \ldots\ldots 18)$$

und

$$\frac{r_2}{s_\mu} = -\frac{r_1 \beta - x_1 \alpha}{r_1 x_a - r_a x_1} \quad \ldots\ldots 19),$$

wobei

$$\alpha = r_1 r_a - \sigma k_1 k_2$$

und

$$\beta = r_1 k_2 + r_a k_2.$$

Wenn wir zunächst $r_a = 0$ setzen und den resultierenden Wert von $\frac{r_2}{s_1} = \frac{\sigma k_1 k_2}{r_1}$ in die in meinem ersten Aufsatze abgeleiteten analytischen Ausdrücke für I_1' und I_1'' einsetzen, erhalten wir die Koordinaten des Punktes $P_{1\mu}^{(r_1)}$, die mit $u_{1\mu}^{(r_1)}$ und $v_{1\mu}^{(r_1)}$ bezeichnet werden sollen.

Es wird

$$u_{1\mu}^{(r_1)} = \Delta_1 \cdot \frac{\left(\frac{\sigma k_1 k_2}{r_1}\right)^2 k_1 + \sigma k_1 k_2^2}{\left(\frac{\sigma k_1 k_2}{r_1}\right)^2 (k_1^2 + r_1^2) + 2\frac{\sigma k_1 k_2}{r_1} r_1 x_a + (\sigma k_1 k_2)^2 + r_1^2 k_2^2} =$$

$$= \Delta_1 \cdot \frac{\sigma k_1 \left|\frac{\sigma k_1^2 k_2^2}{r_1^2} + k_2^2\right|}{\sigma k_1^2 \left|\frac{\sigma k_1^2 k_2^2}{r_1^2} + k_2^2\right| + r_1^2 \left|\frac{\sigma k_1^2 k_2^2}{r_1^2} + k_2^2\right|}$$

oder

$$u_{1\mu}^{(r_1)} = \Delta_1 \cdot \frac{\sigma k_1}{\sigma k_1^2 + r_1^2} = m_1^{(r_1)} - R_1^{(r_1)},$$

analog wird

$$v_{1\mu}^{(r_1)} = \Delta_1 \cdot \frac{r_1}{\sigma k_1^2 + r_1^2} = n_1^{(r_1)}.$$

Diese Beziehungen haben wir in den Gleichungen 7*a*) und 8*a*) bereits auf einem anderen Wege abgeleitet.

Wenn wir andererseits $r_1 = 0$ setzen und den entsprechenden Wert von $\frac{r_2}{s_\mu} = \frac{\sigma k_1 k_2}{r_a}$ in die Ausdrücke für I_μ' und I_μ'' meines ersten Aufsatzes einsetzen, erhalten wir für die Koordinaten $u_{1\mu}^{(r_a)}$ und $v_{1\mu}^{(r_a)}$ des zweiten Schnittpunktes $P_{1\mu}^{(r_a)}$ des I_1- und I_μ-Kreises die Beziehungen:

$$u_{1\mu}^{(r_a)} = \Delta_1 \cdot \frac{\sigma k_1 k_2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_a^2 k_2} = m_1^{(r_a)} - R_1^{(r_a)}$$

und

$$v_{1\mu}^{(r_a)} = \Delta_1 \cdot \frac{r_a x_2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_a^2 k_2} = n_1^{(r_a)}.$$

Wir fanden für den Fall $r_1 = 0$, daß die Vertikale durch den Schnittpunkt der Geraden $P_{10}^{(r_a)} p_{10}$ und $P_{\mu\infty}^{(r_a)} 0$ eine Tangente an den I_1-Kreis ist. Da der Abstand dieser vertikalen Tangente vom Ursprung = der Abszisse des Punktes $P_{1\mu}^{(r_a)}$ ist, enthält dieselbe den Punkt $P_{1\mu}^{(r_a)}$. Da auch die Verbindungslinie der Punkte $P_{\mu\infty}^{(r_a)}$ und $P_{1\infty}^{(r_a)}$ den Punkt $P_{1\mu}^{(r_a)}$ enthält, ist der Beweis erbracht, daß der Schnitt der in Rede stehenden vertikalen Tangente mit der Verbindungslinie der Punkte $P_{\mu\infty}^{(r_a)}$ und $P_{1\infty}^{(r_a)}$ den Punkt $P_{1\mu}^{(r_a)}$ ergibt.

Es gelten nun auch bei Berücksichtigung von r_1 und r_a für die Koordinaten $u_{1\mu}$ und $v_{1\mu}$ des zweiten Schnittpunktes $P_{1\mu}$ des I_1- und I_μ-Kreises die Beziehungen:

$$u_{1\mu} = m_1 - R_1 \quad \ldots\ldots 20)$$

und

$$v_{1\mu} = n_1 \quad \ldots\ldots 21).$$

Die Verbindungslinien entsprechender Punkte des I_1- und I_μ-Kreises gehen durch den Punkt $P_{1\mu}$.

$$\frac{v_{1\mu}}{u_{1\mu}} = \frac{n_1}{m_1 - R_1} = \frac{r_1 k_2 + r_a x_2}{\sigma k_1 k_2} \quad \ldots 22).$$

Wenn wir den Punkt $P_{1\mu}$ kennen, lassen sich die beiden Kreise, welche der Primärstrom I_1 und der Magnetisierungsstrom I_μ bei veränderlicher Schlüpfung beschreiben, leicht konstruieren.

Wir wollen diese Ergebnisse benützen, um aus den Betriebskreisen für $r_1 = 0$ in Fig. 3 die genauen Betriebskreise bei Berücksichtigung von r_1 und r_a abzuleiten.

Zu diesem Zwecke ermitteln wir zunächst in der beschriebenen Weise den dem gewählten r_1 entsprechenden Synchronismuspunkt P_{10} und das zugehörige Dreieck $0E_{10}\mu_1$. In Fig. 3 wurde $r_1 = 7{\cdot}5\ \Omega$ angenommen.

Die Senkrechte von P_{10} auf $0E_{10}$ enthält, wie nachgewiesen wurde, den Punkt $P_{1\mu}$.

Der Strahl $0P_{1\mu}$ ist gegen die u-Achse unter dem Winkel

$$\text{arc tg}\frac{v_{1\mu}}{u_{1\mu}} = \text{arc tg}\frac{n_1}{m_1 - R_1} = \text{arc tg}\frac{r_a x_2 + r_1 k_2}{\sigma k_1 k_2} = \text{arc tg}\frac{r_a \frac{x_2}{k_2} + r_1}{\sigma k_1}$$

geneigt.

Es ist daher $\text{tg}\, P_{1\mu}^{(r_a)} 0u = \frac{r_a \frac{x_2}{k_2}}{\sigma k_1}$.

Wenn wir somit auf der u-Achse eine Strecke entsprechend σk_1 auftragen und im Endpunkt derselben eine Vertikale errichten, so entspricht der Abschnitt derselben zwischen dem Strahle $0P_{1\mu}^{(r_a)}$ und der u-Achse dem Werte $\frac{r_a x_2}{\sigma k_1 k_2}$. Tragen wir nun im gleichen Maß

Digitized by Google

stabe von diesem Punkte die Strecke r_1 ab, so gibt die Verbindungslinie des so erhaltenen Punktes mit dem Ursprunge im Schnitt mit der Senkrechten von P_{10} auf OE_{10} den Punkt $P_{1\mu}$.

Die Mittelsenkrechte von $\overline{P_{10}P_{1\mu}}$ enthält schon die Kreismittelpunkte M_1 und M_μ. M_1 finden wir sofort, nachdem $n_1 = v_{1\mu}$ ist. Der Mittelpunkt M_μ ist gleichfalls leicht zu ermitteln, da die Dreiecke $M_1P_{10}M_\mu$ bezw. $M_1P_{1\mu}M_\mu$ dem Dreieck $OE_{10}u_1$ ähnlich sein müssen. Damit sind die beiden Kreise bestimmt, und da $\overline{OM_2} \# \overline{M_\mu M_1}$, ist auch der I_2-Kreis leicht zu zeichnen.

Der Punkt $P_{1\infty}$ wird gefunden, wenn der Kreis, den $P_{1\infty}^{(r_a)}$ bei Berücksichtigung von r_1 beschreibt (derselbe geht durch den Ursprung und liegt sein Mittelpunkt auf der u-Achse; siehe Gleichung 1), mit dem I_1-Kreis zum Schnitt gebracht wird. Die Verbindungslinie $P_{1\infty}P_{1\mu}$ gibt im Schnitt mit dem gefundenen I_μ-Kreis den Punkt $P_{\mu\infty}$.

* * *

Ich will zum Abschlusse meiner Ausführungen auf eine einfache Konstruktion der genauen Betriebskreise hinweisen, wenn die sekundäre Reaktanz x_2, beispielsweise durch Einschaltung von Kondensatoren oder Einrichtungen, welche eine ähnliche Wirkung haben, geändert wird.

Bei veränderlichem x_2 bleibt der Synchronismuspunkt P_{10} an seiner Stelle. Da auch E_{10} ungeändert bleibt, wird die Senkrechte von P_{10} auf OE_{10}, die den Punkt $P_{1\mu}$ enthält, ihre Richtung beibehalten; der Punkt $P_{1\mu}$ wird also bei veränderlichem x_2 längs dieser Senkrechten wandern.

Da das Dreieck $OE_{10}u_1$ bei veränderlichem r_1 ungeändert bleibt, müssen auch die Dreiecke $M_1P_{10}M_\mu$ bezw. $M_1P_{1\mu}M_\mu$ diesem Dreieck ähnlich bleiben. Der Mittelpunkt M_1 wandert daher bei veränderlichem x_2 auf der Verbindungslinie $P_{10}M_1$, der Punkt M_μ auf der Verbindungslinie $P_{10}M_\mu$.

Um die genauen Betriebskreise für veränderliche sekundäre Reaktanz x_2 zu konstruieren, gehen wir von dem Diagramm für $x_2 = 0$ aus, welches wir analog wie früher aus dem gewöhnlichen Heylanddiagramm für diesen Fall ableiten. Wir wollen die Punkte der Betriebskreise für $x_2 = 0$ zum Unterschied mit deutschen Buchstaben bezeichnen.

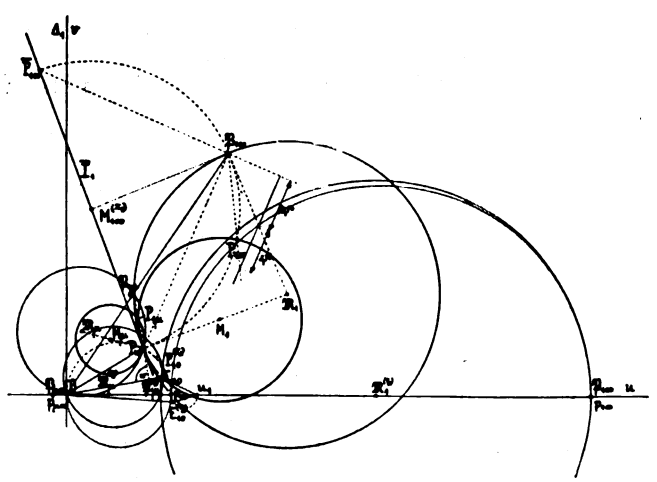


Fig. 6*)

*) In Fig. 6 soll der Punkt $\mathfrak{P}_{1\infty}$ auf der u-Achse richtig mit $\mathfrak{P}_{1\infty}^{(r_a)}$ bezeichnet sein.

In Fig. 6 ist:

$$\overline{0\,p_{10}} = i_{10} = i_{\mu 0} = \frac{\Delta_1}{k_1}$$

$$\overline{0\,p_{1\infty}} = i_{1\infty} = \frac{\Delta_1}{x_1}$$

$$\overline{0\,p_{\mu\infty}} = i_{\mu\infty} = 0;$$

der i_μ-Kreis geht durch den Ursprung.

Bei Berücksichtigung von r_a beschreibt der Synchronismuspunkt einen Halbkreis über $\overline{0\,p_{10}}$. Wir erhalten den neuen Leerlaufpunkt $P_{10}^{(r_a)}$, wenn wir einen Strahl vom Ursprung mit der Neigung $\frac{r_a}{k_1}$ mit diesem Halbkreise zum Schnitt bringen. Gleichzeitig konstruieren wir uns das dem Spannungsdreiecke bei Synchronismus ähnliche Dreieck

$$O\,E_{10}^{(r_a)}\,u_1 \left(\overline{O\,u_1} = \frac{\Delta_1}{x_a};\ \overline{u_1 E_{10}^{(r_a)}} \parallel \overline{O\,P_{10}^{(r_a)}}\right).$$

Wir fanden, daß der dem ideellen Kurzschlusse entsprechende Punkt des I_μ-Kreises bei Berücksichtigung von r_a einen Halbkreis über $\overline{O\,p_{\mu\infty}}$ beschreibt (siehe Fig. 3). Da $p_{\mu\infty}$ bei $x_2 = 0$ mit dem Ursprunge zusammenfällt, ist letzterer gleichzeitig auch mit dem Punkte $\mathfrak{P}_{\mu\infty}^{(r_a)}$ identisch; desgleichen fällt auch der Punkt $\mathfrak{P}_{1\infty}^{(r_a)}$ mit $p_{1\infty}$ zusammen.

Die Senkrechte von $P_{10}^{(r_a)}$ auf $OE_{10}^{(r_a)}$ gibt im Schnitt mit der Verbindungslinie der Punkte $\mathfrak{P}_{\mu\infty}^{(r_a)}$ und $\mathfrak{P}_{1\infty}^{(r_a)}$ (die hier mit der u-Achse zusammenfällt) den zweiten Schnittpunkt $\mathfrak{P}_{1\mu}^{(r_a)}$ des I_1- und I_μ-Kreises.

Die Punkte $P_{10}^{(r_a)}$, $\mathfrak{P}_{1\infty}^{(r_a)}$ (identisch mit $p_{1\infty}$) und $\mathfrak{P}_{1\mu}^{(r_a)}$ bestimmen den I_1-Kreis, die Punkte $P_{10}^{(r_a)}$, O und $\mathfrak{P}_{1\mu}^{(r_a)}$ den I_μ-Kreis bei $r_1 = 0$ und $x_2 = 0$.

Da die Ordinate des Punktes $\mathfrak{P}_{1\mu}^{(r_a)}$, wie nachgewiesen wurde, gleich ist der Ordinate des Mittelpunktes des I_1-Kreises, liegt dieser Mittelpunkt auch auf der u-Achse.

Um nun auch r_1 zu berücksichtigen, ermitteln wir zunächst in bekannter Weise den Synchronismuspunkt P_{10} und das Dreieck $OE_{10}u_1$. Die Senkrechte von P_{10} auf OE_{10} enthält den Punkt $\mathfrak{P}_{1\mu}$. Da für $x_2 = 0$ die $\operatorname{tg} \mathfrak{P}_{1\mu}0u = \frac{v_{1\mu}}{u_{1\mu}} = \frac{r_1}{x_1}$ wird (siehe Gleichung 22), können wir den Punkt $\mathfrak{P}_{1\mu}$ leicht finden, wenn wir einen Strahl vom Ursprunge mit der Neigung $\frac{r_1}{x_1}$ zum Schnitt bringen mit der Senkrechten von P_{10} auf OE_{10}.

Da $v_{1\mu} = n_1$, ist der I_1-Kreis für $x_2 = 0$ durch die Punkte P_{10} und $\mathfrak{P}_{1\mu}$ bestimmt. Der zugehörige I_μ-Kreis geht wieder durch den Ursprung, da für $x_2 = 0 \ldots$ $I_{\mu\infty} = 0$ wird; der Punkt $\mathfrak{P}_{\mu\infty}$ fällt daher auch mit dem Ursprunge zusammen. Der Strahl $O\mathfrak{P}_{1\mu}$ gibt im Schnitt mit dem I_1-Kreis den Punkt $\mathfrak{P}_{1\infty}$. $\mathfrak{P}_{1\infty}$ liegt auch auf dem Kreise, den $\mathfrak{P}_{1\infty}^{(r_a)}$ bei Berücksichtigung von r_1 beschreibt; der Durchmesser desselben ist $\overline{O\mathfrak{P}_{1\infty}^{(r_a)}}$. $\overline{O\mathfrak{M}_2} \# \overline{\mathfrak{M}_\mu \mathfrak{M}_1}$.

Aus dieser Konstruktion ist zu ersehen, daß für die Ermittlung der genauen Betriebskreise für $x_2 = 0$ der Umweg über das Diagramm für $r_1 = 0$ gar nicht erforderlich ist, da der Schnitt der unter dem Winkel $\operatorname{arc\,tg} \frac{r_1}{x_1}$ gegen die u-Achse geneigten Ursprungsgeraden mit der Senkrechten von P_{10} auf OE_{10} schon den zweiten Schnittpunkt $\mathfrak{P}_{1\mu}$ des genauen I_1- und I_μ-Kreises gibt. Nachdem die Ordinate des Punktes $\mathfrak{P}_{1\mu}$ gleich ist der

Digitized by Google

Mittelpunktsordinate des I_1-Kreises, ist letzterer bestimmt. Der I_μ-Kreis für $x_2 = 0$ geht durch den Ursprung.

Der Schnitt der in Rede stehenden Ursprungsgeraden mit dem I_1-Kreis gibt den Punkt $\mathfrak{P}_{1\infty}$, für dessen Koordinaten sich die einfachen Ausdrücke

$$I'_{1\infty} = \Delta_1 \cdot \frac{r_1}{z_1^2} \text{ und } I''_{1\infty} = \Delta_1 \cdot \frac{x_1}{z_1^2} \text{ ergeben.}$$

Wir wollen nun aus den Betriebskreisen für $x_2 = 0$ die Betriebskreise für irgendeine sekundäre Reaktanz ermitteln.

In meinem früheren Aufsatze wurde für den Radius R_1 des I_1-Kreises der Ausdruck abgeleitet:

$$R_1 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{z_a^2}{\sigma k_1^2 k_2 + r_1^2 k_2 + 2 r_1 r_a x_2 + r_a^2 k_2}.$$

Nach entsprechender Umformung des Nenners wird dieser Ausdruck

$$R_1 = \frac{\Delta_1}{2} \cdot \frac{z_a^2}{x_1 z_a^2 + x_a z_1^2 + x_2 [k_1^2 + (r_1 + r_a)^2]}.$$

Für

$$x_2 = -\frac{x_1 z_a^2 + x_a z_1^2}{k_1^2 + (r_1 + r_a)^2} \quad \ldots \quad 23),$$

welcher Wert mit $\bar{x}_2$ bezeichnet werden soll, wird $R_1 = \infty$, das heißt der I_1-Kreis geht in eine Gerade über, die durch P_{10} geht und auf $P_{10}\,\mathfrak{M}_1$ senkrecht steht. Selbstverständlich werden auch in diesem Falle die Radien des I_2- und I_μ-Kreises unendlich groß; die Kreise gehen in Gerade über, die als $\bar{I}_2$-Gerade, beziehungsweise $\bar{I}_\mu$-Gerade bezeichnet werden sollen. Die erstere geht durch den Ursprung und steht senkrecht auf $O\,\mathfrak{M}_2$, die letztere geht durch P_{10} und steht senkrecht auf $P_{10}\,\mathfrak{M}_\mu$.

Wir fragen nun nach den geometrischen Örtern, welche die Punkte des I_2-Kreises bei veränderlichem x_2 beschreiben. Durch Eliminierung dieser Größe aus den Gleichungen B erhalten wir hiefür in bekannter Weise die Kreisgleichung:

$$\left.\begin{aligned} u^2 + v^2 - u\Delta_1 \cdot \frac{r_a x_1 - r_1 x_a}{\frac{r_2}{s}[k_1^2 + (r_1 + r_a)^2] + r_1 z_a^2 + r_a z_1^2} - \\ - v\Delta_1 \cdot \frac{x_a k_1 + r_a (r_1 + r_a)}{\frac{r_2}{s}[(r_1 + r_a)^2 + k_1^2] + r_1 z_a^2 + r_a z_1^2} = 0 \end{aligned}\right\} 24).$$

Diese Kreise gehen durch den Ursprung und ergibt sich das Resultat, daß die Mittelpunkte derselben auf einem Strahl mit der Neigung

$$\frac{x_a k_1 + r_a (r_1 + r_a)}{r_a x_1 - r_1 x_a} = -\frac{m_2}{n_2} \quad \ldots \quad 25)$$

liegen. (m_2 und n_2 sind die Mittelpunktkoordinaten des I_2-Kreises.)

Dieser Strahl ist aber identisch mit der $\bar{I}_2$-Geraden.

Das analoge Resultat muß sich auch für die Punkte des I_1- und I_μ-Kreises ergeben.

Da für $x_2 = \pm\infty$ der I_1- und I_μ-Kreis auf den Punkt P_{10} zusammenschrumpfen, können wir sagen: Die Punkte des I_1-Kreises beschreiben bei veränderlichem x_2 Kreise, welche durch den Synchronismuspunkt P_{10} gehen und deren Mittelpunkte auf der Senkrechten von P_{10} auf $P_{10}\,\mathfrak{M}_1$ liegen. Die Punkte des I_μ-Kreises beschreiben hiebei Kreise, welche durch P_{10} gehen und deren Mittelpunkte auf der Senkrechten von P_{10} auf $P_{10}\,\mathfrak{M}_\mu$ liegen.

Wenn wir nun den Kreis konstruieren, den $\mathfrak{P}_{1\infty}$ bei veränderlichem x_2 beschreibt und denselben zum Schnitt bringen mit der Senkrechten von P_{10} auf $P_{10}\,\mathfrak{M}_1$, so erhalten wir den dem ideellen Kurzschlusse entsprechenden Punkt der $\bar{I}_1$-Geraden, der mit $\bar{P}_{1\infty}$ bezeichnet werden soll (siehe Fig. 6).

Es sind dann drei Punkte dieses Kreises entsprechend den Werten $x_2 = 0$ ($\mathfrak{P}_{1\infty}$), $x_2 = \infty$ (P_{10}) und $x_2 = \bar{x}_2$ ($\bar{P}_{1\infty}$) bekannt. Identifizieren wir die Veränderliche x_2 mit einer Schlüpfungsgröße, so läßt sich aus der bekannten Schlüpfungskonstruktion $P_{1\infty}$ für das gewählte x_2 ermitteln.

In Fig. 6 ist $\mathfrak{P}_{1\infty}\,\mathfrak{M}_1 \perp \mathfrak{P}_{1\infty}\,M_{1\infty}^{(x_2)}$.

Der Kreis, den $\mathfrak{P}_{1k}$ bei veränderlichem x_2 beschreibt (derselbe geht durch P_{10} und liegt sein Mittelpunkt auf der $\bar{I}_1$-Geraden), gibt im Schnitt mit dem I_1-Kreis für das gewählte x_2 den Punkt P_{1k} (in Fig. 6 nicht gezeichnet).

Wir wollen uns noch etwas mit dem Grenzfalle

$$x_2 = -\frac{x_1 z_1^2 + x_a z_1^2}{k_1^2 + (r_1 + r_a)} = \bar{x}_2$$

beschäftigen, für welchen die Radien R_1, R_2 und R_μ unendlich groß werden und die Betriebskreise in Gerade übergehen.

Für den Primärstrom ergab sich aus der Ersatzschaltung Fig. 1 der Ausdruck:

$$I_1 \mathrel{\widehat{=}} I_2 + I_\mu \mathrel{\widehat{=}} \Delta_1 \cdot \frac{z_a z_{2s}}{z_1 z_a + z_{2s}(z_1 + z_a)}.$$

Dieser Ausdruck wird unendlich groß, wenn der Nenner verschwindet.

$$z_1 z_a + z_{2s}(z_1 + z_a) \mathrel{\widehat{=}} 0$$

oder

$$z_{2s} \mathrel{\widehat{=}} -\frac{z_1 z_a}{z_1 + z_a}.$$

In komplexer Schreibweise:

$$\frac{r_2}{s} - j x_2 = -\frac{(r_1 - j x_1)(r_a - j x_a)}{(r_1 + r_a) - j (x_1 + x_a)}.$$

Wenn wir die reellen und komplexen Teile dieser Gleichung trennen, erhalten wir für die Größen $\frac{r_2}{s}$ und x_2 die Bedingungsgleichungen:

$$x_2 = -\frac{x_1 z_a^2 + x_a z_1^2}{k_1^2 + (r_1 + r_a)^2} = \bar{x}_2 \quad \ldots \quad 23)$$

und

$$\frac{r_2}{s} = -\frac{r_1 z_a^2 + r_a z_1^2}{k_1^2 + (r_1 + r_a)^2} \quad \ldots \quad 26).$$

Den unendlich fernen Punkten der Geraden, in welche die Betriebskreise für $x_2 = \bar{x}_2$ übergehen, entspricht demnach die Schlüpfung

$$s = -r_2 \cdot \frac{k_1^2 + (r_1 + r_a)^2}{r_1 z_a^2 + r_a z_1^2} \quad \ldots \quad 26a).$$

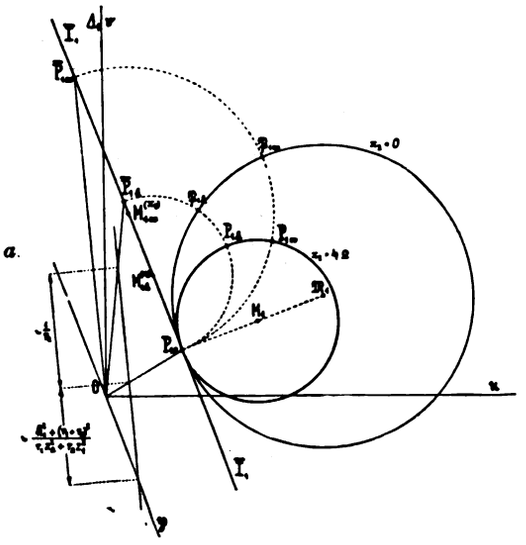
Wir können diesen Wert benützen, um in Fig. 6 die den einzelnen Punkten der $\bar{I}_1$-Geraden entsprechenden Schlüpfungen zu ermitteln. Der Deutlichkeit wegen wurde diese Konstruktion in Fig. 6*a* separat gezeichnet. Der Strahl $O P_{10}$ entspricht der Schlüpfung $s = 0$, der Strahl $O \bar{P}_{1\infty}$ der Schlüpfung $s = \infty$ und der Strahl $O y \parallel P_{10} \bar{P}_{1\infty}$ dem in Gleichung 26*a* angeschriebenen Schlüpfungswerte.

Wird der Abschnitt der Schlüpfungsgeraden zwischen $O P_{10}$ und $O y$ proportional $\frac{k_1^2 + (r_1 + r_a)^2}{r_1 z_a^2 + r_a z_1^2}$ gemacht, so ist der Abschnitt derselben zwischen $O P_{10}$ und $O \bar{P}_{1k}$

Digitized by Google

proportional $\frac{1}{r_2}$. Dies kann man benützen, um die verschiedenen Werten von r_2 entsprechenden Kurzschlußpunkte $\bar{P}_{1k}$ zu finden.

Fig. 6 *a*.



Aus den Punkten $\bar{P}_{1k}$ kann man dann wieder zurück die Kurzschlußpunkte P_{1k} der I_1-Kreise ermitteln, wenn man die Halbkreise über $P_{10}\bar{P}_{1k}$ mit den I_1-Kreisen zum Schnitt bringt. Wir fanden aus Gleichung 24), daß sich die Punkte des I_1-Kreises bei veränderlichem x_2 auf Kreisen bewegen, welche durch P_{10} gehen und deren Mittelpunkte auf der $\bar{I}_1$-Geraden liegen.

* * *

Zusammenfassung: Auf Grund des Aufsatzes des Verfassers in Heft 4 dieser Zeitschrift werden Konstruktionen abgeleitet, um aus dem gewöhnlichen Heylanddiagramme die genauen Betriebskreise des asynchronen Mehrphasenmotors bei Berücksichtigung des primären Widerstandes und der Eisenverluste zu ermitteln.

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Explosionen an Dampferzeugungsanlagen. P. M. Grempe. Der Verfasser bespricht einige interessante Unfälle der jüngsten Zeit aus der Dampfkesselpraxis, welche Unfälle auf Gasexplosionen in den Feuerzügen der Dampfkessel zurückzuführen sind. Der eine Unfall betraf einen Walzenkessel mit Treppenrost, auf dem eine gasreiche böhmische Steinkohle zur Verbrennung gelangte. Die Explosion erfolgte infolge unzweckmäßiger und ungleichmäßiger Beschickung. Es wurde der untere Teil des Feuergehäuses fortgeschleudert, das hintere Kesselmauerwerk zerstört und die Seitenwände auseinandergerissen.

Der an zweiter Stelle mitgeteilte Fall betrifft die Explosion an einem Batteriekessel mit Ten-Brink-Feuerung, der eben eingemauert worden war und angeheizt werden sollte. Nach dem Beschicken mit trockener böhmischer Braun-Nußkohle, welche bis in den Fülltrichter hinaufreichte, wurde trotz offenem Kaminschieber die ganze Beschickung samt dem gußeisernen Deckel des Fülltrichters, mit dumpfem Knall herausgeschleudert. Es wurde sowohl die hintere Stirnwand, als auch eine Längswand des Kesselmauerwerkes nach außen gedrückt und der Einsturz der Kesseldecke herbeigeführt. Nach erfolgter Mauerwerksreparatur fand beim neuerlichen Anheizen eine zweite Explosion statt. Man vermutete mangelhaften Zug des Schornsteines und erneuerte den letzteren. Trotzdem erfolgte beim neuerlichen Anheizversuche abermals eine, und zwar die dritte Explosion, die noch heftiger als die vorhergegangenen war. Eine sorgfältige Untersuchung ergab schließlich, daß die Neigung des Rostes, die etwa 48° betrug, für den verwendeten Brennstoff zu steil war. Die Kohle glitt infolgedessen unverbrannt herab, bedeckte das Feuer und es wurde ein ähnlicher Zustand hervorgerufen wie im ersten Fall. Es wurde nun ein neuer Rost eingebaut, dessen Neigung dem Böschungswinkel der Kohle entsprach. Nach Einbau dieses neuen Rostes kamen keine weiteren Gasexplosionen mehr vor. Um derartige Explosionen zu verhüten, muß vorerst auf die Regel aufmerksam gemacht werden, daß die Kesselfeuerung niemals in einen Gasgenerator umgewandelt werden darf. Ferner muß die Feuerungseinrichtung dem zu verwendenden Brennstoff angepaßt werden. Ganz besonders aber hat der Kesselwärter darauf zu achten, daß bei der Beschickung des Rostes die ganze Brennschicht gleichmäßig mit Brennstoff bedeckt wird. Die Höhe der Beschickung hat sich nach der Art des Brennstoffes zu richten. Grobstückige Brennstoffe können höher geschichtet werden, als feine und gasreiche Brennstoffe. Unmittelbar nach jeder Beschickung ist der Kaminschieber weit zu öffnen. Wird vermutet, daß sich bereits explosible Gasgemische in den Feuerzügen gebildet haben, so soll man die Feuer- und Aschentüren sowie den Schornsteinschieber weit öffnen und möglichst viel Luft in die Feuerzüge eintreten lassen. Die gefährlichen Gasgemische werden auf diese Weise aus den Feuerzügen entfernt oder man ändert dadurch ihre Zusammensetzung und erniedrigt ihre Temperatur. Um die Wirkung von eventuellen Gasexplosionen abzuschwächen, werden vorteilhaft an verschiedenen Stellen der Einmauerung in den Feuerzügen Sicherheitsklappen angebracht, die so beschaffen sein müssen, daß sie sich schon bei geringem Überdruck der Gase in den Feuerzügen nach außen öffnen.

(Z. d. Ö. Ing.- u. Arch.-Vereines vom 15. 5. 1914.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Über die Ausnützung der Wasserkräfte Norwegens. Norberg-Schulz teilt die Berechnungen über die Ausnützung der Wassermengen in norwegischen elektrischen Anlagen bei Unterstützung durch Wärmekraftmaschinen mit. Die Zahlen über die Schwankungen des Niederschlages und Wasserabflusses am Glommen mit $\frac{620\ m^3}{Sek.}$ mittlerer Abflußmengen, dem der Mjösen-See als Speicher von 800 Millionen m^3 dient, zeigen, daß nur ein geringer Teil des Gesamtjahresabflusses im städtischen Werk in Kristiania ausgenützt werden kann und daß die Ausnutzung der Wasserkraft durch Wärmekraftmaschinen gefördert werden muß. Hat man keine Dampfanlage, so kann man die Maximalleistung des Werkes nur für die geringste Niederwassermenge bemessen, das ist bei 1520 Millionen m^3 Wasser im Jahr und 12·7 *m*/Gefälle nur 7% des Gesamtabflusses. Baut man aber die Wasserkraft für 300 m^3 pro Sek. und unterstützt sie in der Niederwasserperiode durch eine Dampfanlage von zweimal 5000 *KW*, so nutzt man 15% der Abflußmenge aus. In der nachstehenden Tabelle ist die Lieferung der Energie bei 190 m^3 pro Sek. also reine Wasserkraftlieferung angenommen; die Spitzen darüber bestreitet die Dampfanlage. Ist *B* der Belastungsfaktor, *t* das Verhältnis der Spitzenbelastung zur Höchstbelastung, so ist der

Wassermenge m^3/Sek.	Anlagekosten in Mill (öst.) K		Verfügbare *KW* in Kristiania	Anlagekosten in K pro *KW*	Betriebsausgaben pro *KW* in K				Spitzenbetrieb % der Höchstbelastung	Belastungsfaktor b_2	Spitzenlieferung *kWh*	Brennmaterialkosten (4·8 h pro *kWh*) K	
	Wasserkraft	Dampfkraft			Wasserkraft	Dampfkraft						Summe	pro *kWh* Höchstbelastung
						feste	Brennmaterial	Summe					
96·8	10·9	—	7700	1420	142	—	—	142	—	—	—	—	—
127·6	11·4	—	10150	1128	113	—	—	113	—	—	—	—	—
158·4	11·8	1.68	12550	1080	108	13·4	—	121·4	—	—	—	—	—
180·2	12·2	1.68	14850	936	94	11·4	—	105·1	—	—	—	—	—
220	12·7	1·68	17100	840	84	9·8	0·12	93·9	6·7	0·003	42 000	20 160	0·12
260	13·2	2·4	19600	798	80	12·2	0·84	93·0	2·7	0 019	680 000	32 640	1·68
300	13·7	2·4	22500	714	72	10·7	2·04	84·7	3·7	0·031	1 900 000	91 090	4·08

Digitized by Google

Belastungsfaktor beim Spitzenbetrieb $b_2 = \frac{B}{2.4}(t^2 + 0{\cdot}26\ t)$. Hier wurde nur der halbe Wert genommen. Eine ähnliche Berechnung wird bezüglich des Werkes Trondhjem angestellt; man hat die geplante Regulierung des Nidelven aufgegeben und baut eine Dampfreserve, wodurch bis zu 15%, der Wasserkraft ausgenutzt werden können, gegen höchstens 5½% bei der Regulierung des Flusses.

Als Ergebnis der Niederschlagsmessungen in 500 norwegischen Stationen in den Jahren 1876 bis 1908 hat H. Mohn gefunden, daß die Niederschläge eine 11jährige Periode mit fünf trockenen (6·1% unter Normal) und mit sechs nassen (5·6% über dem Normal) Jahren zeigen, in Übereinstimmung mit der Größe der Sonnenflecken. Man muß also für fünf trockene Jahre im Speicher genügend Wasser ansammeln; der Mjösen-See mußte also nicht für 800 sondern für 20 000 Millionen m³ eingerichtet werden. (E. T. Z. Heft 23, 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Schaltungsanordnung zur Vermeidung der dreifachen harmonischen Oberwellen. R. Johs. Jensen. Bekanntlich ruft die dreifache Harmonische in der Spannungswelle einer Wechselstromdynamo bei geerdetem Nullpunkt Telephonstörungen hervor, denn, da diese Harmonischen in allen drei Phasenwicklungen gleichphasig sind, ist die Maschine als einphasige Maschine der dreifachen Periodenzahl anzusehen, wobei die drei Klemmen den einen, der Sternpunkt den anderen Pol bildet und derart Strom durch die Kapazität der Kabel in Erde geht; dieser Strom ruft Telephonstörungen hervor. Der Verfasser gibt, um das Auftreten der dreifachen Harmonischen zu unterdrücken, die sogenannte Zickzackschaltung für die Dynamo an, die bei Dreiphasentransformatoren zum Belastungsausgleich bei unsymmetrischer Belastung bekannt ist. Jede der drei Phasen *I*, *II*, *III* ist in zwei Abteilungen 1, 2 geteilt. Die Enden *a* der Spulen 2 liegen am Kernpunkt, die Enden *a* der Spulen 1 liegen an den Klemmen *A*, *B*, *C*; die Enden *e* sind, wie gezeigt, verbunden. Die Spannung *OA* ist durch die Differenz der Spannung *III* und *I* gegeben, ebenso *OB* und *OC*. Die Phasenspannung ist demnach $\sqrt{3}$ mal der Spannung der Phasenhälfte. Die Maschine hat also bei gerader Nutenzahl pro Pol und Phase $\frac{2}{\sqrt{3}}$ mal solange Stäbe als eine Maschine mit in Reihe geschalteten Hälften, ist also im Kupfer um 6% schwerer. Die Spannungen der dreifachen Harmonischen liegen in jeder der sechs Wicklungen in gleicher Phase, so daß ihre Resultierende Null gibt. Die resultierende Ankerrückwirkung wird gleich groß, die Ohmschen und induktiven Spannungsverluste werden um 6%, die Eisenverluste um 15% größer als beim gewöhnlichen Generator. (E. T. Z. Heft 23, 1913.)

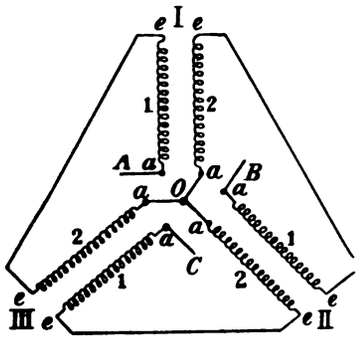


Fig. 1.

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Anordnung der Zellen für Ölschalter. Beim heutigen Stand der Blitzschutzvorrichtungen muß mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß atmosphärische Entladungen bis zu den Ölschaltern gelangen. Um die daraus resultierenden Zerstörungen auf die betreffenden Ölschalter zu beschränken, werden folgende Regeln vorgeschlagen:

1. Die Zellen sollen hintereinander an der Außenwand des Gebäudes liegen und in der Außenwand muß für jede Zelle eine genügend große Öffnung vorgesehen werden, die einen raschen Druckausgleich zwischen Außen- und Zellenatmosphäre ermöglicht. 2. Die Zellen sollen durch kräftige, gut feuerfeste und schlecht wärmeleitende Wände getrennt sein. 3. Die Zellentüren sollen aus unverbrennlichem Material hergestellt werden. 4. Die Zellen müssen reichlich dimensioniert sein. 5. Auf den Zellenboden soll eine Sandschicht aufgetragen werden, welche das aus dem Schalter spritzende Öl aufsaugt. Eine Zellenanordnung nach diesen Regeln zeigt Fig. 2. Die Zelle *A* ist mittels der Tür *B* aus unverbrennbarem Material verschlossen; das außen angebrachte Handrad greift nur bei geschlossener Tür ein, beim Öffnen der Tür wird das Handrad automatisch ausgerückt. *C* ist die Sandschichte, *D* eine Fensteröffnung, *E* ein Zugangsraum. Eine vorkommende Explosion wird auf die betreffende Zelle beschränkt und das brennende Öl kann durch Sand oder Kohlensäure gelöscht werden. Der am Boden befindliche Sand verhindert, daß das brennende Öl aus der Zelle fließt. Insbesondere ist zu bemerken, daß ein einseitiges Offenhalten der Zellen oder Anwendung von Gittertüren nicht zu empfehlen ist, denn die Öldämpfe und häufig auch der Lichtbogen entwickeln kurz nach dem Entzünden eine solche Hitze, daß man sich auch mit Feuerlöschern nicht nähern kann. (Revue Electrique, 3. 4. 1914.)

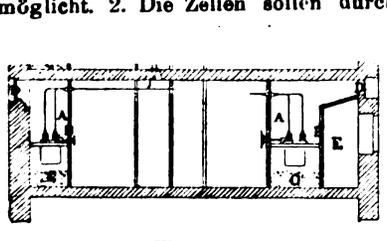


Fig. 2.

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Permeabilität von Eisen und Magnetit bei schwacher Magnetisierung. P. Weiss und K. Renger. In schwachen Feldern besteht zwischen der Induktion *B* und der Feldstärke *H* bezw. der Intensität der Magnetisierung *J* die Beziehung

$$B = a_p H + b_p H^3$$

und

$$J = a_s H + b_s H^3,$$

so daß $a_p = 1 + 4\pi a_s$ und $b_p = 4\pi b_s$. Der erste Koeffizient mißt den umkehrbaren Teil der Magnetisierung, durch welchen keine Arbeit verloren geht, der zweite die Hysteresisarbeit

$$A_h = {}^4/_3 b_s H^3 = \frac{1}{3\pi} \cdot b_p H^3.$$

Die Verfasser bestimmen die Abhängigkeit der beiden Koeffizienten von der Temperatur. Dazu dienten Ringe aus elektrolytischem Eisen, die im elektrischen Ofen geheizt wurden, wobei die Temperatur mit Thermoelementen gemessen wurde; die Messung erfolgte ballistisch. Es ergab sich eine allmähliche, langsame Zunahme der Werte der Koeffizienten von 30 bis 220° C, von dort an steigen die Werte stetig aber sehr rasch bis bei 756° C ein Maximum auftritt, darüber hinaus sinken die Werte sehr rasch, bei 769° C trat überhaupt kein Ausschlag im Galvanometer auf. Die Feldstärke war konstant 0·957 Gauß. Beim Abkühlen trat die gleiche Erscheinung bezüglich der Werte von a_p und b_p auf. Kurz vor dem Verschwinden der starken magnetischen Eigenschaften herrscht also ein Maximum der Permeabilität. Kühlt man den Ring ab, so fällt der Wert von a_p unterhalb 30° C rasch auf ein Minimum bei −11° C; von dort an steigt die Permeabilität rasch an bis zur Temperatur der flüssigen Luft. Der Koeffizient b_p zeigt das umgekehrte Verhalten; er steigt bis −11° C rasch an, um dann wieder stark abzufallen. Diese Vorgänge bei 11° C sind reversibel. Je nach dem Grad des Ausglühens überwiegt beim Eisen die eine oder andere Erscheinung; beim schwach ausgeglühten Eisen sinkt die Permeabilität mit der Temperatur, beim stark ausgeglühten steigt sie. Es bedarf immer einer gewissen Zeit, bis sich der magnetische Zustand einstellt; bei −11° C war diese Zeit am größten, 5 bis 10 Minuten.

Bekannt ist das Sinken der Permeabilität mit der Zeit, das sogenannte Altern des Eisens; dieses geht bei 130° C am raschesten vor sich, bei 150° C viel weniger rasch und erst bei 330° C stellt sich wieder eine Alterungsregion ein. Hohe Anfangspermeabilitäten konnten dadurch erreicht werden, daß man das Eisen auf 800° C erhitzt, bis auf 700° C unterhalb des Umwandlungspunktes abkühlt, wieder erhitzt usw.

Zwischen den beiden Koeffizienten besteht ein Zusammenhang in der Form $a_p = A \cdot b_p^x$; im Mittel ist $A = 62{\cdot}9$ und $x = 1 : 1{\cdot}66$; dieser Zusammenhang besteht nur zwischen 220° und 769° C. Beim Ausgleichen ändern sich die Verhältnisse stark, beim Altern gar nicht.

Durch Erhitzen von Eisenoxyd (Fe_2O_3) im Knallgasgebläse wurde Magnetit (Fe_3O_4) erzeugt und in einer ringförmigen Form aus Iridium auf seine magnetischen Eigenschaften bei verschiedenen Temperaturen untersucht. Es zeigt sich ein Abnehmen der Werte bis 50° C, wo ein flaches Minimum auftritt; dann steigen a_p und b_p rasch an bis bei 205° C; von dort an erfolgt die Zunahme weniger rasch, bis bei 568° C ein Maximum erreicht ist; dieses fällt bis bei 586° C auf Null ab. Kühlt man ab, so steigt unter Null die Permeabilität auf einen Maximalwert bei −138° C und fällt dann sehr rasch auf $^1/_{10}$ ab. Man hat also eine Region von unten bis −138° C, die zweite bis +205° C, die dritte bis 568° C und die vierte bis 586° C. Die Feldstärke war dabei $H = 0{\cdot}736$ Gauß. Ferner herrscht die Beziehung:

$$a_p = 23{\cdot}71 \cdot b_p^{0{\cdot}4}.$$

(Archiv f. El., Heft 10, 1914.)

Digitized by Google

Elektrische Beleuchtung.

Künstliche Beleuchtung bei Filmaufnahmen. M. Leblanc fils. Außer Quecksilberlampen werden zu diesem Zweck auch Bogenlampen verwendet. Die ersten sind vornehmlich für Aufnahmen geeignet, die in einer Ebene oder in einem kleinen Raum spielen. Für tiefe Szenen, namentlich Ballsäle und ähnliches verringert die große Lichtdiffusion den plastischen Eindruck und man nimmt einige Bogenlampen hinzu, zumeist von 40 bis 75 *A*, und zwar paarweise in Reihenschaltung an 110 *V* gelegt. Dienen die Lampen zur Seitenbeleuchtung, so werden sie ohne Glaskugel, sonst mit Opalglaskugel, gebraucht. Gewöhnlich werden Bogenlampen mit geneigten Kohlen verwendet; sie werden auch auf Ständern untergebracht, die leicht transportierbar und verstellbar sind. Die Quecksilberlampen werden sowohl in Soffiten zur Deckenbeleuchtung als auch auf Lampenständern vertikal nebeneinander angeordnet. Das Zünden sämtlicher parallelgeschalteter Lampen geschieht durch einen kippbaren Quecksilberunterbrecher, der eine Selbstinduktion plötzlich zur Entladung bringt und dabei eine hohe Zündspannung an die Röhren heranführt. Schließt man den Schalter *B*, so wird dadurch der Quecksilberunterbrecher *C* gekippt, der sich nun wie eine Quecksilberlampe entzündet (Fig. 3). Der mit *C* in Reihe geschaltete Widerstand *D* verhindert jedoch, daß *C* dauernd leuchtet. Beim Erlöschen entladet sich an den Klemmen der Lampe *E* die Selbstinduktionsspule *F*. Die Entzündung wird erleichtert, wenn man die negative Birne *G* der Quecksilberlampe mit einer Metallhülle *H* umgibt, welche mit dem Quecksilber einen Kondensator bildet, dessen Armatur *H* mit der positiven Klemme der Lampen verbunden ist. *A* ist ein Widerstand, welcher beim normalen Betrieb mit der Lampe in Reihe geschaltet ist.

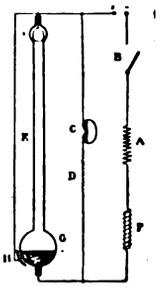


Fig. 3.

Die Leuchtstärken, welche bei Filmaufnahmen erforderlich werden, sind außerordentlich hoch. Für einen Raum von 5 m Breite und 5 m Tiefe sind etwa 60 000 NK erforderlich, entsprechend 25 k*W* Stromverbrauch der Quecksilberlampe; bei Bogenlampen ist eine größere Lichtstärke wegen der geringeren aktinischen Wirkung der Strahlen erforderlich.

(Lumière Electrique, 11. 4. 1914.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Elektrische Betriebe in Petroleumgebieten. L. Steiner beschreibt die von den Siemens-Schuckert-Werken in Rumänien ausgeführten elektrischen Betriebsanlagen, die immer mehr an Verbreitung gewinnen und gegenwärtig 11400 *PS* an Motorleistung ausmachen. Die Stromlieferung besorgt das Kraftwerk Campina der Elektrika A.-G., das 12 000 *kW* Drehstrom von 50 ∾, 10 500 und 25 000 *V* an ein Freileitungsnetz abgibt, von dem aus in Transformatorenwerken die Verteilung mit 500 oder 1000 *V* erfolgt; ein zweites Kraftwerk für 1000 *V* ist in Moreni aufgestellt worden.

In Rumänien ist das stoßende Bohren in den beiden Abarten, Spülbohrung und Trockenbohrung verbreitet. 5 m lange Rohrstücke, miteinander verschraubt, halten unten den Meißel mit der Schwerstange. Durch Löcher im Meißel tritt Wasser in das Bohrloch und bildet eine schlammige Masse, die oben überläuft. Beim Trockenbohren werden statt Rohren Rundeisenstangen verwendet ohne Wasserspülung; das Erdreich wird durch einen Schlammlöffel, ein 9 bis 11 m langer eiserner Hohlzylinder mit Klappenventil, immer nach Entfernung des Gestänges herausgezogen. Das Verfahren ist langwieriger durch das stete Unterbrechen der Bohrarbeit. Während beim Spülverfahren der Motor aus der Ruhe heraus das ganze Gestänge beschleunigen muß, läuft er beim Trockenbetrieb dauernd aus und wird jeweils durch Spannrollen mit der Förder- oder Schöpftrommel verbunden.

Das Bohren erfolgt mit dem kanadischen Hubkran. Der Motor treibt durch ein Vorgelege eine Riemenscheibe an, am Wellenende sitzt eine Kurbel, die mit Kurbelstange mit dem um einen Drehpunkt pendelnden Schwengel verbunden ist. Oberhalb des Drehpunktes ist an einem Haspel die das Gestänge tragende Kette befestigt, die nach je 10 cm Fortschreiten des Bohrloches durch Drehen des Haspels verlängert wird. Der Motor übt so 40 bis 60 Hube von 0·5 bis 0·75 m Höhe pro Minute aus. Dort, wo der Gasdruck das Öl nicht durch Eruption hinausfördert, muß geschöpft werden, dazu dient ein 8 bis 16 m langes Rohr mit Tellerventil, das mittels der Fördertrommel heruntergelassen, gefüllt und hinaufgezogen wird; der Betrieb ist dem Förderbetrieb in Bergwerken gleich. Die Bewegungsübertragungen erfolgen durch Riemen, die mit Spannrollen angelegt bezw. gelüftet werden. Bei anderen Betrieben wird die Trommel mit einer als Reibungskupplung ausgebildeten Riemenscheibe verbunden und trägt eine Backenbremse zum Stillsetzen, oder es wird die Energie beim Senken durch den umkehrbar gebauten Motor wieder zurückgeliefert.

Die Motoren müssen explosionssicher gebaut sein, den schwierigen Transportverhältnissen standhalten, hohes Anzugmoment und starke Überlastbarkeit zeigen; gekapselte Motoren müssen einen Explosionsdruck von 8 Atm. aushalten; Bürsten und Kontakte sollen leicht auswechselbar sein; die Lager müssen selbsttätig geschmiert sein. Es können Motoren in offener und ventiliert gekapselter Bauart mit Kurzschluß und Schleifringanker, ferner mit angebautem Fliehkraftanlasser und mit umlaufenden oder gesondert angeordneten Widerständen, ferner solche mit Gegenschaltung verwendet werden, und zwar für 30 bis 150 *PS* bei 750 Touren. Die Lagerschilder müssen so weit vorgezogen sein, daß die Wicklung gegen mechanische Beschädigungen geschützt wird. Bei Kurzschlußankern liegen die Stäbe blank in dem Rotorkörper und ihre Enden werden mit Rotguß verbunden; die Schleifringe bei den regelbaren Motoren sind außerhalb der Lagerschilder angeordnet und durch eine explosionssichere Kapsel aus Stahlguß geschützt. Haben die Motoren automatische Regelung, so wird durch einen Schalter bei einer bestimmten Tourenzahl der mitumlaufende Widerstand kurzgeschlossen.

Die erstgenannten Motoren werden über Anlaßtransformatoren unter Öl mit Schaltapparaten, deren Kontakte ebenfalls unter Öl liegen, angelassen. Zum Schalten dienen Ölschalter in einem angebauten Schaltkasten mit Sicherungen unter Öl am Deckel, bei dessen Aufklappen die Sicherungen herausgehoben werden. Auf dem Kasten ist ein Strommesser aufgebaut; es kommen auch Ölschalter mit Maximalstrom- und Nullspannungsauslösung zur Verwendung. Der Steuerschalter für Schleifringmotoren hat die Kontakte und Gußeisenwiderstände ebenfalls unter Öl, die maximale Temperatur der letzteren ist mit 150° C festgelegt. Für die Beleuchtung jeder Sonde mit 7 bis 8 Lampen ist ein eigener Lichttransformator in einem Schaltkasten vorgesehen, der die Sicherungen für Hoch- und Niederspannung unter Öl trägt; die Auswechslung der Schmelzeinsätze kann außerhalb des Kastens geschehen. Das Ein- und Ausschalten der Lichtstromkreise erfolgt durch einen zweipoligen Drehschalter, dem Pacco- oder Pakettschalter, mit zwei Sicherungen (Diazed-Patronen), in gemeinschaftlichem Gußeisengehäuse; der Schalter kann nur bei geschlossenem Gehäusedeckel eingeschaltet werden. Die Stromschlußstücke des Schalters liegen in Kammern, die durch aufeinandergeschichtete Isolierplatten gebildet werden. Das Schaltfeuer kann aus diesen Kammern nicht austreten und die Menge der eindringenden Explosionsgase ist nicht groß genug, um die starken Schalterwandungen zu zertrümmern. Nach einem ähnlichen Prinzip sind die explosionssicheren Glühlichtarmaturen gebaut.

Die Motoren werden vor der Ablieferung im Prüfraum der Firma auf ihre Explosionsfestigkeit geprüft. Der Motor kommt in einen mit Eisen armierten Holzbehälter, dessen Wände mit Papierwänden abgeschlossen sind und der mit explosiblem Gasgemisch gefüllt wird, das durch eine Luftpumpe auf die gefahrbringenden Stellen gedrückt wird. Tritt dort eine Explosion auf, so wird sie sich bei fehlerhaften Motoren auf die umgebende Gasmischung verbreiten und die Papierwände durchbrechen. Bei 20 bis 30 Versuchen mit verschiedenen Gasgemischen, die ein gutes Funktionieren der Sicherungseinrichtung gewährleisten, wird der Motor freigegeben.

Für das deutsche Petroleumgebiet in Wietze lieferten die Bergmann-Elektrizitätswerke A.-G. vor drei Jahren Drehstromkommutatormotoren von 25 und 50 *PS*, deren Tourenzahl von 0 bis 500 regelbar ist. Die Motoren bedürfen keiner sorgfältigeren Wartung als Gleichstrommotoren, der Bürstenverschleiß ist gering. Bei transportablen Bohrwerken ist der Motor mit dem Transformator auf gemeinsamer Grundplatte befestigt; die Bürsten werden von der oberen Plattform, dem Standort der Bedienung des Bohrmeißels verstellt.

Für das Petroleumgebiet von Baku und Kaukasus und für das rumänische Gebiet hat die russische Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft Drehstrommotoren mit Schleifringanker für 60 bis 120 *PS* gebaut. (E. K. B., 24. 5. 1914.)

Elektrische Apparate.

Elektrischer Rauchindikator. W. W. Strong. Dieser Apparat dient dazu, die physikalische Beschaffenheit der Rauchgase bei Überschreitung einer bestimmten Dichte automatisch anzuzeigen, um sowohl eine unvollständige Verbrennung als auch die dadurch entstehende Rauchbelästigung zu verhindern. Der Apparat besteht aus einem Transformator *T* von 75 bis 150 *W* Leistung, dessen Primäre an das Netz angeschlossen ist und der sekundär etwa 26 000 *V* gibt. Die Hochspannungsseite ist mit zwei parallelen Funkenstrecken $S''G''$ und $SG + S'G'$ verbunden, deren erstere in dem Rauchfang, die beiden letzteren am Apparat selbst angeordnet sind (Fig. 4). Unter normalen Verhältnissen werden die Rauchgase in der Funkenstrecke kräftig ionisiert, so daß die Entladung

Digitized by Google

bei der Funkenstrecke S'' G'' kontinuierlich in Form eines Bogens stattfindet. Sind jedoch größere Kohlenpartikel in den Abgasen vorhanden, so heften sich die Ionen an die festen Partikeln und der Widerstand bei S'' G'' steigt an, sobald die Dichte der Rauchgase einen bestimmten Wert überschreitet, der von der Einstellung der drei Funkenstrecken abhängt. Die Entladung an den Strecken S G und S' G' findet oszillatorisch statt. Die übrige Einrichtung des Apparates entspricht vollkommen den in der drahtlosen Telegraphie üblichen.

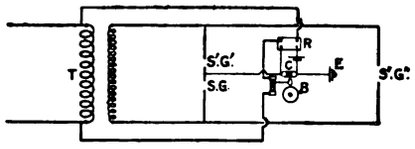


Fig. 4.

Die Entladungen finden über den Kohärer C zu einer an Erde gelegten Elektrode E statt; der Rauchfang dient dabei, wenn er aus Eisen ist, als Antenne, während der Kohärer C ein Relais R betätigt, das von einem Trockenelement gespeist wird. Dieses Relais schließt den Stromkreis einer Alarmglocke B oder ein sonstiges Signal sowie Regelvorrichtungen für die Verbrennung wie Ventilatoren, Dampfstrahlgebläse, mechanische Feuerungseinrichtungen usw.; der Kohärer kann auch durch ein empfindliches statisches Voltmeter ersetzt werden. Das Relais kann mit einer Zeitregistriervorrichtung verbunden werden, so daß die Dauer der unvollständigen Verbrennung leicht kontrolliert werden kann. (The Electr., 5. 6. 1914.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Elektrostahlguß. In der am 16. bis 18. April 1914 stattgehabten Hauptversammlung der American Electrochemical Society wurden zwei Berichte über die in Amerika mit der Herstellung von Stahlguß in elektrischen Öfen gemachten Erfahrungen vorgelegt. A. Hansen berichtete über die mit einem Dreiphasen-Lichtbogenofen von 2 *t* in der Gießerei der Treadwell Engineering Comp. in Easton Pa. erzielten Resultate. Die Kosten des im Elektroofen erschmolzenen Metalles betragen weniger als die Hälfte der Herstellungskosten bei der früher benutzten Tiegelofenanlage. Was die Beschaffenheit des erzeugten Stahles betrifft, so wurden besondere Unterschiede zwischen dem Elektrostahl und dem Tiegelstahl von ähnlicher Zusammensetzung nicht festgestellt. Der Elektrostahlguß kann mit niedrigerem Kohlenstoffgehalt als der Tiegelstahlguß hergestellt werden. Der übliche Tiegelstahl weist gewöhnlich 0·3 bis 0·4% C auf; mit 0·2% C kann man ihn gewöhnlich nicht mehr vergießen. Aus dem elektrischen Ofen kann man, ohne daß die Wirtschaftlichkeit darunter leidet, leicht Gußstücke mit 0·2% C erhalten, die ohne Ausglühen bearbeitbar sind. Man hat sich bemüht, die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Ofenbetriebes durch kontinuierliche Arbeit zu steigern. Die durch die Nachtarbeit erzielte Ersparnis an Schmelzkosten (10 bis 15%) geht aber wieder durch die niedrigere Leistung anderer Werksabteilungen während der Nachtschicht verloren. Die gesamte Chargendauer beträgt in Easton 7 bis 7½ Stunden. Die durchschnittliche Chargenzahl in der Woche ist 15, Gewicht einer Charge 2200 *kg*, Kraftverbrauch pro 1 t Stahl 990 *kWh*, Erhaltungskosten pro 1 *t* Stahl K 12, Durchschnittsgewicht der Gußstücke 4·5 *kg*. Das Ofenfutter hält 35 Chargen aus.

E. B. Clarck vergleicht den Elektroofen mit dem Tiegelofen, der Tropenasbirne (Kleinkonverterarbeit) und dem Siemens-Martinofen. Der Tiegelofen gestattet genaue Herstellung legierter Qualitätsstähle ohne Verunreinigung durch Gase. Da im Tiegel praktisch keine Raffinierung stattfindet, müssen die reinsten Rohmaterialien benutzt werden. Der Elektroofen liefert Stähle von derselben Reinheit und ermöglicht die Benutzung von weniger reinen Rohstoffen. Die Tropenasbirnen produzieren schnell heißes Metall in kleinen Mengen. Sie lassen aber keine Raffinierung zu und zwingen zur Verwendung von phosphor- und schwefelarmem Roheisen, das im Kupolofen vorgeschmolzen werden muß. Der Abbrand ist beträchtlich und der Stahl enthält Oxyde und Gase. Der Elektroofen produziert einen ebenso heißen Stahl, wie die Birne, der dabei frei von Oxyden und Gasblasen ist. Freilich erfordert der Elektroofen neben Roheisen auch Eisenschrot. Der Siemens-Martinofen liefert einen Stahl von ziemlich hoher Reinheit und ziemlich hoher Temperatur. Der Elektroofen bewirkt dasselbe, wobei es bei denselben Arbeitsbedingungen möglich ist, den Stahl noch heißer und reiner zu erhalten als im Siemens-Martinofen. Die Kosten des elektrischen Stromes sind beim Elektroofen nicht von allergrößter Bedeutung; viel wichtiger ist die Betriebserfahrung. Der elektrische Ofen ist viel empfindlicher als die anderen drei Öfen. Mit einem Betrieb gut vertraute Schmelzer sind nur schwer zu finden.

In der Diskussion wies K. G. Frank auf die in Europa, insbesondere in Deutschland und Österreich, mit dem Elektroofen gemachten Fortschritte hin. Er meint, daß die amerikanischen Stahlfabrikanten das Problem der elektrischen Stahlerzeugung nicht mit derselben Gewissenhaftigkeit und Aufmerksamkeit verfolgen, wie es in Europa der Fall ist.

(Metallurg. and Chem. Eng., Heft 5, 1914.)

Wirtschaftliches.

Wirtschaftliche Leistung einer kombinierten Wasserkraft- und Dampfkraftanlage. Zu dem in Heft 18 d. J., Seite 382, erschienenen Referat teilt uns Herr Dr. Ing. Adolf Ludin, Forbach i. Baden, mit, daß das dort besprochene Verfahren im Grunde nicht mehr neu ist. Bereits in seiner 1910 gedruckten Dissertation „Über den Ausbau der Niederdruckwasserkräfte“ und neuerdings in seinem Werk „Die Wasserkräfte usw.“*) (Verlag Julius Springer, 1913) sei dieser Gegenstand in aller Ausführlichkeit und unter Verwendung derselben oder ganz ähnlicher rechnerischer und zeichnerischer Hilfsmittel behandelt.

Eine ausführliche Begründung dieses Prioritätsanspruches ist dem Sekretariat des American Institute of Electrical Engineers übermittelt worden.

Chronik.

Eine amerikanische Geschäftsstelle für Elektrizitätsverwertung. Die Society of Electrical Development hielt, wie „El. World“ meldet, gleichzeitig mit der National Electric Light Association Anfang Juni ihre Hauptversammlung ab. Der Zweck derselben ist die Schaffung lokaler Verbände in allen Bezirken behufs gemeinsamer Propaganda und Revisionen, Ausarbeitung von Vorschriften für Installationen und Prüfung elektrischer Anlagen. Durch Ausstellungen, Filmvorführungen, Herstellung von Flugschriften und anderen Propagandaarbeiten sollen die Bestrebungen weiter unterstützt werden. Zweck und Wesen dieser Vereinigung sind in einem unlängst im Selbstverlag des Vereines Association Island New York erschienenen Buches Book of Proceedings at Camp-Cooperation niedergelegt. In diesem Buche werden die verschiedensten Fragen, die für diese Aufgabe von Bedeutung sind, von einzelnen Autoren eingehendst behandelt.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Rotationskraftmaschinen.

Zur Bauart mit kreisenden Widerlagern gehört die in den Fig. 1 und 1a dargestellte Maschine von E. J. M. Madero in Buenos Aires, in deren kreisringförmigem Zylinder 1 ein auf dem Schwungrad 5 sitzender Kolben 10 rotiert. Der Arbeitsraum wird durch in Gehäusen 2 rotierende Scheiben 21, die mit Ausschnitten für den Kolbendurchgang versehen sind, abgeschlossen. Ein- und Austritt erfolgt durch die Rohre 14, 15, die an konzentrisch ineinander liegende Kammern angeschlossen sind, die von einem mit dem Schwungrad rotierenden und einem feststehenden Teil 16 bezw. 17 gebildet werden. Die Umsteuerung erfolgt durch Vertauschung von Ein- und Auslaß. Der Antrieb der Widerlagerscheiben wird durch ein Getriebe 24, 25, 26, 28, 29 von der Welle aus bewirkt. (Schweiz. P. Nr. 62 434.)

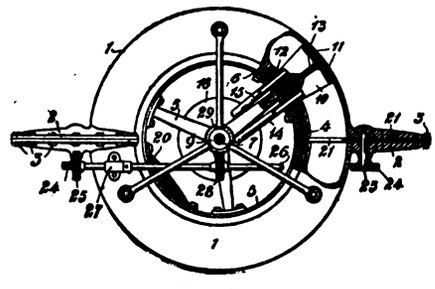


Fig. 1.

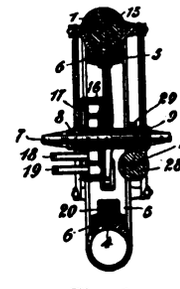


Fig. 1a.

Die von B. F. Augustine in Buffalo (Ver. St. v. A.) konstruierte Maschine (siehe E. u. M. 1914, Seite 61) ist mit einer besonderen Einrichtung zur ausgeglichenen Führung der Schieberkolben bei möglichst geringer Abnutzung versehen. Jeder Kolben besitzt beiderseits einen Zapfen, der in Lager von Ansätzen eingreift, die mit Ringen verbunden sind. Der innere Ring kann sich lose um die exzentrische Nabe des Zylinderdeckels und der äußere lose um eine Flansche des inneren Ringes drehen, wobei die Ringansätze beide Ringe in der Achsenrichtung überdecken. (Ö. P. Nr. 62 892.)

Für Maschinen, die mit Expansion arbeiten, gibt R. Klinger in Gumpoldskirchen eine Einrichtung an, durch die die Undichtigkeitsverluste vermieden werden und die ein Anlaufen der Maschine auch dann ermöglicht, wenn gerade eine der Expansion entsprechende Stellung vorliegt, das heißt also, wenn keiner der Arbeitsräume mit der Druckmittelzuleitung in Verbindung steht. Bisher mußte man zu diesem Zweck eine besondere komplizierte Umsteuerung anordnen,

*) Siehe E. u. M. 1913, Seite 837.

Digitized by Google

die zuerst ein Anlaufen mit Vollfüllung ermöglicht. Die Erfindung besteht nun in einer Verlängerung der die Expansionsfüllung gebenden Kanäle durch enge Schlitze bezw. Nuten, die nach Abschluß der eigentlichen Einströmkanäle noch ein Nachströmen von Druckmittel gestatten. Die engen Verlängerungen der Kanäle werden dabei so bemessen, daß die nachströmende Druckmittelmenge im wesentlichen die Undichtigkeitsverluste ausgleicht, so daß die Expansionskurve ungefähr auf ihrer theoretischen Höhe erhalten wird. Gleichzeitig geben aber die engen Verlängerungen der Einströmkanäle der Maschine die Fähigkeit, ohne Umstellung auf Vollfüllung in jeder Stellung anzulaufen, weil in den Stellungen, in denen die Einströmöffnungen selbst abgeschlossen sind, durch ihre engen Verlängerungen soviel Druckmittel hinter die Kolben gelangen kann, um die Maschine bis zur Eröffnung der eigentlichen Einströmkanäle anzudrehen. Die Nachströmkanäle können durch im Anschluß an die Steuerkanäle des Steuerschiebers in die Steuerfläche des letzteren eingearbeitete enge Nuten gebildet werden.

(Ö. P. Nr. 64 343 und D. R. P. Nr. 271 718.)

Von demselben Erfinder wird eine Steuerung für die in Längsschlitzen einer kreisenden Trommel geführten Kolben angegeben, die durch auf ihre Enden wirkende Steuerflächen axial hin und her bewegt werden. Die bisher üblichen Kurvenflächen hatten zur Folge, daß zwischen den Kolbenenden und den Steuerflächen nur eine Linienberührung stattfindet, wodurch sich ungünstige Flächendruck- und Abnutzungsverhältnisse ergeben. Erfindungsgemäß wird nun an Stelle der Kurvensteuerung eine Steuerung mittels schräger ebener Flächen *m* (Fig. 2) gesetzt, mit denen mit den Enden der Kolben *e* universalgelenkig verbundene Gleitschuhe *s* in Berührung stehen, die sich also während des Umlaufs der Trommel *a* jederzeit den schrägen Flächen in ihrer Lage genau anpassen können. Dadurch wird der Steuerdruck stets auf die ganze Fläche der Gleitschuhe verteilt, so daß übermäßig hohe Drücke auf die Flächeneinheit vermieden werden. Die Trommel besitzt die üblichen Ringnuten *d*, in die am Gehäuse *l* befestigte Widerlager eingreifen, an denen die Kolben mittels ihrer Ausschnitte *f* vorbeigehen können. Die Schuhe *s* sitzen auf Kugeln *h*, die auf Zapfen *g* der Kolben gelagert sind. Die Gleitflächen *m* können auswechselbar sein.

(D. R. P. Nr. 268 134.)

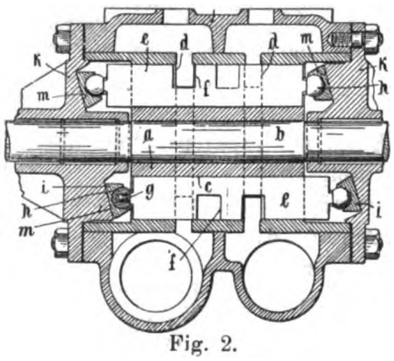


Fig. 2.

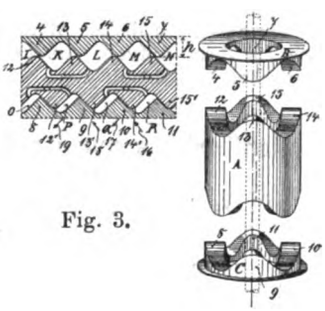


Fig. 3.

Fig. 3*a*.

Die in Fig. 3 schematisch und in Fig. 3*a* perspektivisch dargestellte Maschine des P. v. Ditmar in St. Petersburg besteht aus einem hohlzylindrischen Kolben *A* mit wellenförmigen Stirnflächen und ähnlich gestalteten ortsfesten Zylinderdeckel *B* und *C*. Während beim Kolben einer Vertiefung an der einen Kolbenseite eine Erhöhung an der anderen Kolbenseite entspricht, sind die Wellen an den beiden Zylinderenden symmetrisch gestaltet. Bei der Drehung des Kolbens gleiten somit die Wellen 12, 13, 14, 15 längs der Wellen 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 der Deckel. Hiebei bilden sich Kammern *J*, *K*, *L*, *M*, *N* und *O*, *P*, *Q*, *R*, in denen die Arbeitsvorgänge des Viertaktes sich abspielen. Bewegt sich zum Beispiel 14′ entlang der rechten Seite von 10 (Fig. 3) in der Richtung 16, so wird in *R* angesaugt; bewegt sich dann 14′ entlang der linken Seite von 10 in der Richtung 17, so wird in Q verdichtet und schließlich findet hier die Explosion statt, wodurch die linke Seite von 14′ in der Richtung 18 abgestoßen wird. Schließlich wird bei der folgenden Bewegung der rechten Seite von 14′ längs der linken von 9 in der Richtung 19 das verbrannte Gas aus *P* ausgestoßen. Die Vorgänge in den einzelnen, sich bildenden und verschwindenden Kammerräumen finden an beiden Kolbenseiten in einer solchen Reihenfolge statt, daß zum Beispiel während des Ansaugens in einem Kammerraum an der einen Seite die Kompression oder Explosion im entsprechenden Raum an der entgegengesetzten Seite des Zylinders erfolgt. Das Produkt aus der Wellenhöhe *h*, der Länge der Wellenabschrägung und der radialen Breite der Stirnfläche ergibt das einem gewöhnlichen Viertaktmotor entsprechende Zylindervolumen. Bei vier Wellen auf jeder Seite hätte man also eine achtfache Wirkung im Vergleich zu einer üblichen Einzylindermaschine. Der Kolben führt während einer rotierenden auch gleichzeitig eine axiale Bewegung aus. Die Kanäle im Zylinder und Kolben für den Ein- und Auslaß des Gemisches bezw. der Abgase können beliebig angeordnet werden. (D. R. P. Nr. 274 940.)

Die Firma The Buffalo Forge Company in Buffalo gibt für ihre Maschine mit kreisendem Kolben, die durch ineinander greifende, rechts- und linksgängige, zusammenhängende Schraubenradverzahnungen gebildet werden (siehe E. u. M. 1914, Seite 61) eine Einrichtung an, die es ermöglicht, die Maschine in einer beliebigen Drehrichtung laufen zu lassen. Fig. 4 stellt eine Draufsicht, Fig. 4*a* eine Stirnansicht im Schnitt dar. Die beiden auf den Wellen 40, 41 sitzenden Kolben 38, 39 tragen zusammenhängende Schraubenradverzahnungen, die aus drei abwechselnd rechts- und linksgängigen Teilen 42, 44, 43 bestehen. Die rechts- und linksgängigen Verzahnungen des einen Kolbens kämmen mit den links- und rechtsgängigen Verzahnungen des anderen Kolbens und das Treibmittel wird durch Kanäle in den Rippen 48 oder 49 zugeführt. 48 liegt auf der einen Maschinenseite zwischen den Teilen 42, 44 der beiden Kolben und 49 auf der anderen Seite zwischen 44 und 43

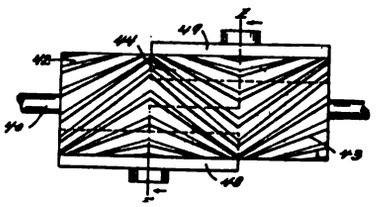


Fig. 4.

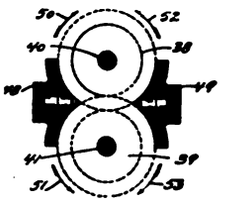


Fig. 4*a*.

der beiden Kolben. Je nachdem das Treibmittel durch 48 oder 49 zugeführt wird, drehen sich die Kolben in der Richtung der Pfeile 50, 51 oder 52, 53. (D. R. P. Nr. 265 174.)

Eine weitere Abänderung dieser Maschine besteht nach J. H. van Deventer in Buffalo darin, den Kolbenteilen mit den rechtsgängigen Verzahnungen eine andere axiale Länge zu geben als den Teilen mit den linksgängigen Verzahnungen und dementsprechend auch die Ganghöhen der beiden Schrauben ungleich zu wählen. Eine derartige Maschine bietet dem einströmenden Mittel Taschen von unsymmetrischer Form, was das Auftreten eines axialen Schubes zur Folge hat. Letztere kann zum Ausgleich von axialen Schüben anderer Maschinen benutzt werden. (U. S. P. Nr. 1 070 085.)

Eine weitere Ausgestaltung dieser Maschine desselben Erfinders zeigt Fig. 5. Auf den Wellen 9, 10 sitzen die Rotoren 11, 12 mit den Schraubenverzahnungen 13, 13 a und 14, 14 a von verschiedenen Steigungen. Die Einströmung erfolgt durch die Platte 8, die zu einer bis zur Eingriffsstelle reichenden Rippe ausgebildet ist und hier mehrere Einströmkanäle 19 besitzt, die zu den von den Verzahnungen gebildeten Winkeln 16, 17, 18 führen. Beim Eingriff der Zähne entstehen, wie dies bei 38, 39, 40 gezeigt ist, Taschen 41, in die das Treibmittel durch drei Kanäle gelangt. Der Vorteil dieser Anordnung besteht in einer gleichmäßigeren Verteilung und Beaufschlagung durch das Treibmittel und Erzielung eines gleichbleibenden Drehmomentes.

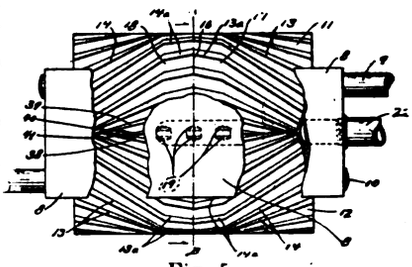


Fig. 5.

(U. S. P. Nr. 1 070 086.)

Die in den Fig. 6 und 6*a* dargestellte Maschine des O. Olson in Newcastle-on-Tyne besitzt eine Einrichtung, um die Abdichtungsverluste zwischen den Schieberkolben der Trommel und dem Gehäuse vollständig zu beseitigen. Auf der hohlen, im Zylinder 2 mit seinen Deckeln 4 gelagerten Welle 5 sitzt fest eine Büchse 5 mit drei exzentrischen Flanschen 6, 7, 8, auf denen eine Hülse 9 befestigt ist.

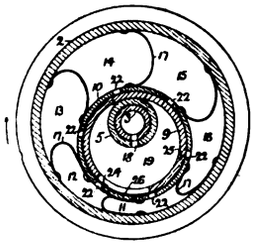


Fig. 6.

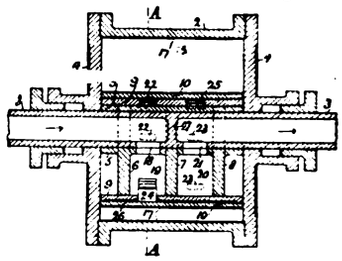


Fig. 6*a*.

Um letztere kann sich nun ein Zylinder drehen, der mit dem Hauptzylinder 2 durch biegsame Stahlblätter 17 (oder gelenkige Glieder) verbunden ist, so daß die Arbeitsräume 11, 12, 13, 14, 15 und 16 gebildet werden. Die zwischen den Flanschen liegenden Kammern 19 und 20 dienen für den Ein- bezw. Auslaß und stehen durch Kanäle 18, 21 mit der hohlen Welle in Verbindung, die durch eine Querwand 27 geteilt ist. Der Zylinder 10 besitzt entsprechende Ein- und Auslässe 22 bezw. 23 in jedem der Arbeitsräume 11 bis 16 und große Ein- und Auslässe 24 bezw. 25 sind in der Hülse 9 vorgesehen, so daß ein oder mehrere Arbeitsräume immer einmal mit den Ein- und Auslaßkammern 19 bezw. 20 in Verbindung treten. Die Aussparung 26 nimmt Dampf auf, der die Reibung verringert. Jeder der Arbeitsräume verändert während der Drehung sein Volumen von einem Minimum zu einem Maximum, und man kann bei stillstehender Welle den Zylinder oder bei stillstehendem Zylinder die Welle rotieren lassen, wobei sich die Drehrichtungen entsprechend verkehren. (B. P. Nr. 23 462 A. D. 1912.)

Eine Erfindung von P. Dupont in Le Cateau (Frankr.) bezieht sich auf eine Explosionskraftmaschine mit sich abwechselnd schnell und langsam bewegenden kreisenden Kolben und mit einem sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit drehenden Zylinder, dessen Ringraum durch zwei diametral einander gegenüberliegende Zwischenwände in zwei Räume geteilt ist, in denen sich die Kolben verschieben. Die kinematische Verbindung zwischen den beiden Kolben und dem Zylinder besteht aus zwei sich in entgegengesetzter Richtung drehenden Kurbeln und aus zwei Zahnrädern, so daß sich die Kolben in derselben Richtung

Digitized by Google

wie der Zylinder drehen, jedoch gegenüber dem letzteren eine Relativbewegung ausführen. Eine weitere Ausbildung der Erfindung besteht darin, daß die beiden gegenläufigen Kurbeln an ihren Enden mit Verzahnungen versehen sind, damit die Kurbeln im Augenblick der Inbetriebsetzung der Maschine gezwungen werden, sich in entgegengesetzten Richtungen zu drehen. Im Zylinder werden vier Arbeitskammern gebildet, deren jede im Zwei- oder Viertakt arbeiten kann.

(D. R. P. Nr. 274 371.)

Bei der zur gleichen Type gehörenden Maschine des Dr. Georg Horowitz in Wr.-Neustadt mit in einem ringwulstförmigen Zylinder in einer Richtung und mit verschiedenen Winkelgeschwindigkeiten kreisenden Kolben, die bei jedem Zusammentreffen ihre Geschwindigkeiten austauschen und die Ein- und Auslaßöffnungen im Zylinder steuern, besteht die Neuerung darin, daß sich auch der Zylinder in derselben Richtung gleichförmig, und zwar mit einer solchen Geschwindigkeit dreht, daß für je vier Kolben nur eine Saugöffnung, eine Auspufföffnung und eine Zündkerze genügen. Durch diese Anordnung werden günstige Verhältnisse der Kolben- und Zylindergeschwindigkeiten erreicht und daher die Konstruktion der notwendigen Übersetzungen erleichtert. Alle sich drehenden Teile der Maschine werden zur ständigen Wirkung als Schwungmassen verwertet. Das vorteilhafteste Verhältnis der relativen Kolbengeschwindigkeiten ergibt sich mit 2 : 1; der schneller kreisende Kolben hat die Geschwindigkeit $2v$, der langsamer kreisende v. Nach der Explosion erteilen die expandierenden Gase dem letzteren eine positive und dem ersteren eine negative Beschleunigung von v, so daß nunmehr der erstere Kolben $2v - v = v$ und der letztere Kolben $v + v - 2v$ erhält. Hiebei kann in den Zahnrädern für die Bewegungsübertragung während der Umsteuerung kein Stoßen stattfinden. Zum Beispiel würden bei vier Zündungen die Kolben- und Zylindergeschwindigkeiten sich wie 8 : 4 : 3 verhalten, wogegen unter gleichen Umständen aber bei feststehendem Zylinder das Geschwindigkeitsverhältnis der Kolben 5 : 1, somit konstruktiv weit ungünstiger ausfallen würde. Die Maschine ist auch als Pumpe verwendbar, in welchem Falle an Stelle der Zündkerzen je eine weitere Saug- und Drucköffnung anzuordnen ist. (Ö. P. Nr. 62 899.)

G. R. Inshaw in Uddingston (Engl.) konstruiert eine Explosionskraftmaschine mit kreisenden Kolbengruppen, die sich mit ungleichförmiger Geschwindigkeit um eine gemeinsame Achse drehen und mit der Maschinenwelle durch ein Getriebe, zum Beispiel Exzenterräder, verbunden sind, durch das das Übersetzungsverhältnis zwischen den Kolben und der Welle sich entsprechend der ungleichförmigen Geschwindigkeit der Kolben derart ändert, daß die Maschinenwelle eine gleichförmige Bewegung erhält. Zufolge der geschützten Erfindung ist das die Kolben einschließende Gehäuse derart mit einer der Gruppen von Kolben verbunden, daß es an der ungleichförmigen Bewegung dieser Kolbengruppe teilnimmt und vermöge des veränderlichen Übersetzungsverhältnisses der Verbindung mit der Maschinenwelle seine ungleichförmige Bewegung als gleichförmige auf die Maschinenwelle überträgt, so daß es zusammen mit den beiden Kolbengruppen als Schwungrad wirkt.

(Ö. P. Nr. 64 143.)

Eine Erfindung von W. A. Kudliczin Prag besteht im Wesen darin, daß kreisbogenförmige und miteinander verbundene Zylinderpaare um die Achse einer Welle schwingen und mit dieser Welle um eine Hauptwelle kreisen. Der Hub der Maschine und damit auch deren Leistung wird von einer unrunden Scheibe, die auf der Hauptwelle festgekeilt ist, bestimmt, und zwar in der Weise, daß eine Rolle, die an einem mit der Zylinderwelle fest verbundenen Arm sitzt, auf der konischen Lauffläche der unrunden Scheibe rollt, die auf der Hauptwelle axial verschoben werden kann. Erteilt man ferner der im allgemeinen feststehenden Hauptwelle bezw. der unrunden Scheibe ein zur Umlaufsrichtung der Zylinder entgegengesetzte Drehung, so wird die Rolle auf der unrunden Scheibe die Strecke vom innersten zum äußersten Punkt schneller zurücklegen, wodurch eine raschere Schwingbewegung der Zylinder, somit eine größere Anzahl von Füllungen während einer Umdrehung und dementsprechend eine gesteigerte Leistung der Maschine erzielt wird. Mit dieser Maschine können somit verschiedene Leistungen und zugleich verschiedene Geschwindigkeiten ohne Verwendung komplizierter Mechanismen erzielt werden. (Ö. P. Nr. 62 347.)

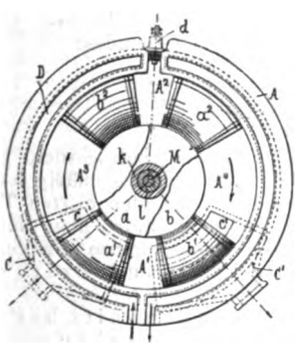


Fig. 7.

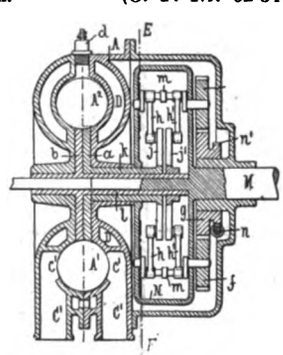


Fig. 7 a.

Die Fig. 7 und 7 a stellen eine Viertaktmaschine von A. Sanchez und C. Baradat in Paris mit ringförmigem Zylinder und vier schwingenden und umlaufenden Kolben dar. Im Gehäuse A bewegen sich vier Kolben a^1, a^2, b^1, b^2 mit den Scheiben a, b. Die Öffnung c führt zur Saugkammer C und die Öffnung c^1 zur Auspuffkammer C^1. D ist ein Wassermantel und d eine Zündkerze. In der gezeichneten Lage ist in A^2 verdichtetes Gemisch. Nach der Zündung gelangen b^2, a^2 an die Stelle von a^2, b^1 und es beginnt der Auspuff, bis a^2, b^2 an die Stelle von a^1, b^1 gelangen, von wo an das Ansaugen beginnt und dauert, bis die Stellung von b^2, a^1 erreicht ist; sodann beginnt die Kompression, die bis zur Stellung a^2, b^2 dauert usw. Diese Bewegungsvorgänge werden dadurch erreicht, daß die Scheiben a, b durch Hohlwellen k, l mit Armen j, j^1 verbunden sind, die mittels Lenker h, h^1 auf doppeltgekröpfte Kurbeln m wirken, die auf den Wellen von Planetenrädern f eines Planetengetriebes mit festem Hauptrad g sitzen. Das ganze Getriebe wird von einem Gehäuse N umschlossen, das gleichzeitig als Schwungrad dient, wozu es durch die symmetrische Anordnung der Teile besonders befähigt ist. Das Gehäuse N ermöglicht auch eine selbsttätige Schmierung und bildet einen Schutz für das Getriebe gegen die vom Zylinder ausstrahlende Wärme. Ferner können Ein- und Auslaßöffnungen an den Seiten und doppelt am Zylinder angeordnet werden. Durch ein Schneckengetriebe n, n^1 läßt sich das Hauptrad g zur Welle M verstellen, wodurch die normale Entfernung zwischen je zwei nebeneinander liegenden und zusammenarbeitenden Kolben beliebig verändert und damit der Zündzeitpunkt sowie die Eröffnung des Auslasses eingestellt werden kann.

(D. R. P. Nr. 271 552.)

Eine Viertaktmaschine mit kreisbogenförmig gestalteten Arbeitskammern und gebogenen Kolben wird von L. J. Ch. J. Pernot in Antibes in folgender Weise konstruiert: Die Maschine besteht aus zwei gleichen Elementen, von denen das erste in Fig. 8 in vollen Linien dargestellt, das zweite zum Teil in strichlierten Linien angedeutet ist. Die Arbeitskammern eines jeden Elementes werden von einem äußeren Zylinder 1 und einem inneren Zylinder 4 begrenzt. Um die feste Welle 7 dreht sich in jedem Element eine Hülse 8, die die schwingenden, als Kurbelschleifen ausgebildeten Arme 9 (im zweiten Element 10) tragen. Am Arm 9 sind die Kolben 11 und 12 mittels der Arme 13 und 14 befestigt. Die Kolben arbeiten in Kammern 15 und 16. Der Arm 10 trägt die Kolben 11′ und 12′ des zweiten Elementes, die in ebensolchen, parallel zur Zeichenebene und hinter dieser angeordneten Kammern arbeiten. Die Einlaßventile 17, 19 und die Auslaßventile 18, 20 sind an die Saugrohre 31, 31′ bezw. Auspuffrohre 32, 32′ angeschlossen und werden von der Hauptwelle 23 aus mittels der Steuerwelle 26 angetrieben. Die Hauptwelle besitzt zwei um 180° gegeneinander versetzte Kurbeln 22, 24, die von in den Armen 9 bezw. 10 gleitenden Kulissensteinen 21 umfaßt werden. Eine auf einer Nebenwelle 28 sitzende Umlaufpumpe 29 treibt das Kühlwasser in die Hohlräume der Maschine. Geringes Gewicht und Volumen, einfache Bauart und Herstellung, quadratischer Kolbenquerschnitt gehören zu den konstruktiven, Massenausgleich, gute Kolbenführung, leichtes Anlassen und große Expansion zu den mechanischen Vorteilen. (B. P. Nr. 25 945 A. D. 1912.)

Der Firma The Universal Speed Control Company in New York wurde eine Drehschiebersteuerung für Maschinen mit parallel zur Drehachse liegenden und um diese kreisenden Zylindern geschützt. Um den Einbau des Schiebers zu erleichtern, wird die Innenfläche der die Füllungsänderungen bewirkenden Steuerplatte mit den Innenflächen der zur Begrenzung der Ein- und Auslaßkanäle des Gehäusedeckels benutzten Blöcke in einer Ebene angeordnet, so daß die Innenfläche dieser Platte die Begrenzung des Arbeitsraumes des Zylinders bildet. Die auf der mittleren Nabe des Gehäusedeckels drehbar gelagerte Steuerplatte ist mit einem konzentrisch zum Plattenmittelpunkt gekrümmten Schlitz und einem von diesem begrenzten radialen Arm versehen, der beim Drehen der Steuerplatte die Ein- und Auslaßkanäle des Gehäusedeckels mehr oder weniger verdeckt.

(D. R. P. Nr. 272 692.)

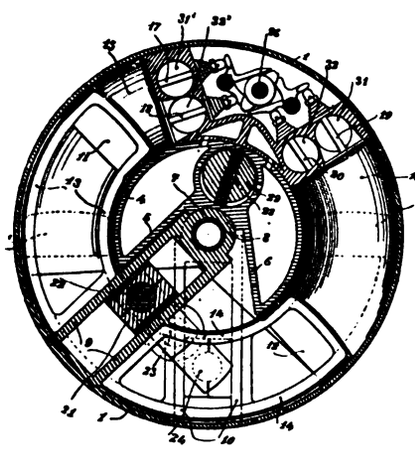


Fig. 8.

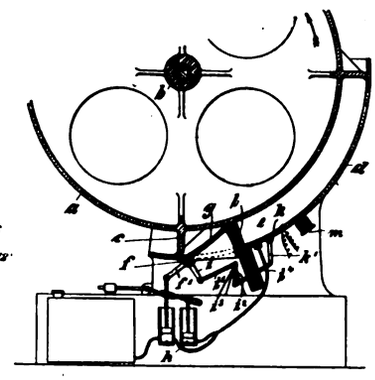


Fig. 9.

Fig. 9 a.

W. und O. Neetzel in Berlin-Reinickendorf und F. Dittl in Charlottenburg haben sich eine Explosionskraftmaschine mit mehreren, parallel zur Welle gelagerten, sich um diese drehenden Zylindern und mit durch eine parabolische Kurvennut geführten Kolben schützen lassen. Die Zylinder sind als Ausnehmungen oder Bohrungen eines zylindrischen Körpers ausgebildet, der von einem zylindrisch ausgebohrten Gehäuse dicht umschlossen ist. In der Innenwand dieses Gehäuses ist eine Kurvennut angebracht, in der die Kolben mittels aus dem Umfang des Körpers herausragender Zapfen geführt werden. Infolgedessen können Kolbenstangen und Steuerungsventile fortfallen,

Digitized by Google

denn die das Gehäuse durchsetzenden Ein- und Auslaßkanäle münden direkt in die sich an ihnen vorbeidrehenden Zylinderbohrungen und der Luft- und Brennstoffeinlaß, ebenso wie der Auspuff der verbrannten Gase, wird infolgedessen durch den die Zylinder und Kolben enthaltenden Körper selbsttätig gesteuert. Zur Erhöhung des Wirkungsgrades der Maschine können mehrere Gruppen von je einer Anzahl Kolbenkammern nebeneinander in dem genannten Körper ausgebildet sein.
(D. R. P. Nr. 269 136.)

Eine Erfindung von O. Gaedicke in Berlin besteht in einer einfachen Steuerung der Brennstoffpumpen von Explosionskraftmaschinen mit kreisenden Kolben und einem aus dem Kolbenweg verschiebbaren, den Explosionsraum nach hinten abschließenden Widerlager. Sobald bei der Drehung der Kolbenscheibe *a* in der Pfeilrichtung (Fig. 9) einer der Kolben *c* in das Gehäuse *d* eintritt, drückt er den Anschlag *g* zurück und hebt dadurch die Kolben der Pumpe *h* (Fig. 9 a) derart, daß eine bestimmt abgemessene Brennstoffmenge in die Pumpenzylinder gesaugt wird. Das Widerlager *l* ist mit dem Anschlag *g* durch einen (nicht dargestellten) federnden Stift verbunden. Es wird daher zuerst *l* von *g* gegen den Federdruck mitgenommen, bis der federnde Stift aus *g* heraustritt und damit *l* von *g* gelöst wird. Ist *c* an *l* vorübergegangen, so schließt *l* den Kolbenraum wieder ab, während *g* in seiner Lage bleibt (Fig. 9 a). Dann trifft *c* auf Anschlag *k*, der einerseits die Kolben der Brennstoffpumpen nach abwärts bewegt, so daß der Brennstoff in den Explosionsraum gefördert wird und andererseits *g* wieder zurückbewegt. *g* ist so ausgebildet, daß für das Widerlager nach hinten eine Stütze gebildet wird (Fig. 9). Der nächste Kolben drückt wieder *g* zurück und damit *k* in die Bahn usw. Ein selbsttätiges Rückschlagventil *m* läßt, sobald die Zündung versagt, Luft eintreten, so daß kein die Drehung der Kolbenscheibe hindernder Unterdruck entstehen kann.
(D. R. P. Nr. 274 800.)

W. G. Köhler in Bremen ordnet bei seiner Explosionskraftmaschine auf der kreisenden Kolbenscheibe einen Arbeitskolben und einen Ansauge- und Auspuffkolben an. Die Widerlager bestehen aus axial oder radial beweglichen, von dem sich drehenden Kolbenträger zwangläufig gesteuerten Schiebern. Der Ansauge- und Auspuffkolben ist mit Kanälen versehen, von denen einer mit dem Inneren des Gehäuses verbunden ist, wogegen der andere ins Freie führt, so daß durch diesen Kolben ohne Anwendung von Ventilen das Ansaugen der Frischladung und Ausstoßen der Abgase bewirkt wird. (D. R. P. Nr. 270 735.)

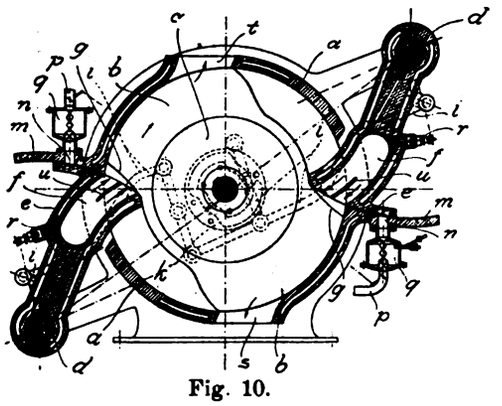


Fig. 10.

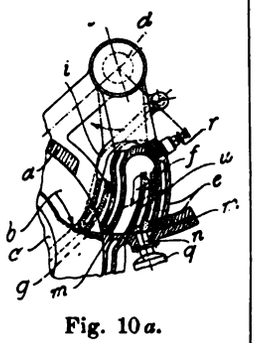


Fig. 10*a*.

Die in Fig. 10 und 10*a* dargestellte Maschine des W. Rasch in Düsseldorf besitzt eine in einem Gehäuse *a* sich drehende Kolbenscheibe *b*, *c* und um Bolzen *d* schwingende Widerlager *e*, die die Explosionskammern *f* enthalten und mittels Gestänges *i* von der Kurvenscheibe *k* gesteuert werden. Das Gasluftgemisch gelangt von einem Kompressor mittels der Leitung *p* in den Vergaser *q* und aus diesem durch den Kanal *n* in die Kammern *f*, wenn deren Öffnung gegenüber *n* zu liegen kommt. (Siehe die vollen Linien in Fig. 10*a*.) Die von der vorhergegangenen Explosion im Raum *f* noch befindlichen verbrannten Gase werden durch die einströmende Frischladung um die Zwischenwand *u* herum in den gegen die Maschinenmitte zu gelegenen Teil von *f* getrieben, wo sie bis zur Zündung der Frischgase verbleiben. Nach der Zündung werden die Rückstände in den sich bildenden Explosionsraum gestoßen und verlassen diesen, wenn der Kolben den Auspuff *s* bezw. *t* freigibt. Zu dieser Zeit ist der Widerlagsschieber wieder in die Füllstellung gelangt, die Rückstände sind in *f* verblieben und werden bei der nächsten Explosion ausgestoßen usw. Die Kolbenfläche *g* ist mit Bezug auf die Fläche *m* etwas ansteigend, so daß die Widerlagschieber stets dicht am Kolben anliegen und die aus *f* tretenden entzündeten Gase, an der äußeren Kolbenkante beginnend, mit zunehmendem Arbeitsraum die ganze Kolbenfläche *g* treffen. Dadurch wird eine nur in der Drehrichtung der Kolben wirkende Kraftäußerung erreicht, so daß ein Radialdruck auf die Achse nicht entsteht. Die Zündung erfolgt mittels der Zündkerzen *r*. (D. R. P. Nr. 268 849.)

Um eine seitliche Abdichtung der umlaufenden Teile von Rotationskraftmaschinen zu erzielen, benutzt W. H. Ogden in Binghampton in bekannter Weise seitliche Dichtungsscheiben, die durch Schraubenwirkung selbsttätig eingestellt werden. Erfindungsgemäß bilden die Stirnenden des umlaufenden Maschinenteils schraubenförmige Flächen, an denen entsprechend schraubenförmig ausgebildete, unter Federwirkung stehende Dichtungsscheiben anliegen. Im Betriebe stellt sich zwischen der Reibung und der Federkraft selbsttätig ein Ausgleich ein, wodurch eine vollständig dichte Berührung zwischen dem umlaufenden Widerlager und dem Gehäuse erzielt wird ohne merklichen Verschleiß dieser Teile. (D. R. P. Nr. 273 036.)

Briefe an die Redaktion.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Die Anwendbarkeit der Zicklerschen Formel auf die Bestimmung des Hystereseverlustes von Eisenblechen.

In dem Brief an die Redaktion*) sucht Herr Zickler meine Beweisführung dafür, daß von seiner Formel für die Beziehung zwischen Hystereseverlust und Maximalpermeabilität von Dynamoblechen einwandfreie Werte nicht erwartet werden können, durch die Annahme eines von mir begangenen erheblichen Überlegungsfehlers zu entkräften, und glaubt weiterhin aus meinen eigenen Beobachtungsdaten eine Stütze für die Richtigkeit seiner Formel gewonnen zu haben; beide Ausführungen sind irrig und bedürfen einer Widerlegung.

Herr Zickler hatte für die Beziehung zwischen Hystereseverlust P_h/kg und maximaler Permeabilität $\bar{\mu}$ die Formel gefunden**):

$$P_h/kg = \frac{n \cdot f(\mathfrak{B})}{\bar{\mu}},$$

worin n die Periodenzahl und $f(\mathfrak{B})$ eine universelle Funktion von $\mathfrak{B}$ bezeichnet, die Herr Zickler für Werte zwischen $\mathfrak{B} = 4000$ und 17 000 aus seinen Beobachtungen berechnete, und die also für sämtliche in Betracht kommenden Dynamoblechsorten Verwendung finden sollte. Ich wies darauf hin***), daß diese Formel wenig innere Berechtigung haben dürfte; wenn man nämlich die von E. Schmidt und mir†) aufgestellte und vielfach geprüfte Beziehung $\bar{\mu} = a \cdot \frac{R}{C}$ darauf anwendet worin R und C die für hohe Sättigungsgrade ermittelten Werte der Remanenz und Koerzitivkraft, a eine Konstante bedeuten so gehen die Zicklerschen Formeln über in:

$$P_h/kg = \frac{n \cdot f(\mathfrak{B})\, C}{a\, R};$$

hiernach aber würde einer höheren Remanenz ein geringerer Hystereseverlust entsprechen, was im allgemeinen den Tatsachen widerspricht. Hiebei hatte ich natürlich eine eventuelle gleichzeitige Änderung von C außer Betracht gelassen, da mir bekannt war, daß für magnetisch weiches Material eine allgemein gültige Beziehung zwischen R und C nicht existiert.

Herr Zickler führt nun aus:

„Der Irrtum in dieser Schlußfolgerung liegt darin, daß Herr Gumlich, statt dabei auch die Änderung der Koerzitivkraft C zu berücksichtigen, diese konstant läßt, was auch aus den in Fig. 1 dargestellten extremen Hystereseschleifen hervorgeht. Demnach sind auch die aus diesen extremen Beispielen gezogenen Schlußfolgerungen auf Gleichung 3) nicht anwendbar".

„Tatsache ist vielmehr, daß bei Vergrößerung der Hystereseverluste und der Remanenz die Koerzitivkraft C in noch größerem Maße zunimmt, als R und dadurch Gleichung 3) richtig bleibt."

Hätte Herr Zickler nur einen Blick auf die ersten beiden Zeilen unserer Tabelle (s. a. O., Seite 696) geworfen, die er doch zu seinen weiteren Schlußfolgerungen benutzt, so hätte er unmöglich eine derartige, in dieser Allgemeinheit gänzlich unzutreffende Behauptung aufstellen können, denn die beiden ersten Beobachtungsdaten geben folgendes:

	R	CK
1.	10 300	0·60
2.	7 500	0 95

Also Tatsache ist, daß hier der beträchtlich höheren Remanenz bei Probe 1 nicht eine noch verhältnismäßig höhere Koerzitivkraft entspricht, sondern eine um den dritten Teil geringere — und derartige Beispiele findet man unzählige, auch in der angeführten Tabelle eine ganze Menge. Der Irrtum liegt also durchaus auf Seiten des Herrn Zickler.

Richtig ist nur, daß im Durchschnitt bei einer sehr großen Anzahl von Beobachtungen mit wachsender Koerzitivkraft auch die Remanenz zuzunehmen scheint, und darauf habe ich selbst früher bereits hingewiesen††), mich aber sehr wohl gehütet, dies als eine allgemein gültige Regel aufzustellen, denn als solche ist sie eben durchaus falsch.

*) E. u. M. 1914, Heft 16, Seite 338.
**) E. u. M. 1913, Seite 737.
***) E. u. M. 1914, Seite 321.
†) E. T. Z. 1901, Seite 697.
††) E. T. Z. 1901, Seite 698.

Digitized by Google

Herr Zickler gewinnt diese Regel aus unserer schon erwähnten, 46 Beobachtungen umfassenden Tabelle durch Mittelbildung zweckentsprechend zusammengefaßter Gruppen; er kombiniert nämlich, ohne Angabe des Grundes, die Nummern 1 bis 10, 11 bis 21, 22 bis 36, 37 bis 46 und findet tatsächlich bei den so gewonnenen Mittelwerten, daß der höheren Koerzitivkraft auch die größere Remanenz entspricht und umgekehrt. Hätte Herr Zickler etwas weniger zweckentsprechend kombiniert und beispielsweise die Mittel aus je zehn Reihen, die schon in der Tabelle der Übersicht halber getrennt sind, gebildet, so würde er folgendes erhalten haben:

Tabelle 1.

	R (Mittel)	C (Mittel)
1 bis 10	8 355	1·10
11 „ 20	9 111	1·54
21 „ 30	9 020	2·08
31 „ 40	10 637	2·81
41 „ 46	9 960	3·42

Während also auch bei dieser Gruppierung die Koerzitivkraft ständig ansteigt, nimmt die zugehörige mittlere Remanenz zweimal zu und zweimal ab. Also nicht einmal bei den Mittelwerten aus je zehn bezw. sechs Einzelwerten stimmt die von Herrn Zickler angenommene Beziehung zwischen C und R, durch welche er seine Formel zu retten sucht, geschweige denn bei den Einzelbeobachtungen selbst; auf diese letzteren aber kommt es hiebei gerade an. Den Techniker interessiert ja nicht der Fall, wo durch Mittelbildung aus größeren Beobachtungsreihen an verschiedenem Material die für die einzelnen Materialien charakteristischen Eigenschaften ausgeglichen und verwischt sind, sondern er bedarf einer Formel, die er auf jede einzelne Probe mit hinreichender Genauigkeit anwenden kann, und eine solche wollte ihm doch wohl auch Herr Zickler liefern. Dann aber muß diese Formel auch in den Fällen gültig sein, wo bei abnehmender Remanenz die Koerzitivkraft unverändert bleibt (meine von Herrn Zickler als irrtümlich angegriffene Annahme) und sogar in denjenigen, bei welchen der abnehmenden Remanenz eine steigende Koerzitivkraft entspricht, denn alle diese Fälle kommen in der Technik nicht einmal, sondern hundertmal vor. In dem einzigen Falle, wo es bisher gelungen ist, eine allgemein gültige Beziehung zwischen Remanenz und Koerzitivkraft einwandfrei festzustellen*), nämlich bei gehärteten Kohlenstofflegierungen, steigt die Koerzitivkraft mit sinkender Remanenz, und bei ganz reinem Eisen gelingt es durch besondere Verfahren, bei angenähert unveränderter Koerzitivkraft die Remanenz und somit auch die Maximalpermeabilität ganz willkürlich zu ändern.

Also von einer derartigen, von Herrn Zickler aufgestellten allgemein gültigen Regel kann gar keine Rede sein; sie ist aber allerdings Bedingung für die Brauchbarkeit seiner Formel. Dieser speziellen Bedingung entspricht nun auch das von Herrn Zickler durch zweckentsprechende Mittelbildung aus unseren Werten gewonnene Beispiel, das er als scheinbar so glänzenden Beweis für die Richtigkeit seiner Theorie anführt**). Indem er nämlich die aus seiner ursprünglichen Beziehung umgeformte Gleichung $A_h \cdot \frac{R}{C} = \text{Konst.}$ (A_h = Hystereseverlust) auf die schon früher erwähnten Mittelwerte anwendet, erhält er nur Abweichungen vom Mittel von höchstens 1·8%; das erscheint in der Tat sehr bestechend. Sehr viel wichtiger, aber allerdings für seine Theorie viel weniger günstig, wäre es jedoch gewesen, wenn Herr Zickler nicht mit diesen ganz irrealen Mittelwerten, sondern beispielsweise mit den ersten zehn tatsächlich beobachteten Werten der Tabelle operiert hätte, die den magnetisch weichsten, also für Dynamoblech hauptsächlich in Betracht kommenden Proben entsprechen. Ich habe dies in Tabelle II nachgeholt, und zwar sind in der letzten Spalte die prozentualen Abweichungen dieser Konstante vom Mittel angegeben; sie steigen auch hier, also bei unlegiertem, weichem und wenig kohlenstofhaltigem Material bis zu 32% an und geben natürlich ein ganz anderes, aber jedenfalls einwandfreieres Bild für die Brauchbarkeit der Zicklerschen Formel, als die mit Hilfe einer Mittelbildung gewonnenen Werte.

Nun macht Herr Zickler mit Recht darauf aufmerksam, daß auch die von Herrn Schmidt und mir aufgestellte Beziehung $\bar{\mu} = a \cdot \frac{R}{C}$, welche dieser Umformung zugrunde gelegt ist, zwischen Rechnung und Beobachtung erhebliche Differenzen aufweist, welche in der ganzen Tabelle in einem Falle bis zu 15% ansteigen, in den hier in Betracht kommenden ersten zehn

*) Gumlich: Ferrum, Band 10, Seite 33 bis 44, 1912/13.
**) E. u. M., 1914, Heft 16, Seite 339.

Tabelle II.

Lauf. Nr.	$\mathfrak{H}_{max}$	$\mathfrak{B}_{max}$	R	C	A_h in Erg.	$A_h \frac{R}{C} \cdot 10^{-6}$	$B-M$ in %
1	129	18 190	10 300	0·60	4 900	841	+ 10·2
2	129	17 700	7 500	0·95	9 400	742	2·8
3	128	18 090	7 500	0·98	9 600	735	— 3·7
4	129	17 950	8 000	0·80	10 100	1010	+ 32·4
5	128	18 210	9 150	1·40	10 700	699	— 8·4
6	128	18 040	7 200	1·04	10 700	741	— 2·9
7	129	17 590	9 600	1·30	10 800	798	+ 4·6
8	129	17 900	8 900	1·30	10 900	746	— 2·2
9	128	17 970	7 900	1·30	11 300	687	— 10·0
10	128	18 080	7 500	1.35	11 400	644	- 17·0
						M = 763	

Werten aber 8·2% erreichen. Diese Differenzen müssen natürlich zum Teil auch in der letzten Spalte von Tabelle II zum Ausdruck kommen, aber doch nur zum kleinen Teil, denn die Hauptschuld an diesen Differenzen trägt die experimentelle Bestimmung von $\bar{\mu}$. Sie ist in der Tat wegen der Unsicherheit der Jochscherungen an den steil ansteigenden Teilen der Nullkurve mit erheblicher Unsicherheit behaftet; sehr viel geringer aber ist die Unsicherheit von C und R, die uns hier allein interessiert, denn C ist überall mit dem Magnetometer bis auf mindestens 1% genau bestimmt, und für R kommt infolge der Art des Kurvenverlaufs die Unsicherheit der Scherung nur relativ wenig in Betracht. Das ist gerade der Grund dafür, daß in der Reichsanstalt jetzt in allen den Fällen, wo es sich nicht um direkt abnormes Material handelt, zur Verbesserung der Scherung unsere Beziehung zwischen $\bar{\mu}$, R und C herangezogen wird, wodurch eine wesentlich höhere Genauigkeit der Jochmessungen erzielt werden konnte. Auch die angegebenen Werte von A_h enthalten natürlich Unsicherheiten, die ebenfalls mehrere Prozent betragen können; immerhin ergibt eine genaue Prüfung, daß die Fehler in der Messung von A_h, R und C insgesamt nur einen relativ kleinen Bruchteil der in der Tabelle II angegebenen hohen prozentualen Abweichungen ausmachen werden; der überwiegende Teil muß auf die Zicklersche Formel zurückgeführt werden.

Daß eine einzige allgemeine Funktion $f(\mathfrak{B})$ so verschiedenartigem Material, wie legiertem und unlegiertem Blech, nicht gleichzeitig genügen kann, hat Herr Zickler selbst inzwischen schon eingesehen*). Diesem negativen Ergebnis läßt sich nun aber auf Grund des vorliegenden Zahlenmaterials folgendes positive hinzufügen: Die Zicklersche Formel wird sich bei einigermaßen normalem Material (abnormes**) ist von vornherein ausgeschlossen!) für eine und dieselbe Funktion $f(\mathfrak{B})$ mit einiger Sicherheit da — und nur da — verwenden lassen, wo mit abnehmender Remanenz auch die Koerzitivkraft beträchtlich abnimmt, wo also mit anderen Worten eine Hystereseschleife innerhalb der anderen verläuft, also in dem Falle, den Herr Zickler irrtümlicherweise als stets realisiert angesehen hat. Wollte man also auf dem von Herrn Zickler eingeschlagenen Weg zu befriedigenden Resultaten gelangen, so müßte man für eine größere Anzahl von Materialien mit möglichst verschiedenem Hystereseschleifenverlauf die Funktion $f(\mathfrak{B})$ aufstellen, dann bei jeder zu messenden Probe R, C und daraus $\bar{\mu}$ bestimmen, und nun diejenige Funktion $f(\mathfrak{B})$ zur Berechnung verwenden, welche einem Material mit ähnlichem Hystereseschleifenverlauf zugehört, bei dem also R und C gleichzeitig größer oder gleichzeitig kleiner sind als bei der zu untersuchenden Probe. Ob sich diese Mühe lohnen wird, ist eine Frage für sich, immerhin aber erscheint die Möglichkeit einer derartigen Berechnung erfreulich und somit auch die Bemühung des Herrn Zickler nicht ganz vergeblich. *E. Gumlich.*

Erwiderung.

Die abermaligen Ausführungen des Herrn Gumlich, welche vor allem den Zweck haben, für meine Formel:

$$P_{h\,kg} = \frac{n \cdot f(\overline{\mathfrak{B}})}{\bar{\mu}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

den Nachweis des Mangels ihrer inneren Berechtigung zu erbringen, zwingen mich nochmals zu antworten.

In der Formel

$$P_{h\,kg} = \frac{n \cdot f(\overline{\mathfrak{B}}) \cdot C}{a\,R} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2),$$

*) E. u. M., 1914, Heft 16, Seite 339.
**) E. u. M., 1914, Heft 16, Seite 323, Fig. 2.

Digitized by Google

welche aus meiner Gleichung 1) folgt, wenn die Gumlich-Schmidtsche Beziehung

$$\mu = a \frac{R}{C} \quad \ldots\ldots\ldots 3)$$

in diese Gleichung eingesetzt wird, sind bei gleicher Induktion ($\overline{\mathfrak{B}}$) und gleicher Periodenzahl (n) für verschiedenen Eisensorten die Hystereseverluste ($P_{h/kg}$) die Remanenz (R) und die Koerzitivkraft (C) veränderliche Größen.

Es ist nun jedermann klar, daß man bei der Prüfung dieser Formel die Veränderungen dieser drei Größen gleichzeitig in Berücksichtigung ziehen muß. Herr Gumlich hingegen berücksichtigt stets nur die Veränderungen von zwei dieser drei veränderlichen Größen und läßt die gleichzeitige Änderung der dritten Größe ganz unberücksichtigt. Darin liegt der Grund, warum Herr Gumlich stets zu ganz irrtümlichen Auffassungen gelangt.

In seinem ersten Aufsatze*) berücksichtigt Herr Gumlich nur die Veränderungen der Hystereseverluste und der Remanenz und läßt jene der Koerzitivkraft ganz unberücksichtigt. Er konstruiert einen rein theoretischen Fall, indem er für dieselbe Induktion auf gleicher Grundlinie, also konstanter Koerzitivkraft, eine rechteckige und eine dreieckige Hystereseschleife aufbaut. Er ordnet also ganz willkürlich diesen beiden Hystereseschleifen, deren Flächen sich wie 2:1 verhalten und bei denen auch im zweiten Falle die Remanenz erheblich kleiner sein kann als im ersten Falle, die gleiche Koerzitivkraft zu.

Herr Gumlich sucht in obigen Ausführungen dieses Vorgehen durch die Bemerkung: „Hiebei hatte ich natürlich eine eventuelle gleichzeitige Änderung von C außer Betracht gelassen, da mir bekannt war, daß für magnetisch weiches Material eine allgemein gültige Beziehung zwischen R und C nicht existiert“ zu rechtfertigen. Trotzdem also Herrn Gumlich eine Gesetzmäßigkeit zwischen R and C nicht bekannt ist, nimmt er willkürlich eine solche an, indem er bei erheblichen Änderungen der Hystereseverluste und der Remanenz die Koerzitivkraft konstant läßt.

Diese Art der Beweisführung muß um so mehr zu einem falschen Resultat führen, da für einen bestimmten Änderungsbereich der Hystereseverluste die Änderungen der Koerzitivkraft größer sind als die Änderungen der Remanenz. So sind zum Beispiel nach der schon öfter zitierten Tabelle II (E. T. Z. 1901, Band 22, Seite 696) für die von den Herrn Gumlich und Schmidt untersuchten ersten 46 Eisenproben bei einer Änderung der Hystereseverluste von 4900 auf 30 200 [Erg/cm³ und Zyklus], also um etwas mehr als 500%, die Änderungen der Koerzitivkraft von 0·6 auf 4·33, also um mehr als 600% erfolgt, während in diesem Bereiche der kleinste Wert der Remanenz 7000 und der größte Wert 12 250, also die größte Änderung nur 75% vom kleinsten Werte beträgt. Ganz ähnliche Verhältnisse ergeben sich aus der Betrachtung anderer Versuchsreihen**). Dabei ist noch zu bemerken, daß die Änderungen von C mit einer viel geringeren Regellosigkeit vor sich gehen, wie die Änderungen von R.

Gestützt auf die vorstehenden tatsächlichen Verhältnisse konnte ich daher in meiner früheren Entgegnung***) im Gegensatze zu der irrigen Konstantsetzung von C innerhalb einer sehr erheblichen Änderung der Hystereseverluste (100%) durch Herrn Gumlich mit voller Berechtigung sagen, daß bei einer Vergrößerung der Hystereseverluste und der Remanenz, die Koerzitivkraft in noch höherem Maße wachsen wird, als die Remanenz, welche Bedingung für meine Formel erforderlich ist.

Aus dieser Bemerkung macht nun Herr Gumlich in seinen obigen Ausführungen ganz etwas anderes. Er läßt nämlich in meiner Aussage: „bei Vergrößerung der Hystereseverluste“ einfach ganz weg (berücksichtigt dieselben gar nicht mehr) und deutet meine Aussage dahin, daß unter allen Umständen einer Zunahme von R eine Vergrößerung von C folgen müsse.

Gegen diese an und für sich falsche und mir in den Mund gelegte Behauptung wenden sich nun die weiteren Ausführungen des Herrn Gumlich. Er führt zu diesem Zwecke die folgenden ersten beiden zusammengehörigen Werte von R und C der schon mehrfach erwähnten Gumlich-Schmidtschen Versuchstabelle an:

	R	C	$A_{h\ (Erg/cm^3)}$
1.	10 300	0·60	4 900
2.	7 500	0·95	9·400,

welchen ich noch die zugehörigen Hystereseverluste $A_{h\ (Erg/cm^3)}$ zugefügt habe (siehe auch obige Tabelle II). Hätte Herr Gumlich dies auch getan, und nicht nur R und C allein in Betracht gezogen, so würde er bei richtiger Deutung meiner Aussage gefunden haben, daß hier bei Übergang von Fall 2 auf 1 nicht gleichzeitig die Hystereseverluste A_h und die Remanenz R zunehmen, sondern, daß nur R zunimmt, jedoch A_h um zirka 50% abnimmt, weshalb nach meinem Ausspruche die Koerzitivkraft nicht zuzunehmen braucht.

Unwahr ist ferner die Behauptung des Herrn Gumlich, daß ich die Mittelwerte der in meiner ersten Erwiderung enthaltenen Tabelle durch Mittelbildung zweckentsprechend zusammengefaßter Gruppen gefunden habe, indem ich ohne Angabe des Grundes die Nr. 1 bis 10, 11 bis 21, 22 bis 36, 37 bis 46 kombiniert habe. Wahr ist vielmehr, daß diese Tabelle der Mittelwerte von den Herren Gumlich und Schmidt selbst kombiniert wurde, da diese Tabelle, wie ich dies in meiner Erwiderung genau angegeben habe, in der Abhandlung der Herren Gumlich und Schmidt (E. T. Z. 1901) auf Seite 694 enthalten ist und ich diese Tabelle nur zahlengenau in meine Erwiderung übernommen habe. Dazu ist noch zu bemerken, daß mir von Herrn Gumlich auch der Zweck, warum ich gerade diese Kombination vorgenommen haben soll, nämlich stets gleichsinnige Änderungen von R und C zu erhalten, fälschlich zugeschrieben wird, weil ich, wie bereits früher ausgeführt wurde, nie behauptet habe, daß diese gleichsinnige Änderung stets zutreffen müsse.

Selbstverständlich erhält man bei der Rechnung, wie ich sie in meiner ersten Erwiderung mit den Mittelwerten von R, C und A_h weiter durchgeführt habe, auch wenn die oben von Herrn Gumlich vorgeschlagene Kombination zur Mittelwertbildung vorgenommen wird, ein im wesentlichen gleiches Resultat.

Daß die Anwendung meiner Formel auf die einzelnen Proben der Gumlich-Schmidtschen Versuchsreihe in manchen Fällen viel größere Abweichungen ergeben, als bei der Verwendung der Mittelwerte der einzelnen Größen, habe ich ebenfalls in meiner früheren Erwiderung bereits angeführt.

Aus den obigen Ausführungen geht hervor, daß Herrn Gumlich der Nachweis des Mangels der inneren Berechtigung meiner Formel mißlungen ist, weil er auf falschen Voraussetzungen aufgebaut wurde.

Aufrecht bleibt andererseits, was ich bereits früher zugegeben habe, daß eine Normalkurve nicht hinreicht, um für die verschiedenen Eisensorten die Resultate des Versuches mit jenen meiner Formel in entsprechende Übereinstimmung zu bringen. Es bleibt eingehenderen Untersuchungen vorbehalten, jene maßgebenden Faktoren der Zusammensetzung und Herstellungsweise der verschiedenen Eisensorten festzustellen, welche von Einfluß auf den Verlauf der Normalkurve sind und diesen Eigenschaften entsprechend verschiedene Normalkurven festzulegen. Beschränkt man sich dabei nur auf Eisenbleche, deren Verlustziffern für die Zwecke der Elektrotechnik von besonderer Wichtigkeit sind, so dürfte die Zahl dieser Kurven eine geringe sein.

Ich betrachte für meinen Teil diese Angelegenheit für abgeschlossen.

Brünn, den 11. Juni 1914. *Zickler.*

*) E. u. M. 1914, Heft 16, Seite 323.

**) Vergleiche beispielsweise die von Guggenheim mit verschiedenen Stahlgußringen (mit Si bezw. Si und Ni in verschiedenen Prozentsätzen legiert) bei $\overline{\mathfrak{B}} = 10\,000$ gefundenen 15 Hystereseschleifen. (Bulletin des Schweiz. Elektr. Vereines 1910, Seite 99.)

***) E. u. M., 1914, Heft 16, S. 339.

Personalnachricht.

Auf Vorschlag des Preisrichterkollegiums für Mechanik hat die durch königl. Erlaß vom 20. IV. 1832 als gemeinnützige Anstalt anerkannte „Industrielle Gesellschaft von Mühlhausen (Elsaß)“ beschlossen, dem Herrn Beratenden Ingenieur (V. B. J.) und Elektroingenieur Gustav W. Meyer in Zwickau in Sachsen für seine unter dem Kennwort „Dampf oder Elektrizität?“ eingereichte Abhandlung die Ehrenmedaille dieser Gesellschaft zu verleihen.

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 14. Juli 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804 423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelnhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Über das Verhalten von Sicherungen bei Wechselstrom.
Von Dipl.-Ing. K. Faure, Karlsruhe i. B. 629
Die Ablösung von Elektrizitätswerken.
Von Dr. Heinrich Schreiber 633
Rundschau:
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 639
Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 639
Dynamomaschinen, Transformatoren 640
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 640
Elektrische Apparate 640
Funkentelegraphie und -Telephonie 641
Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie 641
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 642
Strahlungslehre 642
Wirtschaftliches 642
Chronik 643
Literatur-Bericht 643
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Dampfturbinen 644
Briefe an die Redaktion 647
Vereinsnachrichten 648
Personalnachricht 648
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *401—412*

Über das Verhalten von Sicherungen bei Wechselstrom*)

Von Dipl.-Ing. **K. Faure**, Karlsruhe i. B.

Übersicht.

1. Allgemeine Erwärmungsgleichung.
2. Erwärmung einer Sicherung mit Gleichstrom.
3. Erwärmung einer Sicherung mit Wechselstrom.

Die Untersuchungen, die bisher über Sicherungen angestellt worden sind, haben sich, soweit dem Verfasser bekannt ist, nur auf Gleichstrom bezogen. Auch werden in der Praxis immer dieselben Sicherungen ohne weiteres für Gleichstrom und Wechselstrom gleichen Effektivwertes verwendet.

Es fragt sich, ob dies zulässig ist oder unter welchen Verhältnissen sich Abweichungen im Verhalten der Sicherungen bei Wechselstrom gegenüber Gleichstrom einstellen. Die folgende Untersuchung zeigt, daß erhebliche Abweichungen tatsächlich eintreten können.

1. Allgemeine Erwärmungsgleichung.

Von der Wärme, die einem Körper zugeführt wird, dient ein Teil dazu, seine Temperatur zu erhöhen, ein anderer Teil wird an die Umgebung durch Leitung, Strahlung und Konvektion wieder abgegeben. Der Vorgang wird dargestellt durch die Differentialgleichung:

$$Q \,.\, d\,t = C \,.\, d\,\tau + A \,.\, \tau \,.\, d\,t \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1),$$

worin

Q die Wärmeleistung in Kal./Sek.,
t „ Zeit in Sek.,
C „ Wärmekapazität des Körpers in Kal/°C,
τ „ die Temperaturdifferenz in °C zwischen Körper und Umgebung,
A „ Wärmeabgabefähigkeit in Kal./Sek. °C

bedeutet.

Sind Q, C und A konstant, so lautet das Integral dieser Gleichung:

$$\tau = \frac{Q}{A}\left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2),$$

wenn zur Zeit $t = 0$ auch $\tau = 0$ ist.

$T = \frac{C}{A}$ hat die Dimension einer Zeit und heißt die Zeitkonstante des Körpers. $e = 2{\cdot}718\,28$ ist die Basis der natürlichen Logarithmen.

Nach der Zeit $t = \infty$ erreicht der Körper seine Endtemperatur:

$$\tau_{max} = \frac{Q}{A} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3).$$

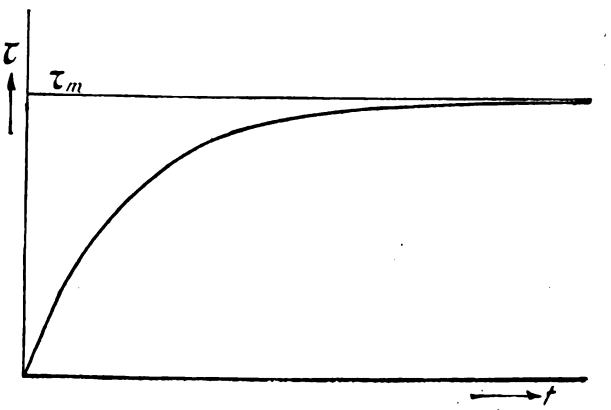


Fig. 1. Erwärmung bei konstanter Wärmezufuhr.

Die Temperatur strebt also einem konstanten Endwert zu (Fig. 1), der der zugeführten Wärmeleistung proportional ist.

*) Die Anregung zu dieser Arbeit erhielt ich von Herrn Prof. Schwaiger.

Digitized by Google

2. Erwärmung einer Sicherung mit Gleichstrom.

Diese Verhältnisse liegen auch bei einer Sicherung vor, die durch Gleichstrom erwärmt wird, wenn man den Widerstand der Sicherung als konstant annimmt. Die Wärmeleistung ist hiebei.

$$Q = 0{\cdot}000\,24\, J^2 R = k \,.\, J^2 \text{ Kal./Sek.} \quad . \quad . \quad 4),$$

worin R der Widerstand der Sicherung ist.

Die Sicherung schmilzt, wenn die Schmelztemperatur τ_S erreicht wird. Die Zeit t_S, nach welcher dies eintritt, läßt sich aus Gleichung 2) berechnen, indem man $\tau = \tau_S$ und $t = t_S$ setzt. Dann wird

$$\tau_S = \frac{k \,.\, J^2}{A}\left(1 - e^{-\frac{t_S}{T}}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5)$$

und

$$t_S = -\,T \,.\, \ln\left(1 - \frac{A \,.\, \tau_S}{k \,.\, J^2}\right) \quad . \quad . \quad . \quad 6),$$

wobei der Wert für Q aus Gleichung 4) eingesetzt ist.

Es gibt einen Strom, bei dem die Schmelztemperatur τ_S erst nach unendlich langer Zeit erreicht wird; dieser Strom wird Grenzstrom genannt und ergibt sich aus Gleichung 5), indem man $t_S = \infty$ setzt. Dann wird

$$\tau_S = \frac{k \,.\, J_{gr}^2}{A} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7).$$

Führt man diesen Wert in Gleichung 5) ein, so erhält man:

$$J_{gr}^2 = J^2\left(1 - e^{-\frac{t_S}{T}}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8)$$

oder

$$J = \frac{J_{gr}}{\sqrt{1 - e^{-\frac{t_S}{T}}}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9).$$

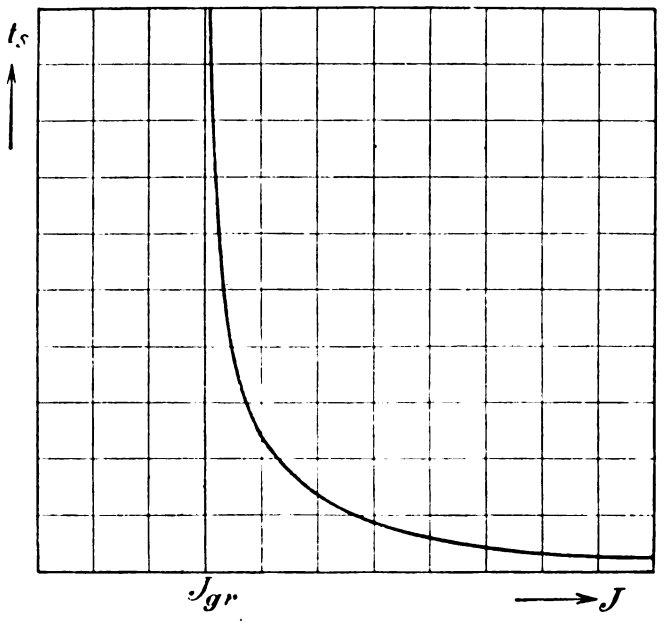


Fig. 2. Schmelzkurven einer Sicherung bei Gleichstrom.

Dies ist die Gleichung für die Schmelzkurve der Sicherung (Fig. 2). Sie gibt an, nach welcher Zeit t_S die Sicherung schmilzt, wenn sie mit dem Strom J belastet wird. Die Schmelzzeit ist unendlich für den Grenzstrom; sie wird um so kleiner, je größer der Strom wird und ist Null für $J = \infty$.

3. Erwärmung einer Sicherung mit Wechselstrom.

Bei Belastung mit Wechselstrom geht die Erwärmung in etwas anderer Weise vor sich. Da der Strom zum Beispiel nach einer Sinusfunktion variiert und daher bei jeder Periode zweimal durch Null geht, wird auch die Wärmeleistung zweimal Null, und da sie dem Quadrat des Stromes proportional ist, schwankt sie mit der doppelten Frequenz des Wechselstroms. Infolgedessen wird sich auch die Temperatur mit der doppelten Frequenz des Stroms ändern. Diese Erscheinung ist ja bei Glühlampen gut zu bemerken; sie zeigt sich durch Flimmern. Es ist auch bekannt, daß das Flimmern mit abnehmender Frequenz an Stärke zunimmt und in hohem Maße von der Wärmekapazität des Fadens abhängt. Es ist bei Kohlefadenlampen weniger stark als bei Metallfadenlampen, bei hochkerzigen Lampen weniger als bei niederkerzigen.

Eine entsprechende Erscheinung ist auch bei Sicherungen zu erwarten. Ob und wie stark sie die Wirkung der Sicherung beeinflußt, kann eine exakte Rechnung zeigen, wobei zuerst der Verlauf der Temperatur als Funktion der Zeit zu untersuchen ist.

Nimmt man sinusförmigen Wechselstrom an, so wird

$$i = J\sqrt{2} \,.\, \sin(\omega t + \varphi) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10),$$

worin i den Momentanwert, J den Effektivwert, $\omega = 2\pi\nu$ die Winkelgeschwindigkeit und φ den Phasenwinkel des Stroms zur Zeit $t = 0$, also im Augenblick des Einschaltens, bedeutet. $\varphi = 0$ bedeutet demnach Einschalten in dem Augenblick, wo die Stromkurve ansteigend durch Null geht.

Die Wärmeleistung wird dann nach Gleichung 4):

$$Q = k \,.\, i^2 = 2\,k\,J^2 \,.\, \sin^2(\omega t + \varphi) \quad . \quad . \quad 11).$$

Setzt man dies in Gleichung 1) ein, so erhält man als Differentialgleichung für Erwärmung mit Wechselstrom:

$$2\,k\,J^2 \,.\, \sin^2(\omega t + \varphi) \,.\, d\,t = C \,.\, d\,\tau + A \,.\, \tau \,.\, d\,t \quad . \quad 12).$$

Das Integral dieser Gleichung lautet:

$$\left.\begin{aligned}\tau = \frac{2\,k\,J^2}{C} \cdot \frac{T}{1 + 4\,\omega^2 T^2}\,[&\sin^2(\omega t + \varphi) + \\ + \omega \,.\, T \,.\, \sin 2 \,.\, (\omega t + \varphi) &+ 2\,\omega^2 T^2] + K \,.\, e^{-\frac{t}{T}}\end{aligned}\right\} \quad . \quad 13).$$

T ist wie früher die Zeitkonstante $= \frac{C}{A}$.

Die Integrationskonstante K ergibt sich aus der Bedingung, daß zur Zeit $t = 0$ $\tau = 0$ sein soll, zu:

$$\left.\begin{aligned}K = -\,\frac{2\,k\,J^2}{C} \cdot \frac{T}{1 + 4\,\omega^2 T^2} \times \\ \times\,[\sin^2\varphi + \omega\,T \,.\, \sin 2\,\varphi + 2\,\omega^2 T^2]\end{aligned}\right\} \quad . \quad 14).$$

Setzt man dies in Gleichung 13) ein, so wird:

$$\left.\begin{aligned}\tau = \frac{2\,k\,J^2}{C} \cdot \frac{T}{1 + 4\,\omega^2 T^2} \cdot [&(\sin^2(\omega t + \varphi) + \\ + \omega\,T \,.\, \sin 2\,(\omega t + \varphi) &+ 2\,\omega^2 T^2) - \\ - e^{-\frac{t}{T}} \,.\, (\sin^2\varphi + \omega\,T \,.\, \sin 2\,\varphi &+ 2\,\omega^2 T^2)]\end{aligned}\right\} \quad . \quad 15).$$

Um die Unterschiede gegenüber Gleichstrom deutlicher zu erkennen, vergleicht man am einfachsten diesen Temperaturverlauf mit demjenigen, der bei Gleichstrom von derselben Stromstärke J eintritt. Hiebei stellt sich nach Gleichung 3) und 4) eine Endtemperatur ein:

$$\tau_{max} = \frac{k \,.\, J^2}{A} = \tau_{mgl.}$$

Mit Benutzung dieses Wertes wird in Gleichung 15):

$$\frac{2\,k\,J^2}{C} = \frac{2\,A \,.\, \tau_{mgl}}{C} = \frac{2\,\tau_{mgl}}{T}.$$

Gleichung 15) geht dann über in:

$$\left.\begin{aligned}\tau = \frac{2\,\tau_{mgl}}{1 + 4\,\omega^2 T^2}\,[\{&\sin^2(\omega t + \varphi) + \omega\,T \,.\, \sin 2\,(\omega t + \varphi) + \\ + 2\,\omega^2 T^2\} - e^{-\frac{t}{T}}\,(&\sin^2\varphi + \omega\,T \sin 2\,\varphi + 2\,\omega^2 T^2)]\end{aligned}\right\} 16).$$

Digitized by Google

Indem man

$$\sin^2(\omega t+\varphi)=\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\cos 2(\omega t+\varphi)$$

setzt und den Ausdruck etwas umformt, erhält man:

$$\left.\begin{aligned}\tau &= \tau_{mgl}\left(1-e^{-\frac{t}{T}}\right)+\\ &+\frac{\tau_{mgl}}{\sqrt{1+4\omega^2T^2}}\cdot\sin 2\left(\omega t+\varphi-\frac{1}{2}\operatorname{arc\,tg}\frac{1}{2\omega T}\right)-\\ &-\frac{\tau_{mgl}}{\sqrt{1+4\omega^2T^2}}\cdot e^{-\frac{t}{T}}\sin 2\left(\varphi-\frac{1}{2}\operatorname{arc\,tg}\frac{1}{2\omega T}\right)\end{aligned}\right\}17)$$

oder

$$\left.\begin{aligned}\tau=\tau_{mgl}&\left[1-e^{-\frac{t}{T}}\cdot\left(1+\frac{\sin 2\left(\varphi-\frac{1}{2}\operatorname{arc\,tg}\frac{1}{2\omega T}\right)}{\sqrt{1+4\omega^2T^2}}\right)\right]+\\ &+\frac{\tau_{mgl}}{\sqrt{1+4\omega^2T^2}}\cdot\sin 2\left(\omega t+\varphi-\frac{1}{2}\operatorname{arc\,tg}\frac{1}{2\omega T}\right)\end{aligned}\right\}18).$$

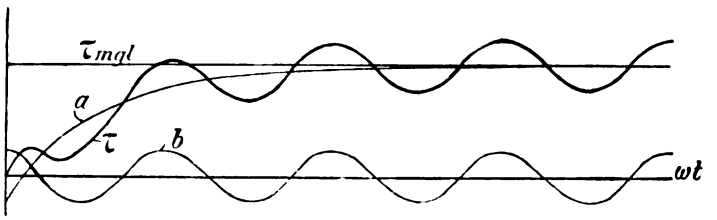


Fig. 3. Erwärmungskurve für Wechselstrom, in ihre Teilkurven zerlegt.

In Fig. 3 ist diese Funktion, in ihre Bestandteile zerlegt, in Abhängigkeit von ωt graphisch dargestellt.

Der erste Summand enthält den Vorgang beim Anwärmen (Kurve *a*), der sich von dem bei Gleichstrom durch den Faktor:

$$1+\frac{\sin 2\cdot\left(\varphi-\frac{1}{2}\operatorname{arc\,tg}\frac{1}{2\omega T}\right)}{\sqrt{1+4\omega^2T^2}}$$

unterscheidet, dieser Faktor kann $\gtreqless 1$ sein, je nachdem $\varphi \gtreqless \frac{1}{2}\operatorname{arc\,tg}\frac{1}{2\omega T}$ ist. Wird der Faktor $=1$, so nimmt die Exponentialfunktion denselben Verlauf wie bei Gleichstrom; für alle Werte größer als 1 geht das Anwärmen langsamer, für Werte kleiner als 1 schneller vor sich als bei Gleichstrom. Am schnellsten verläuft das Anwärmen, wenn

$$\sin 2\left(\varphi-\frac{1}{2}\operatorname{arc\,tg}\frac{1}{2\omega T}\right)=-1$$

oder

$$\varphi=135^0+\frac{1}{2}\operatorname{arc\,tg}\frac{1}{2\omega T}$$

ist. Die Endtemperatur dieses Erwärmungsvorganges ist in jedem Falle $=\tau_{mgl}$. Über diese Exponentialkurve lagert sich nun eine Sinuskurve von der doppelten Frequenz des Wechselstroms und mit der Amplitude:

$$\frac{\tau_{mgl}}{\sqrt{1+4\omega^2T^2}}\ \text{(Kurve } b\text{)}.$$

Diese Sinuskurve stellt den Temperaturverlauf im stationären Zustand dar, denn für $t=\infty$ verschwindet die Exponentialfunktion.

Es wird also

$$\tau=\tau_{mgl}+\frac{\tau_{mgl}}{\sqrt{1+4\omega^2T^2}}\cdot\sin 2\cdot\left(\omega t+\varphi-\frac{1}{2}\operatorname{arc\,tg}\frac{1}{2\omega T}\right).\ 19).$$

Diese Kurve eilt um den Winkel $\frac{1}{2}\operatorname{arc\,tg}\frac{1}{2\omega T}$ der Wechselstromkurve nach. Das Produkt $\omega\,T$, Winkelgeschwindigkeit des Wechselstromes mal Zeitkonstante des erwärmten Körpers, ist offenbar maßgebend für den Erwärmungsvorgang. Man erkennt aus Gleichung 18), daß die Temperatur um so langsamer ansteigt und einen um so kleineren Höchstwert erhält, je größer $\omega\,T$ ist. Einmal nämlich verläuft die Exponentialkurve flacher und zweitens verkleinert sich mit wachsendem $\omega\,T$ die Amplitude der überlagerten Sinusfunktion.

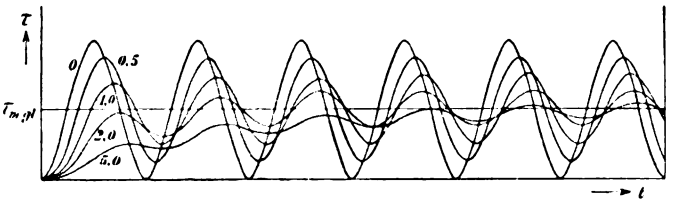


Fig. 4. Erwärmungskurve für Wechselstrom.

In Fig. 4 sind fünf Erwärmungskurven mittels graphischer Integration gezeichnet für die Werte $\omega\,T=0$, 0·5, 1, 2 und 5 und unter der Annahme, daß die Sicherung im Nullwert des Stromes eingeschaltet wird. Man sieht, daß mit größeren Werten von $\omega\,T$ die Kurven, wie oben gezeigt, flacher und flacher verlaufen und sich schließlich einer reinen Exponentialkurve nähern. Denn für $\varphi=0$ und $\omega\,T=\infty$ wird nach Gleichung 18)

$$\tau=\tau_{mgl}\left(1-e^{-\frac{t}{T}}\right).$$

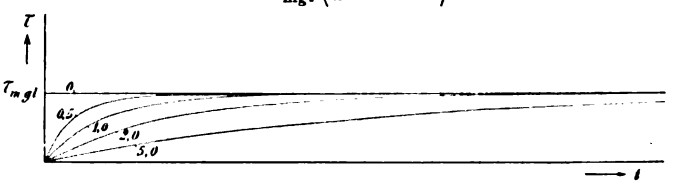


Fig. 5. Erwärmungskurven für Gleichstrom bei verschiedenen Zeitkonstanten.

Zum Vergleich sind in Fig. 5 einige Erwärmungskurven für Gleichstrom gezeichnet, deren Zeitkonstanten ebenfalls im Verhältnis 0 : 0·5 : 1 : 2 : 5 stehen. (Die

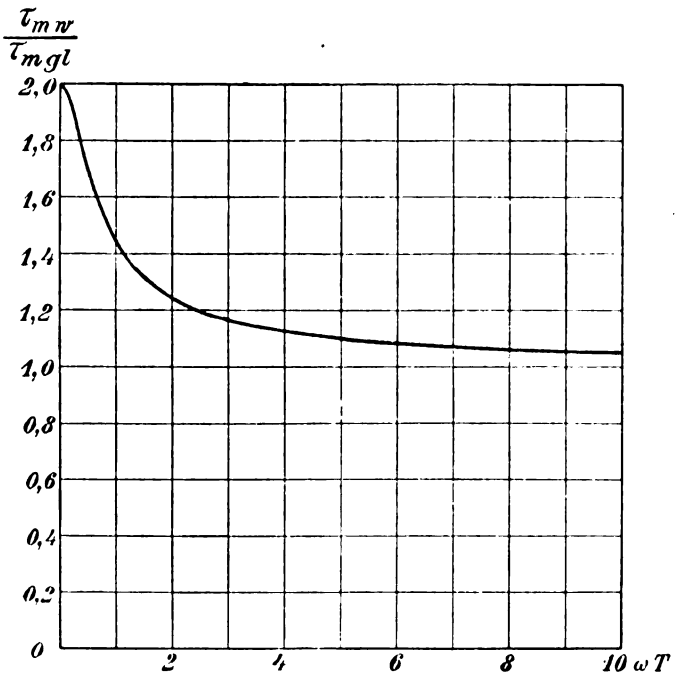


Fig. 6. Verhältnis der Höchsttemperaturen bei Wechselstrom und Gleichstrom.

Digitized by Google

Abszissenmaßstäbe in Fig. 5 und 6 sind beliebig gewählt und stimmen deshalb nicht überein.)

Während bei Gleichstrom eine konstante Endtemperatur erreicht wird, erhält man bei Wechselstrom einen periodischen Temperaturverlauf um den Gleichstromendwert als Mittelwert. Man erkennt ferner aus Gleichung 19), daß die Temperatur τ_{mgl} bei jeder Halbwelle einmal im Maximum um den Betrag $\frac{\tau_{mgl}}{\sqrt{1+4\,\omega^2\,T^2}}$ überschritten wird.

Die Höchsttemperatur für Wechselstrom wird demnach:

$$\tau_{m\,w} = \tau_{mgl}\left(1+\frac{1}{\sqrt{1+4\,\omega^2\,T^2}}\right) \quad . \quad . \quad . \quad 20).$$

Für die Wirkungsweise der Sicherung ist es wichtig, für einen bestimmten Strom diesen Höchstwert zu kennen. In Fig. 6 ist deshalb die Höchsttemperatur bei Wechselstrom im Verhältnis zur Endtemperatur für Gleichstrom derselben Stromstärke als Funktion des Produktes $\omega\,T$ dargestellt.

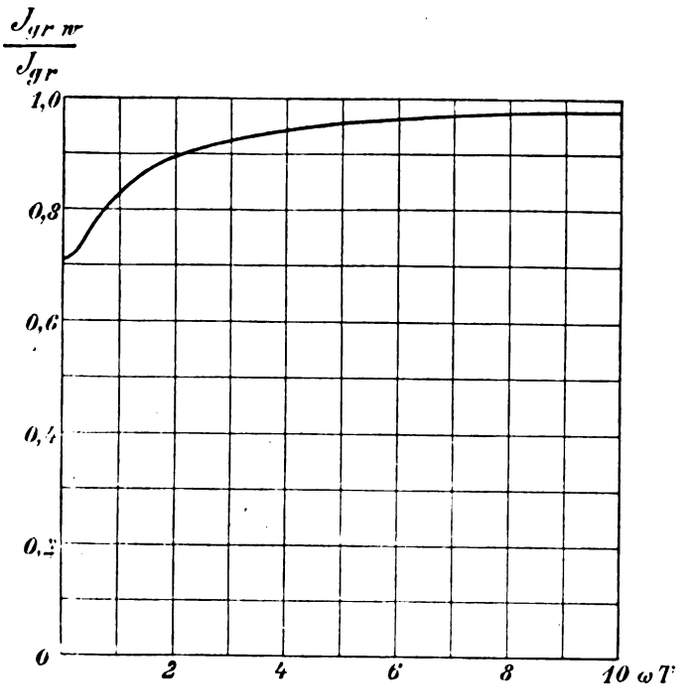


Fig. 7. Verhältnis der Grenzströme bei Wechselstrom und Gleichstrom.

Wenn die Frequenz sehr niedrig und die Zeitkonstante der Sicherung sehr klein ist, kann die Sicherung mit ihrer Temperatur dem Verlauf des Stromes leicht folgen und nimmt beim Grenzfall $\omega\,T = 0$ die jedem Momentanwert des Wechselstromes entsprechende Endtemperatur sofort an. Daher erhält sie beim Scheitelwert des Stromes in diesem Grenzfall das Doppelte derjenigen Temperatur, die sich für Gleichstrom vom Effektivwert des Wechselstromes einstellen würde.

Da mit wachsendem $\omega\,T$, wie oben gezeigt, die Höchsttemperatur geringer wird und schließlich für $\omega\,T = \infty$ die Temperatur wie bei Gleichstrom verläuft, muß das Verhältnis $\frac{\tau_{m\,w}}{\tau_{mgl}}$ von 2 bis 1 abnehmen, wie in Fig. 6 dargestellt.

Noch wichtiger ist die Kenntnis desjenigen Wechselstromes, bei dem die Höchsttemperatur der Sicherung gerade den Schmelzpunkt erreicht, also des Grenzstromes für Wechselstrom. Da die Temperatur für gleiche Effektivwerte bei Wechselstrom höher wird als bei Gleichstrom, wird schon ein kleinerer Strom ausreichen, um die Sicherung zum Schmelzen zu bringen. Der Grenzstrom für Wechselstrom wird also kleiner sein als für Gleichstrom.

Für den Grenzstrom wird

$$\tau_{m\,w} = \tau_s,$$

oder mit Benutzung von Gleichung 7) und Gleichung 20):

$$\frac{k\,.\,J_{gr}^2}{A} = \tau_{mgl}\,.\left(1+\frac{1}{\sqrt{1+4\,\omega^2\,T^2}}\right) \quad . \quad . \quad 21).$$

Ferner ist

$$\tau_{mgl} = \frac{k\,.\,J^2}{A},$$

woraus folgt:

$$\frac{J}{J_{gr}} = \sqrt{\frac{\sqrt{1+4\,\omega^2\,T^2}}{1+\sqrt{1+4\,\omega^2\,T^2}}} = \frac{J_{gr\,w}}{J_{gr}} \quad . \quad . \quad 22),$$

worin J_{gr} den Grenzstrom beim Gleichstrom, $J_{gr\,w}$ bei Wechselstrom darstellt.

Da die Temperatur dem Quadrat des Stromes proportional ist und für $\omega\,T = 0$ die doppelte Gleichstromendtemperatur erreicht wird, muß in diesem Falle das Verhältnis $\frac{J_{gr\,w}}{J_{gr}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ sein, wie auch aus Gleichung 22) hervorgeht. Für $\omega\,T = \infty$ wird mit $\frac{\tau_{m\,w}}{\tau_{mgl}} = 1$ auch $\frac{J_{gr\,w}}{J_{gr}} = 1$.

Als Funktion von $\omega\,T$ hat daher das Verhältnis $\frac{J_{gr\,w}}{J_{gr}}$ den in Fig. 7 dargestellten Verlauf.

Es ist also nicht ohne weiteres richtig, eine Sicherung bei Wechselstrom ebenso zu belasten, wie bei Gleichstrom, da der Grenzstrom für Wechselstrom niedriger ist.

Würde man eine Sicherung mit einem Wechselstrom vom Effektivwert des Grenzstroms für Gleichstrom belasten, so würde sie nicht nach unendlich langer, sondern schon nach sehr kurzer Zeit durchschmelzen. In Fig. 8 ist die Schmelzzeit einer Sicherung für diesen Fall im Verhältnis zur Dauer einer Periode P des Wechselstroms dargestellt. Die Zeiten sind aus Fig. 4 entnommen.

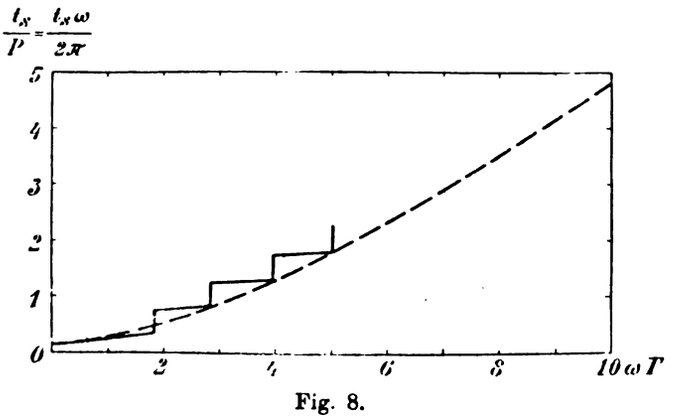


Fig. 8.

Auffallend sind in Fig. 8 die Unstetigkeiten, die der Kurve einen treppenförmigen Verlauf geben. Sie sind jedoch leicht zu erklären. Es tritt nämlich in Fig. 4 mehrmals der Fall ein, daß ein Scheitel einer Erwärmungskurve gerade die Schmelztemperatur er-

Digitized by Google

reicht. Bleibt die Temperatur ein wenig darunter, so schmilzt die Sicherung erst rund eine halbe Periode später. Daher muß die Kurve in Fig. 8 an solchen Stellen um eine halbe Periode springen. Für einen anderen Einschaltmoment treten diese Erscheinungen natürlich ebenfalls zu einer anderen Zeit ein, so daß man streng genommen eine ganze Schar von Kurven zeichnen müßte. In Fig. 8 ist deshalb noch eine mittlere Kurve ohne diese Unstetigkeiten gestrichelt eingetragen.

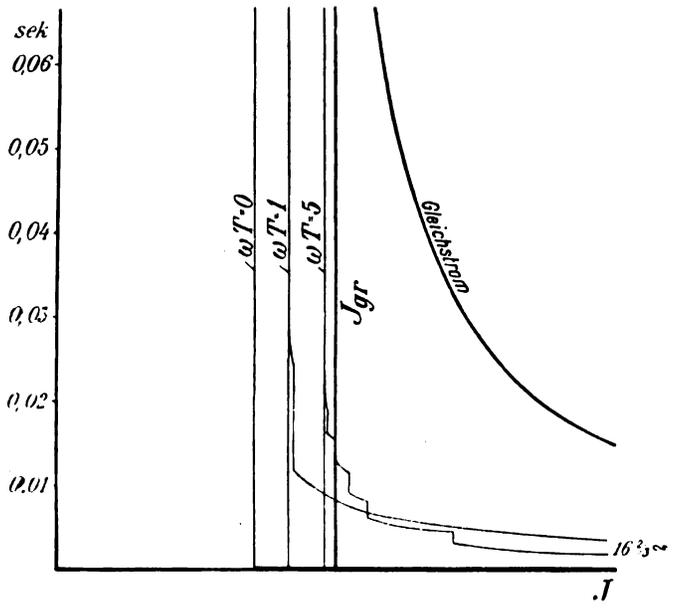


Fig. 9. Schmelzkurven bei Gleichstrom und Wechselstrom.

Ein sehr anschauliches Bild gewinnt man, wenn man für dieselbe Sicherung Schmelzkurven bei Gleichstrom und bei Wechselstrom entwirft, wie es in Fig. 9 geschehen ist. Die Schmelzkurven für Wechselstrom sind hier aus Fig. 4 abgegriffen unter Benutzung der Tatsache, daß die Temperaturen dem Quadrat der Ströme proportional sind. Die Unstetigkeiten dieser Kurven haben denselben Grund wie bei Fig. 8. Die Zeitkonstante der angenommenen Sicherung müßte, wenn $\omega T = 5$ einer Periodenzahl von $16^2/_3$ entsprechen soll, rund 0·048 Sekunden betragen. Die Abweichungen werden sich also in bedeutendem Maße nur bei kleinen Sicherungen und niedrigen Periodenzahlen zeigen. Die Zeitkonstanten der in der Starkstromtechnik gebräuchlichen Sicherungen liegen so hoch, daß die Schmelzkurven für Wechselstrom praktisch mit denen für Gleichstrom zusammenfallen.

Bisher sind immer der Widerstand der Sicherung, damit also auch die erzeugte Wärmemenge und ferner die Wärmeabgabefähigkeit als von der Temperatur unabhängig angenommen worden. Beides trifft jedoch nicht zu. Bekanntlich ändert sich der Widerstand mit der Temperatur, und auch die Wärmeabgabefähigkeit ist von der Temperatur abhängig. Beides kann annäherungsweise durch lineare Beziehungen dargestellt werden, indem man setzt:

$$R = R_0(1 + \alpha\tau) \text{ oder } \ldots\ldots 23),$$
$$Q = Q_0(1 + \alpha\tau) \text{ und } \ldots\ldots 24),$$
$$A = A_0(1 + \beta\tau) \ldots\ldots 25).$$

Im allgemeinen nimmt mit wachsender Temperatur sowohl R und damit Q als auch A zu, das heißt, es wird zwar mehr Wärme (bei konstantem Strom) erzeugt, aber auch mehr abgegeben. Der Temperaturverlauf kann also je nach den Werten von α und β sehr verschieden sein. Für Gleichstrom ist die Untersuchung von Jasse (E. u. M. 1911, Seite 423) durchgeführt worden. Für Wechselstrom wird die Differentialgleichung

$$\left.\begin{aligned} &Q_0(1 + \alpha\tau) \cdot \sin^2(\omega t + \varphi)\, dt \\ &= C \cdot d\tau + A\tau(1 + \beta\tau) \cdot dt \end{aligned}\right\} \ldots 26).$$

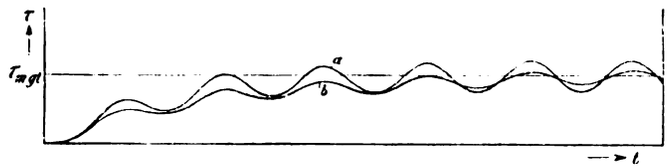


Fig. 10. Erwärmungskurve bei Wechselstrom, mit und ohne Berücksichtigung der Änderung des Widerstandes und der Wärmeabgabefähigkeit mit der Temperatur.

Diese Gleichung läßt sich jedoch nicht integrieren. Man kann aber den Temperaturverlauf leicht durch graphische Integration ermitteln. Für $\alpha = \beta = \frac{1}{270}$ (Mittelwerte nach Jasse) ist dies in Fig. 10 geschehen (Kurve a). Hiebei haben sich die Amplituden der übergelagerten Sinuskurve noch vergrößert. Zum Vergleich ist die entsprechende Kurve aus Fig. 4 nochmal übertragen (Kurve b). Für andere Werte von α und β würde sich natürlich ein anderer Verlauf der Kurve ergeben. Überwiegt nämlich der Einfluß von α, so wird infolge der steigenden Wärmeerzeugung die Sicherung schneller eine höhere Temperatur erreichen, überwiegt aber der Einfluß von β, so wird die Erwärmung durch die gesteigerte Wärmeabgabe verzögert.

Die Ablösung von Elektrizitätswerken.

Von **Dr. Heinrich Schreiber.**

Zwei gleichartige Ereignisse sind zeitlich zusammengetroffen, die für eine wichtige Frage der heimischen Elektrizitätswirtschaft von besonderem Interesse sind. Beide Ereignisse zeigen einen ungewöhnlichen Parallelismus der Erscheinungen. Sie betreffen beide die Hauptstädte unserer Monarchie und die Einlösung von Elektrizitätswerken einer Wiener und einer Budapester Privatgesellschaft und zwar die Einlösung des Wiener Elektrizitätswerkes der Allgemeinen Österreichischen Elektrizitätsgesellschaft, die im Juli fällig ward, das andere die Ablösung des Budapester Elektrizitätswerkes der Ungarischen Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, die im Juni vor sich gehen sollte. Beide Einlösungen erfolgen vertragsgemäß. Für die Allgemeine Österreichische Elektrizitätsgesellschaft nach ihrem Vertrage mit der Gemeinde Wien vom Jahre 1889 bezw. 1893, für die Ablösung der Ungarischen Elektrizitäts-Aktiengesellschaft nach ihrem Vertrage mit der Gemeinde Budapest vom Jahre 1893. Beiderseits war in den bezeichneten Verträgen den respektiven Gemeindeverwaltungen von vorneherein die Befugnis eingeräumt, das Vertragsverhältnis mit den Gesellschaften, welches gewöhnlich als Gemeindekonzession bezeichnet wird, mit Ablauf bestimmter Fristen aufzulösen und die Anlagen in Besitz zu nehmen, und zwar in Wien nach vorausgegangener dreijähriger Anzeige, in Budapest nach vorausgegangener zweijähriger Anzeige, die dahin zu gehen hat, daß die Gemeinde die Absicht habe, das den Unternehmern

Digitized by Google

gehörige Elektrizitätswerk ins Eigentum zu erwerben. Beiderseits sind die einschlägigen Anzeigen der Gemeinde ergangen und bei beiden Werken hatte sohin nach Maßgabe der vertragsmäßigen Bestimmungen für die Einlösung eine gerichtliche Bestimmung des Ablösungspreises zu erfolgen, mithin auf Grund einer gerichtlichen Schätzung, die ebensowohl in Wien, wie in Budapest vorgenommen und bei Zeiten beendigt worden ist. Indessen diese Vorbereitungen für die Einlösung sind gleichermaßen in Wien und in Budapest nicht glatt und widerspruchslos zu Ende gediehen. In der kürzlichen Generalversammlung der Allgemeinen Österreichischen Elektrizitätsgesellschaft wurde mitgeteilt, daß bei der Ermittlung des Schätzwertes Differenzen aufgetaucht waren, die noch ausgeglichen werden sollten, und bei der Ungarischen Elektrizitäts-Aktiengesellschaft sind die Unstimmigkeiten noch viel weiter gegangen. Da wurde überhaupt nicht allein um den Schätzwert, sondern um die Zulässigkeit der Einlösung überhaupt gestritten. Seither wurden diese Divergenzen allerdings beiderseits durch gütliches Einvernehmen geschlichtet und gerichtliche Schritte vermieden, so daß sich der Besitzübergang nach langwierigen Verhandlungen im wechselseitigen Einverständnisse glatt vollziehen konnte. Immerhin behalten die vorliegenden Darstellungen vom wissenschaftlichen und wirtschaftspolitischen Gesichtspunkte aus ihre effektive Geltung und ungeteilte Aktualität, die durch den neuen Entwurf des Wegerechtes eher noch gesteigert ist.

Sprechen wir zunächst von dem Wiener Fall. Eine Uneinigkeit zwischen den Mitgliedern der Schätzungskommission ist natürlich ein unerwünschter Zwischenfall. Die vom Gericht berufene Schätzungskommission setzt sich zusammen aus Sachverständigen, welche einerseits von der Gesellschaft, und aus Sachverständigen, welche andererseits von der Gemeinde präsentiert worden sind, die sich untereinander über einen unparteiischen Obmann geeinigt haben. Kommen die Schätzleute auf ein gemeinsames Votum überein, so kann, gleichviel ob dieses Votum ein einstimmiges ist oder sich als Mehrheitsansicht erweist, praktisch genommen, dieses als ein endgültiges bezeichnet werden. Dazu wäre es wohl schließlich auch bei der Wiener Schätzungskommission gekommen. Es wird gewöhnlich möglich sein, innerhalb des Schätzungskollegiums die zutage getretenen Wertdifferenzen zu beheben und auszugleichen; denn es ist kaum anzunehmen, daß die Schätzungskommission uneinig bleiben und unverrichteter Dinge auseinandergehen wird. Freilich brauchen sich die Parteien bei dem Ausspruche der Schätzleute nicht zu beruhigen. Es bleibt jedem Vertragsteile und somit eventuell auch beiden, wenn sie sich nicht befriedigt zeigen, die Möglichkeit gewahrt, das Ergebnis der Schätzung im Instanzenweg durch die zu Gebote stehenden Rechtsmittel anzufechten. Allein das ist bloße Theorie; denn in der Praxis kann eine solche Anfechtung kaum zu einem Erfolge führen, weil sich das überprüfende Gericht doch wieder auf den wohlerwogenen Befund der Schätzleute berufen und stützen und nicht die Arbeit durch Einberufung neuer Sachverständiger von vorne anfangen wird. Anders freilich liegt die Sache, wenn die Schätzleute, wie es anfänglich noch den Anschein hatte, zu keiner endgültigen mehrheitlichen Taxation gelangen. Da muß wohl der Richter selbst eingreifen und da kann es allerdings plausibler geschehen, daß es gegen den Ausspruch des Gerichtes zur Anrufung der höheren Instanzen und damit zu prozessualen Weiterungen kommt.

Was den Fall der Ungarischen Elektrizitäts-Aktiengesellschaft anlangt, so haben wir bereits vorausgeschickt, daß dieser Einlösungsfall viel tiefer griff, daß hier nicht allein die Schätzung, sondern die Zulässigkeit der Schätzung, wie überhaupt die Gegenständlichkeit der Einlösungsberechtigung in Zweifel gezogen war. Hier wird nämlich von der Gesellschaft behauptet, daß einerseits die Gemeinde ihre Absicht, das Werk einzulösen, nicht bestimmt genug kundgegeben hat und daß andererseits in Ermanglung einer solchen dezidierten Äußerung die Gesellschaft ihre Mitwirkung bei Ermittlung des Schätzwertes versagt hat. Wir werden auf die näheren Details im folgenden noch zurückkommen.

Hier an dieser Stelle sei vorangeschickt, daß die Möglichkeit derartiger Uneinigkeiten und Meinungsverschiedenheiten sich ungeachtet des deutlichen Vertragswillens nicht unbedingt vermeiden läßt, weil Vertragsbeziehungen an sich, selbst bei der sorgfältigsten Abfassung, immerhin verschiedenen Auslegungen und Auslegungskünsten den Weg öffnen, und es daher nicht durchwegs zu verhüten ist, daß auch über derartige Belange schließlich der richterliche Spruch zu entscheiden hat. Diese Kontroversen können, wie wir bereits angedeutet haben, verschiedenartigster Natur sein. Sie können sich bloß, wie bei der Allgemeinen Österreichischen Elektrizitätsgesellschaft, auf das Maß der Schätzung beschränken, sie können sich aber auch, wie bei der Ungarischen Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, auf die prinzipielle Seite der Frage erstrecken und darüber hinaus auf den Umfang des Einlösungsgegenstandes, wie nicht minder auf die Modalitäten und Bedingungen, unter denen die Einlösung zu geschehen hat. Allein diese Überlegung fällt doch für unsere Untersuchung minder ins Gewicht. Schließlich wird ja doch der richterliche Spruch die entsprechende Klarheit schaffen, wenn sie der Wortlaut des Vertrages nicht ohne weiteres zu erbringen vermochte.

Die Frage jedoch, die hier von einschneidender Bedeutung ist, geht vielmehr dahin: Was geschieht in der Zwischenzeit, bis diese Meinungsverschiedenheiten geklärt und ausgetragen sind, mit dem Einlösungsobjekte; was geschieht in der Zwischenzeit mit dem Elektrizitätswerk?

Die einfachste Antwort auf diese Frage wäre wohl die, so lange der Streit oder der Prozeß dauert und nicht rechtskräftig entschieden ist, heißt es, den Besitzstand zu wahren, so wie es in jedem Prozesse geschieht. Solange der Richter nicht sein Urteil gefällt hat, daß die Partei eine bestimmte Leistung schuldig ist, also in unserem Falle gehalten ist, in die Einlösung einzuwilligen bezw. das Objekt auszufolgen, so lange ist der status quo und das vorwaltende Besitz- und Eigentumsrecht zu schützen und zu wahren. Es sei vorweg zugegeben, daß ein solcher Schwebezustand nicht durchwegs willkommen und keineswegs ein idealer ist, allein das Recht wünscht ihn so, er ist auch der einzig billige und es bedürfte besonders triftiger und dringlicher Gründe, um von einer solchen Regel ausnahmsweise abzuweichen. Es ist richtig, daß an der Regelung der Zugehörigkeit eines solchen Werkes vielerlei Interessen hängen. Vor allem kommt in Betracht das Interesse der Vertragsparteien selbst, die miteinander im Kampfe liegen; dann aber auch die Interessen jener Abnehmer, die vom Werke bedient, von ihm mit Strom versorgt werden. Auch sie haben ein Interesse daran, daß sie durch Streitigkeiten über den Besitz des Elektrizitätswerkes in ihren Berechtigungen beim Bezuge auf Energie und in sonstigen kommerziellen Anwartschaften nicht beeinträchtigt werden. Ihr Interesse geht dahin, daß der Rechtsübergang, wenn schon ein solcher stattfinden muß, möglichst ruhig und widerstandslos vor sich geht. Nicht gering sind die Angestellten des Werkes an einer friedlichen und raschen Lösung interessiert, damit sie in ihrer Stellung keine Ein-

Digitized by Google

buße erleiden und bei Zeiten wissen, woran sie sind, insbesondere, ob sie in die Dienste des Nachfolgers übernommen werden, eine Frage, die gerade in Wien bei der Verstadtlichung der Elektrizitätswerke vielfach von großer wirtschaftlicher Bedeutung für das Heer der Angestellten und Arbeiter war. Gewiß haben aber auch an einem glatten Besitzwechsel die Gläubiger des Unternehmens ein Interesse. Und endlich, da die privaten Elektrizitätswerke zumeist die Gestalt von Aktiengesellschaften aufweisen, sind auch die Aktionäre des Unternehmens, die Teilhaber des der Einlösung geweihten Werkes daran interessiert, daß sie bei Zeiten die Gewähr erhalten, welche Entschädigung sie bekommen und daß die Erfüllung der ihnen zustehenden Schadloshaltungen nicht von riskanten Prozessen abhängig gemacht und nicht durch kostspielige Streitigkeiten geschmälert werde.

Es ist unverkennbar, daß solche Schwebezustände zumeist durch eine solche Ordnung der Dinge heraufbeschworen werden, bei welcher die Einlösungsmodalitäten auf Basis des Schätzwertes bestimmt sind; denn der Schätzwert, mag er auch durch ein gerichtliches Verfahren erhoben werden, ist denn doch eine erst durch eine gutachtliche Tätigkeit zu ermittelnde und daher nicht von vorneherein bestimmte, sondern erst nachträglich bestimmbare Größe. Es kann demnach vor allem sich die Frage ergeben, ob derartigen Meinungsverschiedenheiten und Streitigkeiten sich nicht vorbeugen ließe, wenn die Einlösung auf Basis von Modalitäten vor sich ginge, die eine solche Unbestimmtheit des Einlösungspreises nicht in solchem Maße aufkommen lassen. Solche Einlösungsmodalitäten, wie sie gleichfalls geläufig sind, sind beispielsweise die Bestimmung des Einlösungspreises nach den Herstellungs- bezw. buchmäßigen Kosten, die sich aus den Geschäftsbüchern und Aufzeichnungen der Unternehmungen herausziehen lassen. Eine solche bestimmtere Modalität ist ferner die Kapitalisierung der in einer Reihe von Jahren ausgeschütteten Durchschnittsdividende. Es liegt auf der Hand, daß mit solchen Faktoren sich allerdings sicherer und verläßlicher operieren läßt; allein soweit kann man auch bei diesen Modalitäten nicht beruhigt sein, daß man von vorneherein jede Kontroverse als ausgeschlossen bezeichnen könnte.

Wie dem aber sei, festzustellen ist und bleibt, daß bis zu einer Auseinandersetzung über die Einlösungsberechtigung und über das Einlösungsentgelt naturgemäß Besitz und Betrieb der alten Unternehmung gewahrt bleiben. Das gilt natürlicherweise, insoweit zwischen den Parteien nichts anderes vorgekehrt ist; denn das Charakteristische der Gemeindekonzessionen, der Verträge zwischen den Elektrizitätsunternehmungen und den Gemeinden, welche die Straßenbenutzung sicherstellen, ist, daß sie auf Grund freier Willenseinigung zustande kommen und die Parteien sich demnach auch über die Einlösung und deren Modalitäten auseinandersetzen können, wie es ihnen gerade beliebt bezw. den gegenseitigen Interessensphären am bekömmlichsten erscheint. Ein Elektrizitätsgesetz, eine bestimmte Norm, welche zwingende Rechtsgrundsätze nach dieser Hinsicht statuieren würde, gibt es dermalen noch nicht, weder bei uns, noch in Ungarn, und es bleibt demnach immer eine Tat- bezw. Vertragsfrage, wie sich die Einlösungsbedingnisse und die Form der Ablösung im einzelnen Individualfalle zu gestalten haben*). Es ist nicht uninteressant und kann zur Aufklärung der Sache nur förderlich sein, wenn man sich aus dem üblichen Vertragsschema die diesbezüglichen Bestimmungen in gedrängter Kürze vor Augen hält. So sei aus dem uns am nächsten liegenden Vertrage der Allgemeinen Österreichischen Elektrizitätsgesellschaft hervorgehoben, daß darin die Objekte, auf die sich die Einlösung zu erstrecken hat, genau umschrieben sind und die Ermittlung des Schätzwertes mittels gerichtlichen Verfahrens vorgesehen ist. Zur Ermittlung dieses Schätzwertes ist — so heißt es in dem Vertrage — zu Beginn des zweiten Jahres vor Auflösung des Vertrages eine gerichtliche Schätzung der von der Gemeinde zu übernehmenden Objekte, mit Bedachtnahme auf den Zustand, in welchem sie sich befinden und mit Rücksicht auf deren Bestimmung, rücksichtlich Betriebsfähigkeit, jedoch ohne Bedachtnahme auf den Ertragswert, vorzunehmen. In dem der Auflösung des Vertrages vorhergehenden Jahre wird im Wege einer neuerlichen gerichtlichen Schätzung die notwendige Ergänzung oder Berichtigung der früheren Schätzung mit Rücksicht auf den Zeitpunkt der Übernahme und der in der Zwischenzeit eingetretenen und eintretenden Änderungen vorgenommen. Dieser Wert der Ablösungsobjekte ist von der Gemeinde sofort bei der grundbücherlichen und physischen Übernahme zu bezahlen.

Nun kommt aber eine Bestimmung, welche für die Beurteilung unseres Themas von besonderer Bedeutung ist. Es heißt nämlich weiter: Sollte diese Schlußschätzung im letzten Vertragsjahre nicht beendet werden, so hat nichtsdestoweniger die Übergabe der bezeichneten Objekte samt Zugehör sofort nach Endigung des Vertrages zu erfolgen, wenn die Gemeinde zwei Drittel des durch die Schätzung, welche im zweiten Jahre vor Ende des Vertrages vorgenommen wurde, erhobenen Schätzwertes nach lastenfreier grundbücherlicher und physischer Übergabe an die Unternehmung bezahlt. Nach Vollendung der Schätzung ist dann der Rest mit 5%igen Zinsen sofort nachzuzahlen. Hier sehen wir, daß bereits im Wege der freien Übereinkunft unter Umständen, wenn die Schätzung bis zum Auflösungstermine des Vertrages nicht beendigt ist, eine Art vorläufiger Besitzübernahme stattzufinden hat. Allein, wie der Wortlaut besagt, ist sie nur für den Fall vorgesehen, wenn die Schätzung nicht vollendet wurde, nicht aber, wenn ein Streit darob entstanden ist.

Bei der Ungarischen Elektrizitäts-Aktiengesellschaft sind die Einlösungsmodalitäten im Wesen ähnlich umschrieben, doch ist, soweit unsere Kenntnis reicht, eine solche provisorische Besitzübernahme dort nicht stipuliert.

Zu Ende des Jahres 1909 hat die Hauptstadt Budapest Fachorgane entsendet, um Vorerhebungen über den Wert und die Rentabilität des Unternehmens der Ungarischen Elektrizitäts-Aktiengesellschaft zum Zwecke der Einlösung zu veranstalten. Im Jahre 1911 hat dann die Gemeinde den Bau einer eigenen elektrischen Zentralstation unternommen und im Mai 1912 an die Gesellschaft die Anfrage gerichtet, zu welchem Preise sie ihre gesamte Anlage der Hauptstadt am 1. Juni 1914 überlassen würde. Die Ungarische Elektrizitäts-Aktiengesellschaft hat jede Erklärung darüber abgelehnt und aus diesem Zwiespalte leitete sich der Streit ab, der zwischen der Ungarischen Elektrizitäts-Aktiengesellschaft und der Hauptstadt ausgebrochen war. Die Gemeinde begehrte im Wege der Klage die provisorische Besitzübergabe, indem sie

*) Der kürzlich veröffentlichte neue Entwurf des „Wegerechtes“ sieht in § 10 eine gesetzliche Einlösung vor, ohne jedoch ihre Modalitäten zu fixieren, da der Maßstab für die Vergütung der Konzession vorbehalten, also im Verwaltungswege von Fall zu Fall festgestellt wird. Ob angesichts des herrschenden Widerspruches der Elektrizitätsindustrie diese Bestimmung, wie überhaupt der Entwurf in der vorliegenden Fassung jemals Gesetz wird, steht dahin; um so angezeigter ist es, sich mit der dermaligen Gestaltung der Dinge vertraut zu machen.

Digitized by Google

sich bereit erklärte, den von ihr einseitig ermittelten Schätzwert zu Gerichtshänden zu erlegen, während die Gesellschaft sich auf den Standpunkt stellte, daß die Vertragsmäßigkeit der Ablösungserklärung, die mit Vorbehalt des Rücktrittes abgegeben wurde, fehle und der von der Gemeinde unternommene Schätzungsvorgang rechtswidrig sei, wonach sie die Besitzübergabe verweigerte.

Der Anlaß, der zu solchen Kontroversen führt, ist, wie sich der Kenner anderer einschlägiger Wirtschaftsgebiete ohne weiteres sagen wird, nicht gerade ein Spezifikum des Elektrizitätswesens. Er findet eine weit frühere Analogie im Eisenbahnwesen, wo gleichfalls die Anlagen mit Einlösungs- und Heimfallverpflichtungen belastet sind. Der Heimfall, der schließliche, automatische Eigentumsübergang kommt hier nicht weiter in Betracht; denn dieser bedarf keiner besonderen Erhebung in bezug auf Schadloshaltung und Entschädigung, weil der Heimfall begrifflich unentgeltlich erfolgt. Anders verhält es sich jedoch mit der Einlösung, und es ist naheliegend, sich vor Augen zu halten, wie denn das Eisenbahnkonzessionswesen solchen Schwierigkeiten, die sich in Streitigkeiten über die Einlösungsbedingnisse äußern, beizukommen trachtet. Indessen erkennt man nur allzubald, daß das Eisenbahnkonzessionsgesetz (Ministerialverordnung vom 14. September 1854, R. G. Bl. Nr. 238) diese Sehnsucht nicht stillt, denn in diesem Gesetze fehlt jede Norm über die Einlösungsmodalitäten. Wohl aber wird in dem jüngsten Bahngesetze, und zwar in dem Lokalbahngesetz vom 8. August 1910, R. G. Bl. Nr. 149, Art. 24, in welchem das Recht des Staates auf Einlösung von Lokalbahnen gewahrt ist (bei Kleinbahnen freilich wird neben dem Heimfall auch auf die Einlösung gewöhnlich verzichtet) hinsichtlich der Einlösungsbedingnisse bestimmt, daß die Regelung derselben in jedem einzelnen Falle der Konzessionsurkunde, wie wir gesehen haben, auch im neuen Wegerechts-Entwurfe überlassen bleibt. Betrachtet man füglich eine solche Konzessionsurkunde für irgendeine Lokalbahn, so kommt man zunächst darauf, daß hier das Entgelt nicht durch gerichtliche Schätzung ermittelt wird, sondern daß der Einlösungswert gewöhnlich nach dem Durchschnittsertrag einer Reihe von Jahren mit Ausschluß einiger ungünstiger Jahrgänge errechnet wird. Allerdings enthält die Konzessionsurkunde hinsichtlich des Eigentumsüberganges eine sehr bemerkenswerte Bestimmung: Sie lautet: Der Konzessionär ist verpflichtet, dafür Vorsorge zu treffen, daß der physische Besitz der sämtlichen Vermögensobjekte an dem für die Einlösung festgesetzten Tage von der Staatsverwaltung übernommen werden kann. Wie aber, wenn der Konzessionär dieser Verpflichtung nicht nachkommt? Auch darüber enthält die Konzessionsurkunde gleich eine verläßliche Norm. In solchem Falle ist die Staatsverwaltung berechtigt, auch ohne Zustimmung des Konzessionärs und ohne gerichtliche Dazwischenkunft den physischen Besitz der bezeichneten Vermögensobjekte zu ergreifen. Von dem Zeitpunkte der Einlösung angefangen, erfolgt der Betrieb der eingelösten Anlagen für Rechnung des Staates und gehen demnach von da ab alle Betriebseinnahmen zu Gunsten, alle Betriebsausgaben zu Lasten des Staates. Durch diese Formulierung ist freilich prozessual die Position des Ärars vor allem gesichert. Es kann dabei jedoch nicht davon abgesehen werden, daß das Eisenbahnwesen dem öffentlich-rechtlichen Gebiete angehört, daß es seine Streitangelegenheiten in der Regel, soweit sie nicht dem ordentlichen Gerichte ausdrücklich vorbehalten werden, auf administrativem Wege austragen läßt, und daß es zumal ein staatliches Regal repräsentiert, das die Bevorrechtung des Staates verständlich macht. Da kann eine Konzessionsbedingung, die bei Meinungsverschiedenheiten über den Einlösungspreis die Zynosur erteilt, daß mit dem Eintritt des Einlösungsfalles die Staatsverwaltung sich eigenmächtig und kurzerhand des Einlösungsobjektes bemächtigen kann, noch als annehmbar oder doch als diskutabel gelten.

Es fehlt nun allerdings nicht an Versuchen, die auch im neuen Elektrizitätsgesetz-Entwurfe an die Oberfläche drängen, ein solches Schema und eine solche Formulierung auch auf die Elektrizitätsanlagen und auf die Gemeindekonzessionen anzuwenden. Wenn wir die Gemeindekonzessionen besehen, so finden sich darin, wie wir in dem Fall der Allgemeinen Österreichischen Elektrizitätsgesellschaft gesehen haben, hiezu vorerst doch nur unvollkommene und bescheidene Ansätze. So dezidiert und so stringent wie im Eisenbahnwesen ist von einer ähnlichen Norm daselbst noch kein Gebrauch gemacht. Es mag dies vielleicht darauf zurückzuführen sein, daß man sich über die wahre Natur der Straßenbenutzungsverträge, wie sie eben die Gemeindekonzessionen verkörpern, bis in die jüngste Zeit keine richtige Vorstellung gemacht hat. Bekanntlich gehen die Ansichten darüber weit auseinander, ob solche Verträge privatrechtlicher oder öffentlichrechtlicher Natur sind, oder ob sie ein Gemenge zwischen beiderlei Belangen bilden. In neuester Zeit neigen Doktrin und Judikatur der Ansicht zu, es seien diese Straßenbenutzungsverträge als rein öffentlichrechtliche Verfügungen anzusehen, wobei jedoch der Gesichtspunkt nicht außeracht zu lassen ist, daß Form und Gehalt dieser Abmachungen das Kleid der privaten Willenseinigung anbehalten. In allen diesen Verträgen wird dem gegenseitigen Konsense eine bedeutender Spielraum gewährt, es wird der Dispositionsfreiheit, so wie bei jedem privat-rechtlichen Geschäfte, alle Betätigung offen gelassen und weit mehr, als dies sonst beim behördlichen Konzessionsverfahren geschieht, wird sie denn auch auf diesem Gebiete im Kreise der Selbstverwaltungskörper geübt. An diesen Zustand will ja auch der neue Entwurf nicht rühren; die Gemeindeautonomie bleibt unangetastet.

Um so mehr könnte es nicht wundernehmen, daß eine solche imperative Norm, wie wir sie im Eisenbahnwesen kennen gelernt haben, schließlich auch in den Verträgen über die Straßenbenutzung für elektrische Leitungen Einführung erlangt. Allerdings haben wir aus der vorzitierten Materie gesehen, daß diese Strenge auch im Eisenbahnwesen früher keinen Raum gefunden hatte, und daß der Modus der provisorischen Besitzübernahme, wie er in den Konzessionsurkunden allerdings jetzt zum Ausdrucke gelangt, eine generelle gesetzliche Bindung noch nicht erlangt hat. Dies beweisen uns jene neuzeitlichen Bestrebungen, die darauf hinausgegangen waren, diesen Modus gesetztechnisch festzulegen. Jene Bestrebungen reichen auf die Zeit zurück, wo die Eisenbahnverstaatlichung bei uns zu Lande ihren stärksten Anlauf genommen hatte und die Verstaatlichung der Staatseisenbahngesellschaft und der Nordwestbahn im Gange war. Damals wurde unter dem Einfluß von Initiativanträgen einzelner Abgeordneter im Parlamente auch im Staatseisenbahnrate der Antrag auf Schaffung eines sogenannten Einweisungsgesetzes gestellt. Ich setze aus dem Amtsblatte der Wiener Zeitung vom 7. Juni 1907 einen Auszug aus dem Berichte her, welcher über die damaligen Verhandlungen des Staatseisenbahnrates veröffentlicht war. Damals hat der Staatseisenbahnrat, anläßlich seines Wunsches nach beschleunigter Fortsetzung der Verstaatlichungsaktion, dem Justizministerium empfohlen, ein Verstaatlichungsgesetz zu erwirken, welches den Staat auf dessen

Digitized by Google

Verlangen in den Besitz und Betrieb jeder der konzessionsmäßigen Einlösung unterworfenen Privatbahn nach vorangegangener verpflichtender Erklärung der Regierung über Preis und Modalität der Einlösung einweist. Zu diesem Antrage wurde damals seitens des Vorsitzenden die Aufklärung gegeben, daß der Entwurf eines solchen Gesetzes, durch welches die Bestimmungen des Eisenbahnkonzessionsrechtes, insbesondere in bezug auf die Durchführung des staatlichen Einlösungsrechtes ergänzt werden sollen, im Eisenbahnministerium ausgearbeitet werden und den Gegenstand der Verhandlungen mit den beteiligten Ministerien bilden. Indessen ist wohl festzustellen, daß dieser Gesetzentwurf, den man als staatliches Einweisungsgesetz für Eisenbahnen bezeichnen könnte, bisher nicht eingebracht worden ist. Offenbar erscheint er rücksichtlich der Hauptbahnen obsolet, weil ja die meisten derselben bis auf die Südbahn und einige böhmische Kohlenbahnen bereits verstaatlicht sind und für das Lokalbahnwesen von geringerer Bedeutung, weil hier von Fall zu Fall den Erfordernissen der Einweisung durch jene Bestimmungen Rechnung getragen wird, wie wir sie oben aus dem Inhalt einer beliebigen Konzessionsurkunde herausgegriffen haben.

Dieses Einweisungsphänomen ist es nun, welches die Elektrizitätspolitiker und besonders jene, welche wie das Eisenbahnwesen auch das Elektrizitätswesen der Privatinitiative immer mehr entfremden und es den öffentlichen Selbstverwaltungskörpern in die Wiege legen möchten, dazu verlockt, auch für die Elektrizitätsanlagen eine solche Einweisung zugunsten der Gemeinden oder des Staates zu propagieren. An Anlässen hiezu, so meinen sie, fehle es nicht und gewiß werden die benannten beiden Fälle der Allgemeinen Österreichischen Elektrizitätsgesellschaft und der Ungarischen Elektrizitäts-Aktiengesellschaft dazu beitragen, die Berechtigung solcher Bestrebungen von neuem zu bezeugen. Die Verfechter des Einweisungsproblems für Elektrizitätsanlagen deuten gewöhnlich auf die Unzuträglichkeiten hin, die daraus entstehen, wenn, wie sich dies an den beiden vorbezeichneten Fällen gezeigt hat, über den Einlösungspreis Kontroversen entstehen, welche den Wechsel im Besitz der Anlage aufhalten und den Eigentumsübergang hinausschieben. Sie machen auch kein Hehl daraus, daß es Aufgabe einer richtigen Elektrizitätspolitik sei, sich die Erfahrungen auf dem Gebiete der Eisenbahnverstaatlichung zunutze zu machen und kommen solcherart dazu, durch eine provisorische Besitzübernahme, die der Einlösung bei Eisenbahnen nachgebildet ist, das Einlösungsverfahren, wie sie sich ausdrücken, zu vereinfachen und zu beschleunigen. Sie gehen davon aus, daß die Streitigkeiten über die Ablösung und den Einlösungspreis durch die Entscheidung der ordentlichen Gerichte zur Austragung zu gelangen haben, meinen jedoch, daß in dem Falle einer Streitigkeit bis zur Erwirkung einer rechtskräftigen Entscheidung die Übergabe der Anlagen provisorisch in den Besitz und in die Herrschaft jenes öffentlichen Verwaltungskörpers, der sich die Einlösung vorbehalten hat, stattzufinden habe. Eine solche Institution hat auch Krasny in seinem Buche über „Die Aufgaben der Elektrizitätsgesetzgebung" auf Seite 117 u. ff. vorgesehen und wer sich für die Einzelheiten seiner Textierung und seiner Erläuterung interessiert, sei auf diese Stelle verwiesen. Er nennt die Einweisung provisorische Besitzübernahme und erachtet, daß die Rechte und die Interessen der Unternehmung dadurch in keiner Weise geschädigt werden können, da sie ja sofort in den Besitz der ihr angebotenen Ablösungssumme komme und nach dem Ausspruch des Gerichtes auch in den Besitz des eventuell ersiegten Mehrbetrages gelangen kann.

Es soll zunächst davon abgesehen werden, daß diese Nachbildung des Einlösungsrechtes allerdings auch bei Elektrizitätsanlagen überwiegend zugunsten des Staates ins Auge gefaßt ist, dessen Elektrizitätsmonopol damit gefördert werden soll. Es mag daher fraglich sein, ob auch den unterstaatlichen Verbänden, wie es die Gemeinden, Bezirke und Länder sind, eine gleiche Einweisungsbefugnis vorbehalten werden mag, wenn sie eine Elektrizitätsanlage konzessioniert bezw. ihr die Straßenbenutzung eingeräumt haben. Im Wesen mahnt eine solche provisorische Besitzübernahme lebhaft an die in unseren modernen Zivilprozeßgesetzen, namentlich in der Exekutionsordnung §§ 378 u. ff. eingeführte einstweilige Verfügung als Exekution zur Sicherstellung zugunsten einer in ihren Rechten gefährdeten Partei. Nur besteht zwischen der verwaltungsbehördlichen Einweisung und der einstweiligen Prozeßverfügung naturgemäß der Unterschied, daß die einstweilige Verfügung auch wieder nur durch Gerichtsbeschluß ausgesprochen werden kann, während bei der Einweisung eine gerichtliche Dazwischenkunft vorweg ausgenommen wird. Vielmehr ist die Einweisung, wie wir gehört haben, so gedacht, daß mit dem Eintritt des Einlösungstermines der Einlösungsberechtigte kraft seines Rechtes eigenmächtig und eigenwillig den Privatunternehmer seines Eigentums entsetzt, ihn einfach expropriiert. Freilich besteht zwischen der Einweisung und der einstweiligen Verfügung noch der belangreiche Unterschied, auf den aber hier weiter kein Gewicht gelegt zu werden braucht, daß eine Einweisung noch viel weiter geht als eine Exekution zur Sicherstellung; denn diese letztere beschränkt sich auf ein Drittverbot, auf ein Verbot zur Veräußerung, zur Verpfändung u. dgl., während die Einweisung mit dem Eigentum überhaupt aufräumt, das Eigentum entzieht, um es an sich zu ziehen. Der grundlegende Unterschied aber, der uns vor allem angeht, und den wir ohnehin bereits angedeutet haben, liegt darin, daß die Einweisung, wie sie auf dem Gebiete des Eisenbahnwesens besteht oder angestrebt wird, ein Ausfluß eines staatlichen Ausschließlichkeitsrechtes, eines Regales oder eines Verwaltungsaktes ist, wie ihn eben die Eisenbahnkonzession versinnbildlicht. Das Elektrizitätsrecht demgegenüber, nämlich die Befugnis, elektrische Anlagen zu errichten und erwerbsmäßig zu betreiben, ist kein staatliches Regale, ist keine ausschließliche Gerechtigkeit der Staatsverwaltung, sondern es ist lediglich ein Erwerbs- oder Gewerberecht, das zwar von der Behörde verliehen wird, aber auf das jeder geeignete Bewerber die Anwartschaft erheben kann. Allerdings darf man nicht übersehen, daß die Fürsprecher der elektrischen Einweisung auch auf dem Standpunkte stehen, daß mit der rein gewerberechtlichen Eigenschaft der elektrischen Konzession gebrochen und auch diese, wie die Eisenbahnkonzession, zum Träger eines besonderen staatlichen Verleihungsaktes in allen seinen Ausstrahlungen umgestaltet werden soll, was auch der neue Entwurf des Wegerechtes sich zur Aufgabe gesetzt hat. Dann allerdings könnte man sich für den Staat, bei dem die Ausübung der Elektrizität Ursprung und Ende nimmt, dessen Oberherrlichkeit auch diese Tätigkeit an sich gezogen hat, das Anrecht auf Einweisung der von ihm belehnten Befugnisse systematisch denken. Solange aber diese Umbildung nicht erfolgt ist, und sie kann nicht ohne weiteres erfolgen, wenn nicht eine ganze, hochbedeutsame Industrie für die Privatwirtschaft gesperrt werden soll, fehlt jeder solchen Aspiration zugunsten von Straßeneigentümern die zureichende Rechtfertigung. Die Gewährung der Straßenbenutzung könnte ein solches gewaltiges Vorrecht noch nicht motivieren.

Digitized by Google

Bei der Straßenbenutzung (ohne jede weitere staatliche Belehnung) handelt es sich im wesentlichen um die Regelung von Rechtsbeziehungen zwischen zwei Vertragsteilen, von denen der eine die Verfügung über die Straßen für die Legung von Leitungen gewährt, der andere diese Nutzung verwerten will. Das Interesse des Straßeneigentümers ist ziemlich prosaisch; er läßt es sich gut bezahlen; es ist schon recht hoch bezahlt, wenn als Gegenleistung die Einlösungsbefugnis und selbst der Heimfall bedungen ist. Niemand freilich wird daran sich stoßen können, wenn die Parteien selbst und freiwillig übereinkommen, die Einweisung einzuführen. Unbillig und unerträglich aber wäre es, wenn bei Abgang eines solchen frei gewollten Einverständnisses kraft einer zwingenden Gesetzesvorschrift dem einen Kontrahenten ein solches Vorrecht zugedacht sein soll, das sich der andere widerspruchslos gefallen lassen muß. Da darf es nicht an der Erkenntnis fehlen, daß ein solcher Grundsatz unbedingt den Gepflogenheiten und zivilprozessualen Rechtsvorschriften zuwiderlaufen würde, wenn ohne vorhergehende richterliche Entscheidung dem einen Kontrahenten mit dem Eintritte eines bestimmten Termines die Herrschaft über sein Privatunternehmen und sein Vermögen entzogen und dem anderen zugewiesen werden soll, was selbst das öffentliche Recht sich allgemein herauszunehmen sich nicht getraut. Selbst in öffentlichrechtlichem Belange wird die Entscheidung über solche Differenzen, die Auseinandersetzung über derartige materielle Fragen in der Regel der Vorentscheidung des ordentlichen Richters nicht entfremdet. Hier aber soll ohne seine Dazwischenkunft, rein nach dem Ermessen des Selbstverwaltungskörpers eine Sequestration zu dessen Gunsten verhängt, diese Partei zum Richter in eigener Sache erhoben und für sie eine Enteignung statuiert werden, während die Unternehmerpartei mit dem Troste abzuspeisen wäre, daß sie die ihr angebotene Entschädigung schließlich wohl bekomme, aber damit zuzuwarten habe, bis die Gerichte über den Fall erkannt haben. Man muß sich demgegenüber immer wieder fragen, woher denn der öffentliche Selbstverwaltungskörper, der öffentliche Verband, auch nur theoretisch die Legitimation herleitet, sich in einem Streitfalle mit ihm selbst zum Herrn des Prozesses aufzuwerfen und für sich eine Prärogative zu oktroieren, die sich um die wohlerworbenen Besitzrechte des Gegners nicht zu bekümmern braucht. Ich meine, diese Erwerbs- und Vermögensinteressen des Unternehmers sind für das Wirtschaftsleben doch noch gewichtiger, als die Lust der Selbstverwaltungskörper, ihrem Munizipalitäts- und Verstaatlichungseifer zum Durchbruche zu verhelfen. Es geht nicht an, den Privatunternehmer gleich zur Nachgiebigkeit zu drängen, wenn er sich in seinen Auffassungen beirrt, in seinen Anwartschaften und Ansprüchen verletzt fühlt. Schließlich ist das Eigentum ungeachtet aller Einschränkungsgelüste, die sich in der modernen Gesetzgebung merkbar machen, doch an sich als unverletzlich und heilig zu halten, und es bleibt füglich die Regel, daß nur, wenn es das allgemeine Beste erheischt, nach Maßgabe gesetzlicher Sonderbestimmungen eine Abtretung von Eigentum verlangt werden kann. (§ 365 a. B. G. B.) Aber auch diese Abtretung kann nur unter Formen geschehen, die das gerichtliche Urteil nicht vermissen lassen und es genügt zu diesem Behufe, auf die vorbildliche Regelung aufmerksam zu machen, die hierüber in den Enteignungsgesetzen für Eisenbahnzwecke vom 18. Februar 1878, R. G. Bl. Nr. 30 sichergestellt sind.[1]

Und noch eines. Die Vernachlässigung der berechtigten Stellung des Privatkapitals, das Vorurteil, das man gegen seinen Eigennutz hegt, ist es ja, was den Gegensatz zwischen privater Initiative und den gemeinwirtschaftlichen Aspirationen so verschärft hat. Will man sich nämlich schon mit der öffentlichwirtschaftlichen Tätigkeit befreunden und auch den öffentlichen Verbänden die Möglichkeit gönnen, sich im Erwerbsleben zu betätigen, Geld zu verdienen, und so dem privaten Erwerbfleiße Konkurrenz zu machen und ihn gegebenenfalls zu schwächen, da taucht, hat man sich über diese Bedenken und Sorgen hinweggesetzt, immer wieder unversehens der Pferdefuß auf, daß es damit allein nicht sein Bewenden habe, sondern daß der öffentliche Verband für seine wirtschaftliche Tätigkeit noch gewisser Vorrechte bedürfe, die dann unverhüllt verlangt und ungeschminkt vertreten werden. Ein solches Privilegium wäre natürlich auch die provisorische Besitzergreifung, die Einweisung, die unter dem Vorwande eingebürgert werden soll, daß sie dazu dienen mag, vor Widerstand und Ausflüchten zu schützen, wenn ein Privatunternehmer an der Einlösung ein Haar findet. Der öffentliche Verband will eine Waffe erlangen, um wirksam den Unternehmer zu entsetzen und sich die unbeschränkte Verfügung über sein Vermögen, sein Geschäft, sein Inventar, seine Dokumente, Bücher und Aufschreibungen anzueignen. Mit einer solchen Einweisung wird eine vollstreckbare Entscheidung von einer Seite getroffen, die zu dieser Vollstreckung gar nicht qualifiziert und auch von der Rechtsordnung nicht damit betraut ist. Mittels der Einweisung würde zum Beispiel in den beiden gekennzeichneten Fällen jede der beiden Gemeinden das Vermögen des dortigen Elektrizitätswerkes ohne dessen Zustimmung an sich gerissen haben, ohne den Vermögenswert und ohne die Zahlungsbedingungen festgestellt zu haben. Es ist klar, daß die privatwirtschaftlichen Unternehmungen sich gegen solche Absichten wehren und es kann daher verständlich sein, wenn auch die Ungarische Elektrizitäts-Aktiengesellschaft gegen die ungarische Hauptstadt aufgetreten ist und sich nicht begnügt hat, erst nur einen Bruchteil ihres Vermögens ersetzt zu erhalten, um sich mit dem Restersatze auf den Prozeßweg drängen zu lassen. Man zwingt auf diese Weise die Gesellschaften, daß sie zur Sicherung ihres Vermögens erst Prozesse führen müssen, während sich die Gemeinden sofort und selbstherrlich in seinen Besitz setzen. Wohin solche Ideen führen müssen, liegt klar zutage. Man scheut sich nicht, dem Privatkapital die Selbstsucht vorzuhalten und übersieht, daß solche Vorsätze mehr als alles den nackten Egoismus der öffentlichen Gewalt widerspiegeln, der dem Privatunternehmen nicht einmal das Asylrecht gönnen mag, bis der unparteiische Spruch des Gerichtes die Entscheidung gebracht hat. Die privatwirtschaftliche Unternehmung soll aus ihrem wohlerworbenen Besitze gejagt, sie soll einem Verbande, obschon er sie in ihrem ruhigen Besitze stört, weichen müssen. Dann freilich darf man sich nicht wundern, daß den Privatunternehmungen die Lust und die Liebe vergeht, sich mit den öffentlichen Verbänden in die Verbindung einer gemischtwirtschaftlichen Unternehmung, wie sie so besonders lebhaft gerade den staatlichen Elektrizitätspolitikern zu Gesichte stehen würde, einzulassen. Diese Neigung wird ihnen vertrieben, wenn, wie auch unser Thema zeigt, der öffentliche Verband immerzu trachtet. Oberwasser zu behalten und den anderen, privatwirtschaftlichen Vertragsteil recht gehörig niederzutauchen: Geht doch der besprochene Programmpunkt jener staatlichen Elektrizitätspolitik, die sich so gerne als die rationelle, systematische, kurz allein seligmachende rühmen hört, darauf hinaus, den öffentlichen Verband zwar einzuweisen, aber die private Elektrizitätswirtschaft — auszuweisen.

Digitized by Google

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Über eine neue selbsttätige Kesselfeuerung berichtet Beck. Die Feuerung ist ein selbsttätiger, nach dem Wurfprinzip arbeitender Rostbeschicker, der nicht nur für Nußkohle, sondern für fast alle Brikett- und Kohlensorten geeignet ist und neuestens von der Sächsischen Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann A.-G. in Chemnitz neben der bekannten Leach-Feuerung auf den Markt gebracht wird.

Im Gegensatz zum Leach-Beschicker arbeitet der neue Beschicker nicht mit umlaufender Flügelradwelle, sondern mit hin und her pendelnder Wurfschaufel. Die Menge der Kohlenzufuhr kann ohne irgendwelche Veränderung der Durchgangsquerschnitte geändert werden. Die Kohle braucht nicht gebrochen zu werden, und es wird die Bildung von Staub und kleinkörnigem Materiale vermieden.

Die Zuführung besteht aus zwei schwingbar gelagerten Wangen, die durch ein Gelenk verbunden sind. Eine der Wangen wird am Ende von einem Schüttelstabe geführt, der gleichzeitig den Brennstoff lockert. Beim Rückwärtsgehen der in der äußersten Stellung eine Gerade bildenden Wangen, gleitet der Brennstoff auf einen Tisch, von welchem er beim Vorwärtsgang der Wangen in den Bereich der darunter befindlichen gespannten Wurfschaufel gedrückt wird. Das in einem geschlossenen Gehäuse sitzende Getriebe für den Vorschubmechanismus und die Wurfschaufel erteilt der letzteren 780 verschiedene Spannungsstufen. Nach zwölf ungleichen Schlägen von kleinster bis größter und wieder kleinster Federspannung folgen weitere zwölf von anderer Schlagkraft. Diese Verschiedenheit in der Schlagstärke wechselt 65mal entsprechend den 780 Schlägen. Der Beschicker kann nur dann ausgerückt werden, wenn sich die Spannfedern im ungespannten Zustande befinden.

(Z. d. V. D. I. vom 9. 5. 1914.)

Der kritische Außendruck zylindrischer Rohre. Von R. v. Mises. Der Verfasser stellt Untersuchungen über den kritischen Druck eines kreiszylindrischen Flammrohres im Druckraum eines Dampfkessels an. Der Belastungszustand des Flammrohres ist dem einer senkrechten, zentrisch belasteten Säule ähnlich. Bis zu einer gewissen Grenze besteht stabiles Gleichgewicht. Bei größeren Druckwerten erfolgt ein Ausknicken oder Einbeulen des Rohres.

Der Verfasser geht bei seinen Ausführungen von der Theorie dünner elastischer Schalen aus und leitet vorerst einen genauen Ausdruck für den Einbeulungsdruck glatter Flammrohre ab.

Für praktische Berechnungen läßt sich das Ergebnis wesentlich vereinfachen, und man gelangt für den kritischen Druck p zu nachstehender, für die meisten Fälle hinreichend genauen Formel:

$$p = \frac{2E}{(n^2-1)\left[1+\left(\frac{nl}{\pi a}\right)^2\right]^2}\cdot\frac{h}{a} + \\ + 0{\cdot}73\,E\left[n^2-1+\frac{2n^2-1{\cdot}3}{1+\left(\frac{nl}{\pi a}\right)^2}\right]\frac{h^3}{a^3}.$$

Hiebei sind alle Größen, die auf der rechten Seite der obigen Gleichung stehen, bis auf n unmittelbar gegeben. l ist die Länge, a der Halbmesser, $2h$ die Wanddicke des Rohres und E die Elastizitätsziffer. n bedeutet die Anzahl der Wellen am Kreisumfang, die bei der Formänderung des Rohres entstehen. Je kleiner die Wanddicke im Verhältnis zum Halbmesser, desto größer ist die Zahl der entstehenden Wellen. Letztere Zahl kann auf einer Zahlentafel für verschiedene Wanddicken $2h$ und Rohrlängen l entnommen werden und schwankt zwischen 2 bis 8. Der kritische Druck in kg pro cm² für verschiedene Wanddicken $2h$ und Rohrlängen l bei $E = 2{\cdot}10^6$ kg/cm² kann aus einer zweiten Zahlentafel direkt abgelesen werden, welche Zahlentafel aus der oben angeführten Gleichung zusammengestellt wurde. Die betreffende, oben angeführte Gleichung kann noch weiter vereinfacht werden, indem man den Bruch in der Klammer neben n^2-1 fortläßt. Man erhält dann den Näherungsausdruck von Southwell.

Der Vergleich mit den bisherigen zum Teil unvollkommenen Versuchen (Fairbairn, Richards, Danziger, Werft, A. P. Carman) läßt erwarten, daß die neue Formel sich in ähnlicher Weise innerhalb der Proportionalitätsgrenze bewähren wird, wie die Eulersche Formel für die Knicklast.

Auf gewellte Flammrohre lassen sich die hauptsächlichsten Ergebnisse ausdehnen. Es ist nur erforderlich, in den Grundgleichungen eine erhöhte Biegungssteifigkeit im Kreisquerschnitt einzuführen. (Z. d. V. D. I., 9. 5. 1914.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Kreiselpumpen der Maffei-Schwartzkopff-Werke G. m. b. H., Berlin. R. Schnabel. Die mehrstufigen Hochdruckpumpen werden bei großen Förderhöhen mit ungeteiltem, bei kleineren Förderhöhen vorwiegend mit der Stufenzahl entsprechend geteiltem Gehäuse ausgeführt. Die auf der Druckseite der Pumpe befindliche leicht zugängliche Entlastungsvorrichtung besteht aus einem Kolben, der die Welle gegen den Achshub bewegen will, und einer senkrechten Drosselscheibe, die den Flüssigkeitsdruck auf den Kolben regelt. Eine weitere, am Kolben angeordnete Hilfsentlastung tritt erst nach Abnutzung des Kolbens in Tätigkeit. Die Saugstopfbüchse steht mit einer Wasserkammer in Verbindung, die das Wasser aus der ersten Druckstufe erhält. Lauf- und Leitradschaufeln, Überströmkanäle sind von üblicher Form, Lauf- und Leiträder werden aus Bronze, Dichtungsringe, -büchsen u. dgl. aus Legierungen, die Welle aus Siemens-Martin- oder Nickelstahl ausgeführt. Unter günstigen Verhältnissen kann ein Laufrad 100 m Förderhöhe und mehr bewältigen.

Von den Beispielen für horizontale Hochdruckpumpen seien angeführt die elektrisch betriebene Wasserhaltung der Vereinigten Königs- und Laurahütte O.-S. für 4 m^3 pro Min., 342 m und 1480 Touren pro Minute und die achtstufige Wasserhaltung der Kgl. Berginspektion V. Zweckel bei Gladbeck i. W. für 6 m^3/Min., 604 m und 1480 Touren/Min., welch letztere bei einem spezifischen Gewichte des Grubenwassers von 1·05 kg/l einen Kraftbedarf von 1142 PS und einen Wirkungsgrad von 74% aufwies. Die Zeche de Wendel bei Hamm i. W. erhält eine achtstufige Pumpe für 6 m^3/Min. und 745 m bei 1480 Touren zur Förderung von stark steinbildendem Grubenwasser (spezifisches Gewicht 1·032 kg/l), angetrieben durch einen Drehstrommotor von 3000 V und 1700 PS.

Von den vertikalen Abteufpumpen (Motor über der Pumpe auf deren Druckseite in einem schmiedeisernen Rahmen) seien angeführt jene der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten A.-G. in Bochum für 6 m^3/Min., 300 m bei 1480 Touren/Min., die von einem tropfwasserdicht gekapselten Drehstrommotor mit Kurzschlußanker (3000 V und 650 PS) angetrieben und durch einen Anlaßtransformator über Tage angelassen wird. Die Anlage diente zur Entsumpfung eines ersoffenen Schachtes.

Preßwasseranlagen werden durch Begrenzung der Hubhöhe des Druckwassersammlers geregelt, wobei ein Ventil beim Aufhören der Wasserentnahme selbsttätig so viel Wasser in die Saugleitung zurückströmen läßt, daß keine schädliche Erwärmung des Wassers eintritt. Die Anlage der Bismarckhütte besteht aus zwei hintereinander geschalteten, durch einen gemeinsamen Drehstrommotor angetriebenen Pumpen, die 1700 l/Min. gegen 60 Atm. bei 2980 Touren/Min. fördern, und aus einer Pumpe, die bei gleicher Tourenzahl 1000 l/Min. gegen 36 bis 40 Atm. fördert. Das Walzwerk der Gutehoffnungshütte besitzt zwei elektrisch betriebene Preßpumpen von je 2000 l/Min., 35 Atm. Gegendruck und 1480 Touren/Min. in achtstufiger Ausführung.

Kesselspeisepumpen werden bei Drehstromantrieb durch Drosseln des Druckschiebers geregelt. Sind die Belastungsschwankungen der Zeit nach bekannt, so werden einzelne Pumpengruppen zu- oder abgeschaltet. Bei Gleichstrom- oder Dampfturbinenantrieb wird die Tourenzahl geregelt*).

Kondensat-, Luft- und Kühlwasserpumpen werden häufig durch eine gemeinsame Kleindampfturbine angetrieben. Im Gasmaschinenkraftwerk des Schalker Gruben- und Hütten-Vereines, Gelsenkirchen, werden zwei Pumpen mit Dynamoantrieb in der Mitte für je 15 m^3/Min. verwendet, von denen die eine das erwärmte Kühlwasser 13 m hoch in den Kühlturm hebt, die andere das rückgekühlte Wasser mit 24 m Druck in die Kühlmäntel der Gasmaschinen fördert. Der gemeinsame Drehstrommotor von 5000 V und 175 PS wird mit 970 Touren/Min. angetrieben.

Bei Dampfturbinenantrieb wird infolge der hohen Tourenzahlen gerne die Parallelschaltung von zweiseitig saugenden Rädern vorgezogen. Ein Axialschub entfällt oder ist sehr gering und kann leicht behoben werden.

Es werden ferner einige vertikale Pumpen für Kühlwasserförderung und Brunnenanlagen besprochen. Von den Wasserwerksanlagen sei jene des Emscher Werkes (Gutehoffnungshütte) in Oberhausen i. Rhld. hervorgehoben. Die Hochdruckzone umfaßt fünf Sätze von je 20 m^3/Min. Förderleistung, 59 m Förderhöhe bei 1480 Touren/Min., die Niederdruckzone vier Sätze von je 30 m^3/Min., 37 m bei 980 Touren/Min. Zum Antrieb dienen Drehstrommotoren von 3000 V und 50 Per./Sek.

Schließlich werden noch elektrisch betriebene Niederdruckpumpen für die Erhaltung des Wasserspiegels eines Schiffahrtskanals, eine zweistufige Abwasserpumpe und eine selbsttätig ansaugende Pumpe für Schiffszwecke angeführt.

(Z. d. V. D. I., 16. 5. 1914.)

*) Vergl. a. E. u. M., 1914, Seite 448.

Digitized by Google

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Einfluß der Form der Spannungskurve auf den Betrieb von Einankerumformern. W. Linke. Bekanntlich zeigen rotierende Umformer dem konstanten Gleichstrom überlagerten Wechselstrom von gewöhnlich sechsfacher Frequenz, der beim Vorhandensein von Wendepolen Kommutierungsschwierigkeiten mit sich bringt und sich durch sechs angeschwärzte Stellen am Kollektor bemerkbar macht. Die Erscheinung erklärt der Verfasser auf folgende Weise: Beim Sechsphasenumformer tritt eine dritte Harmonische auf, die aber keinen störenden Einfluß nimmt, weil die resultierenden AW pro Poleinteilung gleich Null sind. Tritt aber im Netz oder im Umformer eine fünfte Harmonische auf, so erzeugt sie einen Strom fünffacher Frequenz, der ein Drehfeld von fünffacher Geschwindigkeit gegen den Anker, also gegenüber den Gleichstrombürsten mit der sechsfachen synchronen Geschwindigkeit hervorruft. Genau so ruft die siebente Harmonische ein Drehfeld sechsfacher Geschwindigkeit und eine Spannung sechsfacher Frequenz hervor. Die 11. und 13. Harmonische erzeugen eine Spannung zwölffacher Frequenz. Diese Annahme wurde durch Versuche bei der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft bestätigt, wobei ein Synchronumformer mit 50 ∿ gespeist und der Zuleitung Drehstrom von 250 ∿, also von der fünffachen Frequenz der Grundwelle, aufgedrückt wurde; nach einigen Stunden zeigten sich sechs schwarze Stellen pro doppelte Polteilung.

Der Verfasser weist das Vorhandensein dieser höheren Harmonischen an den Oszillogrammen nach, die an einem 1000 *kW*-Generator der Straßenbahn in Turin aufgenommen wurden. Nach Einbau einer Drosselspule von 10% der *kVA* der Transformatorleistung waren diese höheren Harmonischen kaum mehr zu bemerken. Bei anderen Umformern hatte die über die Gleichspannung gelagerte Wechselspannung sechs- bis zwölffacher Frequenz bei offenem Gleichstromkreis 18 *V*; durch Einbau einer Drosselspule von 20% der Transformator-*kVA* sank die Spannung auf 8·4 *V*. Die Spannung an der Drossel war bei Leerlauf 25, bei Vollast 85 *V*.

(Archiv f. El., Heft 10, 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Messung von Erdübergangswiderständen. Ad. Thomas. Um den Widerstand x einer Erdleitung zu messen, muß man bekanntlich noch zwei Hilfserdleitungen anbringen, die nach Ülbricht in gleichem Abstand von der Hauptleitung und in halbem Abstand voneinander anzuordnen sind und den Widerstand zwischen der Hauptleitung und den Hilfsleitungen *A* bzw. *B* sowie zwischen beiden Hilfsleitungen *C* mit der Telephonmeßbrücke bestimmen. Es ergibt sich dann

$$x = \frac{1}{2}(A + B - C).$$

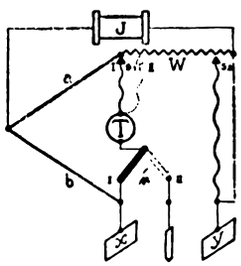


Fig. 1.

Die Meßbrücke bringt Ungenauigkeiten in die Messung hinein, wenn die Werte *A*, *B*, *C* ein Vielfacher von x sind. Der Verfasser hat daher schon früher die Messungen mit Strom- und Spannungsmessern mit größerer Genauigkeit ausgeführt. Wiechert hat die eine Schaltung empfohlen, bei der nur eine Hilfsleitung y und ein Endkontakt *H* Verwendung finden und Stössel hat diese Anordnung nach der Schaltung Fig. 1 abgeändert. Die beiden Zweige *a*, *b* der Brücke bleiben ungeändert, der Vergleichswiderstand *W* von 200 Ohm ist als Schieberwiderstand ausgebildet und trägt die beiden Kontakte s_1 s_2. Verschiebt man s_1, so wird durch einen Umschalter *u* das Telephon *T* selbsttätig von Erdleituug x auf Erdkontakt *H* gelegt. Man läßt s_1 in Stellung *I* und verschiebt s_2 so lange, bis das Telephon verstummt; das gibt den Widerstand $s_2 = x + y$. Dann verschiebt man s_1 wieder bis zum Verstummen und erhält $s_1 = x$; der Wert $y = s_2 - s_1$. Die Empfindlichkeit wird durch die vom Verfasser empfohlene Kurzschlußverbindung (strichpunktiert eingezeichnet) erhöht.

Die Hilfserde kann durch einen 5 bis 10 m langen Draht erreicht werden, der in halber Spatentiefe in das feuchte Erdreich eingelegt wird, oder durch einen Drahtbund, den man in eine Jauchengrube versenkt, oder durch Gasrohre, die man, untereinander leitend verbunden, in den Erdboden versenkt.

(Mitteilg. Verein, Elektr. Werke Nr. 153.)

Untersuchungen über die Trennung der Eisenverluste in Transformatoren. E. R. Shepard. Die meisten Methoden beruhen auf der Annahme, daß die Hysteresis- und Wirbelstromverluste bestimmte Exponentialfunktionen der Feldstärke bezw. der Frequenz sind; genauere Meßresultate zeigen jedoch, daß die Größe des Exponenten wesentlich von den angenommenen Konstanten η und ε der bekannten Gleichungen abhängt. Die genaueste Bestimmung der Hysteresisverluste ergibt sich aus dem Flächeninhalte der Hysteresisschleifen bei verschiedenen Induktionen. Zur Aufnahme derselben wurde bei den Versuchen ein empfindliches ballistisches Galvanometer (Fluxmeter) verwendet. Die Messungen wurden an einem 2·5 *kW*-Lichttransformator (Kerntype) bei 70 ∿ (bezw. 40 ∿) und 4000 bis 14 000 Kraftlinien pro cm² durchgeführt. Die gesamten Eisenverluste in Erg pro cm³ und Periode wurden mit einem Thompsonschen Wattmeter gemessen und sind durch die Kurve *A* in Fig. 2 bei 70 ∿ und bei verschiedenen Induktionen dargestellt; die Trennung der Hysteresis- und Wirbelstromverluste geschah aus zwei Werten W_1 und W_2, der Gesamtverluste nach der bekannten Formel:

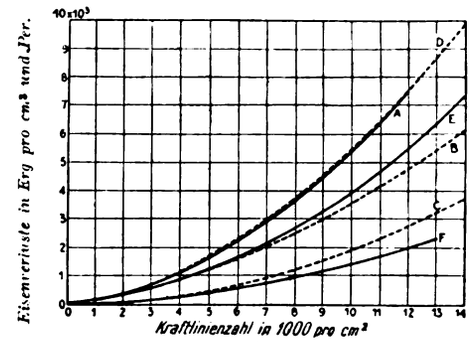


Fig. 2.

$$W_1 = \eta B_1 1{\cdot}6 + \varepsilon f t^2 B_1^2$$
$$W_2 = \eta_1 B_2 1{\cdot}6 + \varepsilon f t^2 B_2^2$$

worin f die Periodenzahl, t die Blechdicke bedeutet. Die Konstanten η und ε wurden mit 0·00142 bezw. 0·000215 ermittelt. Hieraus ergaben sich die Kurven *B* und *C* für die Hysteresis- bezw. Wirbelstromverluste und der Wert $D = B + C$ (strichliert). Der aus der Hysteresisschleife durch Planimetrierung ermittelte empirische Wert *E* war größer als der berechnete Wert *B*; demnach ergeben sich die wahren Wirbelstromverluste $F = A - E$ aus der Differenz der beiden Kurven (*A*, *E*).

Die Methode der Trennung der Eisenverluste durch Messung derselben bei zwei verschiedenen Periodenzahlen (Fig. 3) beruht auf der Annahme, daß die Hysteresisverluste unabhängig von der Frequenz sind. Man erhält daher die Wirbelstromverluste *H* aus der Differenz der Wattverluste *A* und *G* bei 70 und 40 ∿, indem man

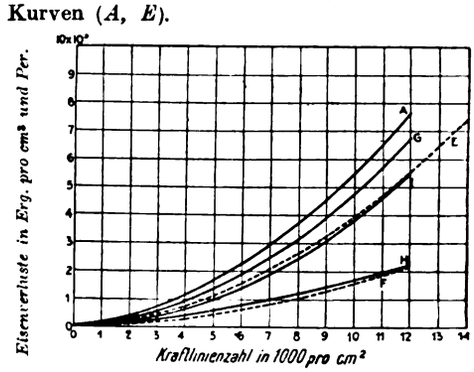


Fig. 3.

letztere Verluste mit dem Verhältnis $\frac{70}{70-40} = \frac{7}{3}$, das ist der höheren, geteilt durch die Differenz beider Periodenzahlen, multipliziert; $H = (A - G) \times 7/3$. Der Hysteresisverlust ist gleich $I = A - H$ und man erhält wie früher aus der Hysteresisschleife den wahren Wert $F = A - E$. Für den Hysteresisverlust ergibt sich sodann die Beziehung $W_h = 0{\cdot}000535\, B^{1{\cdot}72}$, welche mit dem gemessenen Wert *E* nahezu übereinstimmt; der Exponent ist sonach von der Größe der Konstanten η abhängig; für den Exponent 1·6 ist letztere gleich 0·0016, das ist dreimal so groß als für den Exponent 1·72.

Für den Wirbelstromkoeffizienten ε stimmt der kleinere Wert 0·00018 mit dem gemessenen Wert nahezu überein. Der Wert für die Wirbelstromverluste ergibt sich aus der Zweifrequenzmethode mit hinreichender Genauigkeit. (El. World, 23. 5. 1914.)

Elektrische Apparate.

Zur Frage der Elektrokultur. In der 21. Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft berichtete W. Löb über seine Versuche, die eine experimentelle Unterlage für die praktischen Versuche über den Einfluß hochgespannter Elektrizität auf das Wachstum von Pflanzen bilden sollen. Bei der wissenschaftlichen Nachprüfung konnten bisher die in der praktischen Landwirtschaft angeblich erzielten Erfolge meist nicht bestätigt werden. Da es sich bei den in der Elektrokultur verwandten Versuchsbedingungen zweifellos um den Ausgleich großer Potentialdifferenzen handelt, wählte der Vortragende zur Nachahmung der praktischen Verhältnisse die chemisch wirksame Form der stillen und der Glimmentladung. Die Ergebnisse der früheren Versuche des Vortragenden

Digitized by Google

waren die unter dem Einfluß der stillen Entladung durchgeführte künstliche Assimilation der Kohlensäure bis zum Zucker und andere im Pflanzenleben biologisch wichtige Vorgänge. Es ist also keine Frage, daß die elektrische Entladung imstande ist, für das Pflanzenleben grundlegende Prozesse herbeizuführen, wobei die Frage, ob es sich nur um elektrische oder auch um photochemische Wirkung handelt, heute nicht erörtert werden soll. Die physikalisch-chemische Aufgabe, die sich aus den bei der Pflanze vorhandenen Verhältnissen ergibt, ist die folgende: Es muß festgestellt werden, ob die Reaktionsgeschwindigkeit der für das Leben der Pflanzen wichtigen Reaktionen durch die Zufuhr der elektrischen Energie verändert wird. Von den Versuchen, die der Vortragende, teils in Gemeinschaft mit Dr. A. Sato ausgeführt hat und weiter fortsetzt, seien folgende Resultate mitgeteilt: Wässerige Lösungen von Stärke werden unter dem Einfluß der stillen Entladung und der Glimmentladungen bei Ausschluß von Sauerstoff hydrolysiert. Seidenpeptonlösungen werden nur in ganz geringem Maße durch die Entladung hydrolysiert. Durch elektrische Behandlung von Pankreatinlösungen werden die diastatischen Eigenschaften derselben stark und die tryptischen Eigenschaften weniger stark gehemmt. In Gegenwart von Stärke und Diastase ist durch die elektrische Behandlung die Zuckerbildung vermindert. In Gegenwart von Seidenpepton werden die tryptischen Eigenschaften nicht nachweislich geschädigt, in Gegenwart von Fibrin erhöht aber die elektrische Behandlung die tryptischen Eigenschaften (die Fibrinverdauung wird beschleunigt). Es spielt somit auch die Natur des Substrates eine Rolle.

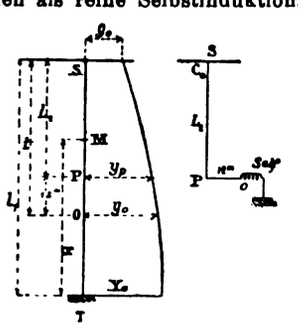
In der Diskussion verweist Haber auf Versuche, die in Dahlem durchgeführt wurden, und bei denen sich zeigte, daß bei Verwendung eines Blattes sich die Assimilation bei elektrischer Entladung nicht änderte. Die bisherigen Versuche über die Einwirkung der Elektrobehandlung zeitigten nur negative Resultate. Aus anderen Ländern, zum Beispiel England, werden zwar günstige Resultate der Elektrokultur gemeldet, aber in Deutschland sind sich auch die landwirtschaftlichen Sachverständigen darüber einig, daß, bevor nicht wirklich positive Resultate vorliegen, das Gebiet verlassen werden soll. Prof. Löb möchte die Frage nicht so abschließend beurteilen. Wer wie er Gelegenheit hat, täglich die Wirkung der Hochbestrahlung auf die Zelle in der Medizin zu beobachten, dem kann es des Versuches wert sein, zu ergründen ob nicht auch bei schwächerer Bestrahlung eine Beeinflussung der Zellen eintritt. (Chem. Ztg. Heft 66, 1914.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Vorausbestimmung der Strahlung einer Antenne. H. de Bellescize. Nach der Hertzschen Theorie ist die Strahlung einer Antenne proportional einer Fläche $SABP = F$ (Fig. 5), wobei SP eine Vertikale, die gleich der Höhe der Antenne ist, darstellt; die Werte PB, mM, SA usw. stellen den wirksamen Strom in der Äquatorebene, die man sich durch den betreffenden Punkt P, S oder m gelenkt denkt, dar, wobei dieser algebraisch zu nehmen ist, also für steigende Teile der Antenne positiv, für fallende negativ.

Der Verfasser hat nun drei Antennen rechnerisch und experimentell untersucht, die im Prinzip aus einer zirka 50 m hohen aufsteigenden Leitung bestanden, an die sich unten noch eine zirka 12 m lange horizontale Fortsetzung mit eingeschalteter Drosselspule anschloß und die oben mit horizontalen oder schrägen Drähten verbunden waren. Die letzteren werden bei den Berechnungen als reine Kapazität betrachtet, die darunterliegenden als reine Selbstinduktion.

Fig. 4.



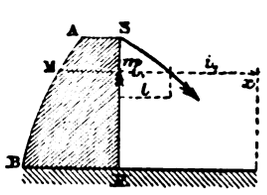


Fig. 5.

Berechnung der in der Antenne fließenden Ströme: Der Strom, mit dem die Antenne unten gespeist wird, sei bekannt $= y_0$ (Fig. 4). Man berechnet zuerst die scheinbare Verlängerung der Antenne infolge der horizontalen Fortsetzung und der Drosselspule nach der Formel:

$$\frac{2\pi}{\lambda} \operatorname{tg} 2\pi \frac{l_1}{\lambda} = \frac{C_1}{C_0},$$

worin λ die bekannte Wellenlänge, l_1 die scheinbare Länge, C_1 die Kapazität pro Längeneinheit des Drahtes und C_0 die Endkapazität bedeuten. Die letztere (oberer Teil der Antenne) findet man aus C_1 und der Grundwelle λ_0 der Antenne (also ohne Verlängerung) aus:

$$\frac{2\pi}{\lambda_0} \operatorname{tg} 2\pi \frac{l}{\lambda_0} = \frac{C_1}{C_0},$$

l = Ausdehnung der Endkapazität in horizontaler Richtung (siehe Fig. 1). Es ist nun leicht, die Stromverteilung für jeden Punkt der Antenne zu finden. Der gesuchte Strom in einer Höhe x sei Y.

$$Y = Y_0 \cos 2\pi \frac{x}{\lambda},$$

Y_0 ist der Strom im Punkte T (Fig. 5), den man, da sich der Strom auf dem vertikalen Draht nach einer Kosinuslinie verteilt, aus y_0 bestimmen kann. Auf der Endkapazität verteilt sich der Strom proportional der Kapazität. Die Figur $SABP$ kann nun gezeichnet werden. Der Effekt im Bolometer der Empfangsstation ist nun proportional F^2.

Es wurde eine 26 km entfernte Empfangsstation zur experimentellen Kontrolle dieser Berechnung benutzt, und zwar wurden zwei Reihen von Versuchen, die eine mit 1050 m, die andere mit 980 m Wellenlänge gemacht. Für jede einzelne Antennenform wurde die Größe des Ausschlages Δ im Bolometer bestimmt, wobei die Antenne mit einer Kopplung von zirka 9% indirekt erregt und der Speisestrom y_0 konstant gehalten wurde. Es wurde nun für jeden Versuch das Verhältnis $\frac{F^2}{\Delta}$ berechnet, wobei Δ der abgelesene Bolometerausschlag und F die gerechnete Fläche $SABP$ war. Die bei beiden Versuchsreihen für die verschiedenen Antennenformen auf diese Art gefundenen Werte differierten gegenüber dem daraus berechneten Mittelwerte nur um 4%, was ein Beweis für die Richtigkeit der vom Verfasser angegebenen Berechnungsweise und die Zulässigkeit der dabei gemachten Vereinfachungen ist.

(La Lumière Electrique, 2. 5. 1914.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Die Herstellung von Stahl direkt aus Erzen. E. Humbert und A. Hethey beschäftigten sich mit Versuchen, aus Eisenerzen ohne vorhergehende Herstellung von Roheisen direkt Stahl zu gewinnen. Als geeigneter Apparat hiezu erwies sich der gewöhnliche elektrische Lichtbogenofen, und zwar kam bei den Versuchen ein Héroultofen von 6 t Fassungsraum zur Anwendung. Der Ofen wurde mit Einphasen-Wechselstrom betrieben. Zur Reduktion benutzte man schwedisches Erz mit 86% Fe_3O_4 und brasilianisches Erz mit 65% Fe. Die Reduktion ergab befriedigende Ergebnisse. So wurden bei einem der beschriebenen fünf Versuche aus einer Charge von 5650 kg Eisenerz, 20 kg Schrott, 930 kg Koks, 1035 kg Kalk, 25 kg Ferromangan und 50 kg Ferrosilizium 3580 kg Stahlblöcke und 10 kg Abfall erhalten. Der Eisenverlust (Abbrand) betrug 4·66%. Die Chargendauer war 18 Stunden 45 Min. und der gesamte Energieverbrauch 9930 *kWh*, das ist 2843 *kWh* pro t Stahl. Der erhaltene Stahl enthielt 0·23% C, 0·015% P, 0·030% S, 0·11% Si, 0·47% Mn, war gut schmiedbar und konnte ohne Spur von Bruch um 180° gebogen werden. Bei anderen Versuchen wurden Stähle mit 1·39, 0·56, 0·89 und 0·27% C erschmolzen. Der Elektrodenverbrauch betrug 32 kg pro t Stahl. Die Abnutzung des Ofens war annähernd die gleiche wie beim Umschmelzen von Eisenschrot. Bei einem Versuche wurde zwar das Ofengewölbe durch das heftig kochende Bad stärker angegriffen, doch läßt sich dieser Mangel durch geeignete Ofenkonstruktion leicht beheben. Die Charge wird in mehreren Anteilen in den Ofen eingetragen und es ist wichtig, daß die verschiedenen Materialien dieselbe kleine Korngröße haben. Die Reduktion verläuft nach normalen chemischen Gesetzen und ist infolge der entwickelten großen Kohlenoxydmengen von starkem Kochen des flüssigen Bades begleitet. Darin liegt ein wesentlicher Unterschied gegenüber dem Hochofenprozeß, bei dem sich zunächst Eisenschwamm bildet. Wenn die Reduktion beendet ist, soll man die Schlacke abziehen und das Metall wie eine gewöhnliche Martincharge weiter behandeln, das ist, auf den gewünschten Kohlenstoffgehalt bringen.

Die Verfasser kommen zum Schlusse, daß mit Hilfe des Elektroofens die direkte Herstellung von Stahl in wirtschaftlicher Weise praktisch möglich ist. Das so hergestellte Material wird in reiner Qualität dem nach den üblichen Methoden erzeugten Stahl überlegen sein. Wahrscheinlich wird man hiezu einen besonderen Ofentyp entwickeln, obwohl der jetzige Héroultofen für gelegentliche Arbeit genügt. Der Prozeß wird sich am besten für solche Gegenden eignen, die neben reinen Erzen reiche Wasserkräfte besitzen. In Gegenden, wo zum Beispiel aus Hochofen- oder Koksofengasen billige Kraft erhalten werden kann, ist die Benutzung des direkten Prozesses zur Herstellung hochwertiger Stahlsorten wahrscheinlich.

(The Electrician, 22. 5. 1914.)

Digitized by Google

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Die elektrische Widerstandsänderung der Heuslerschen Legierungen in einem transversalen magnetischen Feld. Ottavio Bonazzi, Berlin. Trotzdem fast alle physikalischen Eigenschaften der Heuslerschen Legierungen schon untersucht worden sind, ist es bisher nicht gelungen, eine deutliche und einfache Erklärung für die Tatsache zu finden, daß aus drei nicht ferromagnetischen Metallen ein so stark magnetisches Material entsteht. Die genaue Untersuchung jener Eigenschaften, die mit den magnetischen Erscheinungen einen engen Zusammenhang haben, und zwar des Joule-effektes, des (transversalen) Halleffektes, des thermomagnetischen Effektes, des Kerreffektes und der Widerstandsänderung in einem transversalen magnetischen Feld (des longitudinalen Halleffektes nach Nernst) können schließlich zu einer solchen Erklärung führen. Man hat indessen gefunden, daß die Heuslerschen Manganbronzen inversen Joule-effekt gleichwie Eisen und Stahl in schwachen Feldern zeigen; ebenso verhalten sich bezüglich des transversalen Halleffektes sowie des thermomagnetischen Effektes diese Legierungen genau wie die anderen ferromagnetischen Materialien. Dagegen scheinen sie sich ganz und gar davon zu unterscheiden betreffs des Kerreffektes, weil man dieses Phänomen in den genannten Legierungen nicht hat erkennen können. Es schien daher wichtig, zu untersuchen, wie sie sich bezüglich des longitudinalen Halleffektes verhalten. Während die nicht ferromagnetischen Stromleiter (besonders Wismut) in einem transversalen magnetischen Feld größeren Widerstand haben, zeigen die ferromagnetischen Metalle darin fast immer einen kleineren, wobei die Widerstandsänderung von Nickel und einigen Eisenarten in einem schwachen Felde positiv ist, mit dem Anwachsen des Feldes gleich Null und endlich negativ wird, die Widerstandsänderung von Kobalt und anderen Eisenarten hingegen immer, auch in einem schwachen Felde, negativ ist. Bonazzi hat untersucht, ob die Heuslerschen Legierungen in bezug auf die letztere Erscheinung den übrigen ferromagnetischen Stoffen zuzurechnen sind oder nicht, und konnte folgendes feststellen. Die Heuslerschen Legierungen zeigen in einem transversalen magnetischen Feld eine Widerstandsabnahme, die mit zunehmendem Felde allmählich größer wird. Bei der größten vorerst erreichten Feldstärke von 5850 Gauß beträgt die Änderung $(W - W_0) = 0{\cdot}072$ Ohm, das heißt die relative Änderung $\left(\frac{W - W_0}{W_0}\right) = 65{\cdot}10^{-5}$. Eine weitere Steigerung des Feldes auf 30 000 Gauß ergab, daß bei so starken Feldern die Widerstandsverminderung allmählich immer weniger zunimmt, so daß ein schließlicher Sättigungseffekt erwartet werden kann. Da die Widerstandsverminderung charakteristisch für die ferromagnetischen Materialien ist, so kann man aus den Versuchen schließen, daß auch bezüglich dieses Phänomens die Heuslerschen Manganbronzen mit den anderen magnetischen Stoffen zusammen zu klassifizieren sind. Und zwar verhalten sie sich, wenigstens qualitativ, genau wie Kobalt und einige Eisenarten. Unter den oben erwähnten Phänomenen zeichnet also der Kerreffekt allein die magnetischen Cu-Mn-Al-Legierungen gegenüber den anderen ferromagnetischen Materialien aus. (Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 7, 1914.)

Strahlungslehre.

Ein Druckgefälle im Glimmstrom bei Einwirkung eines transversalen Magnetfeldes. H. Sirk. Die Einwirkung eines Magnetfeldes auf den elektrischen Strom in Gasen ist von verschiedenen Gesichtspunkten aus untersucht worden, wobei die Untersuchungen sich fast ausschließlich auf den Glimmstrom bezogen, dessen Ablenkung, Kathodenfall, Elektrodenspannung und Stromstärke unter dem Einflusse des Magnetfeldes studiert wurden. Die Frage hingegen, ob in einer von der Glimmentladung durchströmten Gasmasse durch ein auf die Stromrichtung normales Magnetfeld transversale Veränderungen des Gasdruckes im Stromgefäß erzeugt werden, wurde bisher nur einmal von E. Goldstein behandelt. Falls auch hier der elektrische Strom samt der in seinem Bereiche befindlichen Materie abgelenkt wird, war eine solche Erscheinung zu erwarten. Goldstein ließ durch ein Geißlerrohr eine Entladung gehen, die er magnetisch gegen ein paralles Rohr hin ablenkte, das mit dem ersten durch einen geöffneten Hahn in Verbindung stand und ein Gasreservoir bildete. Wurde bei bestehendem Felde der Hahn geschlossen, so zeigte sich nach Abstellen des Feldes im Hauptrohr keine Druckveränderung, was gegen das Bestehen eines transversalen, vom Magnetfeld hervorgerufenen Druckgefälles spricht. Aus dem Fehlen der transversalen Druckänderung schloß Goldstein, daß kein Transport von Materie im abgeschlossenen Entladungsraume vor sich geht und daß sonach die Auffassung, derzufolge die Gasteilchen als Träger des Stromes fungieren, nicht stichhältig sei. Er erblickte vielmehr in den Ergebnissen eine Bestätigung seiner Ansicht, nach der die Entladung im Geißlerrohre ein Vorgang im freien Äther ist, der erst sekundär die Molekeln des Gasrückstandes durch Resonanz zum Leuchten bringt. Die Ansicht, daß der elektrische Strom in Gasen ein Konvektionsstrom sei, hat jedoch immer mehr und mehr an Boden gewonnen und die Meinung Goldsteins über das Fehlen transversaler Druckdifferenzen bei Einwirkung eines zur Stromrichtung normalen Magnetfeldes auf den Glimmentladungsstrom ist mit dieser Auffassung unverträglich. Zweck der Arbeit Sirks war es, bei einem konstanten Strom unter möglichst genau definierten Verhältnissen die erwähnte Druckdifferenz mit den empfindlichsten Hilfsmitteln nachzuweisen und zu messen, um so die sonst für die Elektrizitätsleitung in Gasen geltenden Ansichten auch hier mit dem experimentellen Beobachter in Einklang zu bringen. Es erscheint eben keineswegs ausgeschlossen, daß bei den Versuchen Goldsteins die Genauigkeit der Druckmessung nicht ausreichte oder daß die intermittierenden Entladungen des verwendeten Induktoriums einen Druckausgleich ermöglichten. Es wurde angenommen, daß im Glimmstrom ein konvektiver Elektrizitätstransport stattfindet und daß die mittlere freie Weglänge der Träger im betreffenden Gase klein ist gegen die Dimensionen des Stromgefäßes. Dann wurde mit Hilfe der Bewegungsgleichung einer elektrischen Masse bei gleichzeitigem Einwirken eines elektrischen und eines magnetischen Feldes berechnet, daß sich im Glimmstrom bei Einwirkung eines homogenen, auf die Stromrichtung normalen Magnetfeldes in einer Richtung, die normal zu der des Stromes und der des Magnetfeldes ist, ein Gefälle des Gasdruckes ausbildet. Für zwei Punkte, die in dieser Richtung im Abstand l voneinander liegen, ergibt sich so eine Druckdifferenz $dp = H \,.\, i \,.\, l$, worin H die Stärke des Magnetfeldes und i die Stromdichte bedeutet. Im experimentellen Teil wurde zunächst die Existenz einer derartigen Druckdifferenz und ihre Kommutierbarkeit mit der Richtung des Stromes und des Magnetfeldes nachgewiesen. Dann wurde gezeigt, daß sie bei einem und denselben Stromgefäße proportional der Feldintensität und der Stromstärke ist. Schließlich wurde die erwähnte Druckdifferenz gemessen und deren Größe in genügender Übereinstimmung mit der auf dem erwähnten Wege abgeleiteten Formel gefunden. (Ann. d. Phys., Nr. 11, 1914.)

Wirtschaftliches.

Die Popularisierung der Elektrizität. S. E. Doane. Die zur Heranziehung des kleinen Abnehmers in kontinentalen Städten gebräuchlichen Tarife und Installationsmethoden werden in einem Berichte an die National Electric Light Association zusammengefaßt. Um auch den kleinen Abnehmer zu einer rentablen Einnahmsquelle zu machen, müssen zunächst die Installationskosten auf ein Minimum reduziert werden. In Straßburg*) wird der Anschluß für die erste Lampe kostenlos durchgeführt, wogegen die Mindestgebühr von K 21 jährlich für die Stromentnahme (48 h pro kWh) auf sechs Jahre garantiert werden muß; für Installation des Anschlusses bis zu vier Lampen zahlt man 30 h Pauschale pro Monat durch sechs Jahre, worauf die Anlage Eigentum des Abnehmers wird. Im Jahre 1913 waren bei 165.000 Einwohnern bereits 27.300 Zähler aufgestellt, das ist 68 Zähler pro 100 Wohnungen; in der Landgemeinde waren bei 185.000 Einwohnern 20 000 Zähler installiert; von ersteren entfallen rund 50% auf die kleinen Abnehmer mit Teilzahlung. Die Einnahmen betrugen K 23 pro Abnehmer in der Stadt und K 6 am Land (106 bezw. 26 kWh), die Zahl der Lampen 2 bezw. 0·76 pro Einwohner und 3 pro Abnehmer. Die Installationskosten bei 5573 Abnehmern betrugen K 370 000 oder K 65 pro Abnehmer, die Einnahmen jährlich K 225 000, so daß K 18 500 jährlich abgeschrieben werden können. Die Unternehmung zahlt eine Dividende von 11%.

Die Edison Co. in Mailand (Italien) führt die Installation gegen ein Pauschale von 80 h bis K 1·60 pro Monat und Lampe aus (10 bis 30 W) und gibt den Strom gegen Pauschale mit Strombegrenzer ab; nach diesem System wurden bis Ende 1912 bei 25 000 Parteien 46 000 Lampen angeschlossen (543 kW) mit einem Installationswert von 1·5 Millionen Kronen oder K 60 pro Abnehmer; die Einnahmen betragen K 70 pro angeschlossenes kW und Jahr. Die Einnahmen stiegen im letzten Jahre um K 430 000.

Eine monatliche Pauschalzahlung für die Installation wurde ferner in Werdau (Sachsen) eingeführt (18 h pro Lampe und Monat); dieselbe wurde durch originelle Reklamesendungen zur Weihnachtszeit wesentlich unterstützt mit dem Erfolg, daß nahezu 90% aller in Betracht kommenden Abnehmer bereits angeschlossen sind.

In Dortmund wird für jede Installation eine feste Grundtaxe nebst Pauschalgebühr eingehoben. Sehr kleine Abnehmer (mit 1 bis 3 Lampen) erhalten den Strom mittels Münzeinwurf durch Automatzähler bei kostenloser Installation; der Tarif ist für letztere mit 60 h pro kW bemessen oder nach einem monatlichen Pauschale von je K 1·20 pro 30 W (maximal 360 W). Durch Vermietung von etwa 12 000 Beleuchtungskörpern konnten weitere Abnehmer gewonnen werden. Die monatliche Miete steigt von 20 h für einfache Wandkörper auf K 3·60 für Luster mit vier Lampen.

Die Stadt München hat im Jahre 1911 ihren Tarif um 20% ermäßigt und die freie Installation der Treppenbeleuchtung

*) Vergl. E. u. M. 1911, S. 943.

Digitized by Google

gegen Pauschalierung unter Verwendung eines automatischen Zeitschalters eingeführt; in den beiden folgenden Jahren wurden 1770 Hausanschlüsse mit 7350 Zählern nach diesem System durchgeführt. In Trier erhalten die angeschlossenen Landgemeinden eine Subvention von K 24 pro Anschluß bis zu zwei Lampen, welche als Gratisstrom von der Rechnung in Abzug gelangt; die meisten Abnehmer zahlen ein Jahrespauschale in drei Raten für den Strombezug (K 4·50 pro 10 *W*); die Zahl der ländlichen Abnehmer stieg nach Einführung dieses Tarifs auf das Doppelte, die Einnahmen um 50%. Die Rechnung wird in drei abtrennbaren Sammelkarten eingehoben. Die jährliche Ersparnis gegen das Zählersystem wird mit K 3·50 pro Abnehmer angegeben, abgesehen von den Leerlaufkosten (12 bis 20 *kWh*) der Zähler.

In Leipzig waren Ende 1912 16 293 Pauschalanlagen gegen 5148 Zähleranlagen angeschlossen, erstere brachten eine Einnahme von K 335 pro Jahr und *kW* gegen K 240 als Durchschnittswert aller Anlagen.

Die Oberschlesischen Elektrizitätswerke*) haben einen Pauschaltarif mit Strombegrenzer für Belastungen von 30 bis 1000 *W* eingeführt; der Preis beträgt K 288 pro *kW* und Jahr plus K 7 pro installierte Lampe bis zum Maximalbetrage von K 360. Am 31. Juli 1913 waren 18 000 Pauschalabnehmer angeschlossen; nebenbei gibt es noch 2500 Abnehmer nach dem Wrightschen Höchstverbrauchtarif mit 48 h pro *kWh* bis zu 500 Benutzungsstunden, darüber je 5 h pro kWh. In den letzten zwei Jahren ist die Zahl der Pauschalabnehmer auf das Doppelte gestiegen.

Eine andere Art der Popularisierung wurde in Gothenburg durch das System der Gratisstromlieferung im ersten Jahre (als Ersatz der früheren Gratis-Installationen) bei garantierter Stromentnahme eingeführt. Im April 1914 waren (bei 165 000 Einwohnern) bereits 20 000 Anschlüsse vorhanden. Die Einnahmen stiegen von 1·15 Millionen Kronen vor Einführung des Systems im Jahre 1910 auf 1·6 Millionen Kronen im Jahre 1912, die Bruttoverzinsung von 11·7 auf 18·2%. Neben dem Zählertarif gibt es noch etwa 2500 Pauschalanlagen, welche die gleichen Strombegünstigungen erhalten. Das gleiche System ist auch in Drammen, Boras und anderen Städten Schwedens eingeführt. In Elsterberg wird die Gratisinstallation gegen Zählerautomatentarif mit K 24 garantierter Stromentnahme vorgenommen. (El. World, 23. 5. 1914.)

Chronik.

Internationale Versuche über Ausbreitung elektrischer Wellen. Es ist eine bekannte Tatsache, daß funkentelegraphische Signale sich weder räumlich noch zu verschiedenen Zeiten gleichmäßig fortpflanzen, so daß sie zum Beispiel in der Nacht bedeutend besser gehört werden, als am Tage, über Wasser weiter als am Lande usw., auch wächst dieser Unterschied zwischen Tag- und Nachtempfang mit der Distanz und hängt von der verwendeten Wellenlänge ab. Es ist leicht einzusehen, daß das eingehende Studium dieser merkwürdigen Erscheinungen nicht nur großes praktisches, sondern auch ein erhebliches wissenschaftliches Interesse bietet. Unter anderem darf man hoffen, da die Ursache dieser Erscheinung vermutlich in einer wechselnden Leitfähigkeit der höheren Schichten der Atmosphäre besteht, die durch die ultraviolette Sonnenstrahlung hervorgerufen ist, durch systematisch angestellte Versuche Aufschlüsse zu erhalten über Schichten der Atmosphäre, die sonst auf keine andere Weise der Beobachtung zugänglich sind. Da die Reichweite unserer modernen Großstationen bereits viele tausende von Kilometern umfaßt, ist es nicht mehr möglich, diese Untersuchungen in einem Lande zu absolvieren, sie können nur durch internationalen Zusammenschluß durchgeführt werden.

Es ist daher mit besonderer Freude zu begrüßen, daß sich auf Anregung von Prof. K. Schmidt in Halle und Dr. Robert Goldschmidt in Brüssel eine internationale Vereinigung gebildet hat, die sich das Studium der Ausbreitung elektrischer Wellen, wie sie in der drahtlosen Telegraphie Verwendung finden, zum Ziel gesetzt hat. Nach einer Vorbesprechung im Herbste 1913 hat sich in diesem Frühjahre in Brüssel die Commission Internationale de Télégraphie sans fil scientifique (C. J. T. S. F. S.) konstituiert, bei der die Herren K. Schmidt, Vollmer, Max Wien (Deutschland); Duddell, Eccles, Marchand (England); Benndorf (Österreich); Gerard, Goldschmidt, Lucas, Drumaux (Belgien); Abraham, Ferrié (Frankreich); Wulf (Holland), als Vertreter der einzelnen Länder anwesend waren.

Daß diese Kommission bereits daran gehen konnte, ihre Pläne zu verwirklichen, ist in erster Linie der Munifizenz Herrn Goldschmidts zu danken, der nicht nur eine namhafte Summe, sondern auch seine vorzüglich eingerichtete Großstation in Laeken bei Brüssel der Kommission zur Verfügung gestellt hat.

Als erste Aufgabe, an der sich die Leistungsfähigkeit dieser internationalen Organisation erproben soll, ist die Beobachtung funkentelegraphischer Signale während der Sonnenfinsternis am 21. August dieses Jahres ins Auge gefaßt, weil zu erwarten ist, daß bei dieser so selten wiederkehrenden Gelegenheit sich der Einfluß der Sonnenstrahlung auf die Ausbreitung elektrischer Wellen besonders gut wird studieren lassen. Ein zu diesem Zwecke eingesetztes Subkomitee hatte sich damit zu beschäftigen, das internationale Zusammenarbeiten einer Reihe von Großstationen für diesen Zweck zu erreichen und ein sorgfältig ausgearbeitetes Sendeprogramm zu entwerfen, das nunmehr nach ziemlich mühevollen Vorarbeiten fertig vorliegt.

Als weitere Aufgabe hat sich die Kommission die Beobachtung von Signalen gestellt, die vom Herbste angefangen, von der Station Laeken an bestimmten Tagen, zu festgesetzten Stunden ausgesendet werden sollen.

Um nun die Organisation des Beobachtungsdienstes durchführen zu können, haben sich in den einzelnen Ländern auf Wunsch der Kommission eigene Landeskomitees gebildet. In Österreich besteht dieses Komitee gegenwärtig aus den Herren: Prof. v. Conrad (Czernowitz), Hofrat A. v. Ettingshausen (Graz), Prof. I. v. Geitler (Czernowitz), Prof. Leopold Kann (Wien), Prof. M. Reithoffer (Wien) und dem Unterzeichneten als geschäftsführenden Vorsitzenden.

Da es dem österreichischen Komitee erwünscht ist, Mitarbeiter zu gewinnen, geht an jene, die gesonnen sind, sich an den Arbeiten dieser Kommission werktätig zu beteiligen oder sie anderweitig zu fördern, die Bitte, sich bei dem Unterzeichneten zu melden, der gerne bereit ist, weitere Auskünfte zu erteilen.

Graz, im Juli 1914. *Prof. Dr. Hans Benndorf.*

Physikalisches Institut der Universität Graz.

Literatur-Bericht.

Die Statik des Kranbaues. Mit Berücksichtigung der verwandten Gebiete Eisenhoch-, Förder- und Brückenbau. Von W. Ludwig Andrée. Zweite Auflage. Mit 554 Abbildungen und 1 Tafel. München und Berlin 1913. Druck und Verlag von R. Oldenbourg. Preis geb. Mk. 14.

Das Buch behandelt die Statik sämtlicher Krankonstruktionen: der Laufkrane, der Kranlaufbahnen, der Verladebrücken und Auslegerkrane, der Turm- und Drehkrane, der Portal- und Helgengerüste, der Schwebefähren und Kabelbahnen, der Schwimm- und Werftkrane, der Greifer und Tragorgane, der Fördergerüste und Schrägbrücken und schließlich der Dreh- und Klappbrücken. Bei dieser Anordnung nach dem konstruktiven Inhalt wird auch, was die statische Materie anbetrifft, im allgemeinen von dem einfacheren zu dem schwierigeren fortgeschritten. Die Behandlung der statischen Probleme geschieht je nach Vorteilhaftigkeit graphisch oder analytisch und ist stets leicht verständlich. Auch die Methoden der Behandlung statisch unbestimmter Probleme werden eingehend besprochen. Der ganze Stoff wird im wesentlichen an der Hand von 80 konkreten Beispielen behandelt, ohne daß das Werk deswegen zu einer Beispielsammlung ausarten würde. Das Studium des Buches wird durch die Deutlichkeit der zahlreichen Textfiguren erleichtert. Es kann wärmstens empfohlen werden und sollte in keinem Konstruktionsbureau für Hebe- und Förderzeuge fehlen. *A. Basch.*

Die Maschinenfabrik R. Wolf, Magdeburg-Buckau 1862 bis 1912. Die Lebensgeschichte des Begründers, die Entwicklung der Werke und ihr heutiger Stand von Conrad Matschoss.

Während die Lebensbeschreibungen von Herrschern und Staatsmännern, von Männern der Kunst und Wissenschaft, von zahlreichen Persönlichkeiten, die in intimen Beziehungen zu historischen Figuren standen, zu einer unabsehbaren Literatur angeschwollen sind, sind die Biographien der Pioniere des Handels und der Industrie noch ziemlich vereinzelt geblieben. In dem Rahmen unserer Zeit nimmt aber die Güterproduktion und ihre Verteilung einen immer größeren Raum ein und ihr Einfluß auf die Entwicklung unserer Kultur und das Wohl des Staatswesens wird immer mehr anerkannt und gewürdigt. Es ist deshalb von bedeutendem Interesse, den Lebensgang der Führer auf diesem Gebiete zu verfolgen; die Selbstbiographie von Werner Siemens, die wohl den Anfang damit gemacht hat, bildet ein wichtiges Dokument unserer Zeit und andere Beschreibungen des Lebenswerkes großer Industrie-Kapitäne folgten ihr.

Nun ist auch gelegentlich des 50jährigen Bestandes der Firma R. Wolf in Magdeburg-Buckau aus der Feder des bekannten Historiographen der Technik Conrad Matschoss, eine Festschrift erschienen, die in ausgezeichneter Weise sowohl den Lebenswandel des Begründers als auch die Entwicklung der Firma selbst und ihrer Fabrikate entwirft.

*) E. u. M. 1912, S. 127.

Digitized by Google

Als R. Wolf die Schule absolviert hatte, befand sich die deutsche Maschinenindustrie erst in ihrem Anfange; von Bildungsanstalten aber, welche Maschineningenieure in geeigneter Weise erzogen hätte, gab es damals so gut wie nichts. Wolf aber, der eine unüberwindliche Zuneigung zu dem Fache fühlte, setzte es bei seinen Eltern — der Vater war Gymnasialprofessor — durch, daß er zunächst in der Buckauer Maschinenfabrik, die der geniale Tischbein als Direktor leitete, 2½ Jahre lang als Eleve eine praktische und später in der Halberstädter Gewerbeschule auch eine theoretische Ausbildung sich aneignen durfte. 1851 trat er bei F. Wöhlert in Berlin, in dessen Fabrik gerade der Lokomotivbau aufgenommen wurde, mit einem Salär von 16 Thaler monatlich ein; das war für die damalige Zeit schon eine gut bezahlte Stellung, die dem jungen Techniker sogar ermöglichte, noch Ersparnisse zu machen. 1854 trat er zu der erst zwei Jahre bestehenden, später auch zu hohem Ruhme gelangten Maschinenfabrik und Kesselschmiede G. Kuhn in Stuttgart-Berg über, die wohl damals noch recht klein war, aber dem außerordentlich tüchtigen und genial veranlagten Ingenieur ermöglichte, sich umfassende Kenntnisse auf den verschiedensten Gebieten des Maschinenbaues zu erwerben und sich zu einem vorzüglichen Konstrukteur und Fabriksleiter auszubilden.

Nach achtjähriger Tätigkeit beschloß Wolf, es mit einer eigenen Fabrik zu versuchen und wählte sich zum Felde seiner Tätigkeit den Bau von Lokomobilen, mit deren Entwurf er bei Kuhn sich schon eingehend beschäftigt hatte. Aus der kleinen, mit wenigen Arbeitern ins Leben gerufenen Werkstätte entwickelte sich allmählich eine der größten Maschinenfabriken, die heute eine Fläche von 270 000 m^2 belegt, über 1400 Werkzeugmaschinen verfügt, fast 2 Millionen kWh elektrische Energie für sich verbraucht, 3400 Personen beschäftigt und jährlich für fast 20 Millionen Mark Waren zur Ablieferung bringt.

Auch die sozialen Verpflichtungen, denen sich heute kein großes Unternehmen mehr entziehen darf, fanden bei Wolf rechtzeitig Verständnis. Eine Pensions-Witwen- und Waisenkasse wurde schon 1881 gegründet. Kur- und Erholungshäuser in Braunlage bieten den Beamten und Arbeitern die Möglichkeit, sich in einer an Naturschönheit reichen Gegend des Harzes von den Strapazen ihrer Tätigkeit zu erholen und nach Krankheiten Genesung zu finden. Eine Miete-Sparkasse, bei der die Firma die Einlagen mit 10% verzinst, erleichtert den Arbeitern die pünktliche Zahlung ihres Wohnungszinses. Interessant ist auch, daß den Beamten und Arbeitern täglich zwei- bis dreimal von der Firma unentgeltlich Kaffee zur Verfügung gestellt wird, wodurch der Alkoholmißbrauch fast vollkommen eingedämmt wurde.

Für den Fachkundigen sind die Abschnitte von besonderem Reize, in denen Matschoss die Entwicklung der Fabrikate der Firma sowie der Fabriksanlage und der technischen und kaufmännischen Organisation schildert.

Zahlreiche Federzeichnungen, Skizzen und künstlerisch ausgeführte Autotypien beleben das Studium des geschmackvoll und vornehm ausgestatteten Werkes, dessen Lektüre nicht nur den Fachgenossen, sondern jedem Gebildeten auf das wärmste empfohlen werden kann. *E. Honigmann.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Dampfturbinen.

Die Erfindung des S. Z. de Ferranti in Grindleford Bridge (England) betrifft Turbinen mit von einem äußeren Gehäuse umschlossenen Leitschaufelträger, bei dem der zwischen dem letzteren und dem Gehäuse befindliche Ringraum durch dampfdicht schließende Scheidewände in einzelne Dampfmäntel unterteilt ist, denen das Treibmittel aus der Turbine zuströmt. Bei den bisher bekannten Turbinenanlagen dieser Art wird der Dampf jedem Dampfmantel oder Ringraum durch ein Loch in dem Leitkörper zugeführt, und es ist ein Auslaß für das entstehende Kondenswasser vorgesehen. Dementsprechend bleibt der Dampf in jedem Ringraum im wesentlichen in Ruhe und gibt bekanntlich nicht so gut seine Wärme an den von ihm umschlossenen Leitkörper ab. Um eine bessere Wärmeübertragung zu erzielen und Kondensation zu vermeiden, wird erfindungsgemäß der Dampf zunächst in an sich bekannter Weise überhitzt und einer Schaufelgruppe zugeführt, worin er expandiert und von wo er in einen Ringraum durch einen Kranz von im Leitschaufelträger symmetrisch angeordneten Löchern hindurchtritt, worauf er diesen Ringraum durch die Wandung des äußeren Gehäuses verläßt, um zu einem Zwischenüberhitzer zu gelangen. Dort wird er in an sich bekannter Weise von neuem überhitzt und strömt alsdann in den nächsten Ringraum zwischen Gehäuse und Leitkörper, wo er durch einen Kranz von Löchern auf einen weiteren Satz von Turbinenschaufeln gleichmäßig verteilt wird usw., so daß die dampfdicht abgeschlossenen, den Leitschaufelträger umgebenden Ringräume gleichzeitig als Dampfmäntel und als Durchgangskanäle für den strömenden Dampf dienen. Dadurch, daß jeder zwischen Leitkörper und Gehäuse befindliche Ringraum als Dampfkanal benutzt und von überhitztem Dampf durchströmt wird, wird jede Kondensation verhütet. Nachdem die Löcher in dem Leitkörper in gleichen Abständen ringsum über dessen Umfang verteilt sind und der Leitkörper vollkommen symmetrisch zu seiner Achse ausgebildet ist, zeigt er nicht das Bestreben, seine Form infolge Temperaturschwankungen zu ändern. (D. R. P. Nr. 274 476.)

Um die Luftleere in der Laufradkammer bei Dampf- und Gasturbinen zu vergrößern und eine höhere Luftleere zu erzielen, als sie der Kondensator erzeugen kann, hat man die dem Betriebsstoff verbliebene lebendige Kraft unter Benutzung von Diffusoren nutzbar gemacht. Der Diffusor für axiale Dampfturbinen der Société Anonyme pour l'Exploitation des Procédés Westinghouse-Leblanc in Paris besteht aus zwei Teilen, von denen der erste hinter dem Schaufelkranz der Turbine angeordnete Teil (ein schaufelloser Ringkanal mit divergentem oder konvergent-divergentem Längsschnitt) parallel der Welle liegt und in einen Sammler mündet, an den sich der zweite Teil des Diffusors anschließt, der aus einem divergenten, kegelstumpfförmigen Rohr besteht, welches in den Kondensator der Turbine oder in die Atmosphäre mündet. Die Erfindung will die Schaufeln im Diffusor entbehrlich machen und die Mängel, welche sich aus dem Wegfall der Schaufeln ergeben können, beheben. (D. R. P. Nr. 274 408.)

Die Vorrichtung zur Regelung der Dampfzufuhr bei Dampfturbinen des Emil Mertz in Basel (Schweiz) kennzeichnet sich dadurch, daß mehrere, je mindestens eine Einlaßdüse beherrschende, entlastete Steuerventile durch je zwei, zwei Verzahnungen einer axial verschiebbaren, mit der Ventilspindel gekuppelten Stange gegenüber, entgegengesetzt zueinander angeordnete, von der Turbinenwelle aus in schwingende Bewegung versetzte, unter Federwirkung stehende Schaltklinken geöffnet oder geschlossen werden und daß die beiden Klinken eines jeden Paares durch einen auf einer gemeinsamen, drehbar gelagerten, mit der Hülse eines Reglers verbundenen Welle befestigten Nocken mit den entsprechenden Verzahnungen in oder außer Eingriff gebracht werden, wobei die Nocken in der Umfangsrichtung zueinander versetzt auf ihrer Welle angebracht sind, um eine aufeinanderfolgende Betätigung der verschiedenen Ventile zu erzielen, ferner ist sie gekennzeichnet durch eine Sicherheitsabschlußklappe, welche in einem vor dem Steuerventilgehäuse in die Frischdampfleitung eingeschalteten und mit einem Dampfsieb versehenen Kasten untergebracht ist und das Bestreben hat, unter Federwirkung die Dampfleitung abzuschließen, bei normalem Betriebe aber durch ein Gesperre in der Öffnungslage gehalten wird, das erst bei Überschreitung einer gegebenen Maximaltourenzahl durch eine von zwei mit ihrem einen Ende mit der Turbinenwelle verbundenen, bei Überschreitung der Maximaltourenzahl unter der Einwirkung der Fliehkraft sich streckenden Spiralfedern ausgelöst werden kann. (Schweiz. P. Nr. 62 436.)

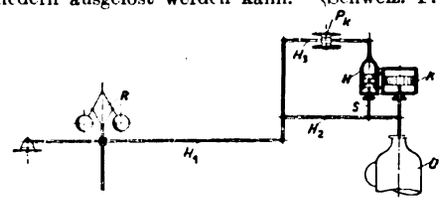


Fig. 1.

Bei der Regelungsvorrichtung für Dampfturbinen der Firma Bergmann-Elektricitäts-Werke, Akt.-Ges. in Berlin (Fig. 1) wird die Bewegung des Drehzahlreglers R außer zur Verstellung des Schiebers S der Hilfssteuerung auch noch zur Beeinflussung einer zweiten Hilfssteuerung H in der Weise benutzt, daß hiedurch der Abschluß der Ölzuflußkanäle zu dem Ölkraftkolben K verzögert und damit der Hub des Dampfeinlaßventils D vergrößert wird, zu dem Zwecke, zwischen Belastung und Leerlauf der Maschine (ganz unabhängig von der Ungleichförmigkeit des Reglers) einen möglichst kleinen Drehzahlunterschied zu erhalten. Bei der dargestellten Ausführung bewegt sich der Schieber S der Hilfssteuerung in einer verstellbaren Hülse H; die Bewegung des Drehzahlreglers wird außer zur Verstellung des Schiebers S der Hilfssteuerung auch noch zur Verstellung der Schieberhülse H entgegengesetzt zur Schieberbewegung benutzt, so daß dadurch der Abschluß der Ölzuflußkanäle zu dem Ölkraftkolben K verzögert und dadurch der Hub des Dampfeinlaßventiles D vergrößert wird, zu dem Zwecke, zwischen Belastung und Leerlauf der Maschine einen möglichst kleinen Tourenunterschied zu erhalten. Hiebei kann die Hebelübersetzung, die zur Einleitung des zusätzlichen Regelvorganges notwendig ist, von Hand oder durch Fenrschaltung eingestellt werden, so daß man in der Lage ist, den Tourenunterschied zwischen Vollast und Leerlauf der Maschine nach Belieben einzustellen. (D. R. P. Nr. 270 381.)

Eine Erfindung der Firma Vereinigte Dampfturbinen-Gesellschaft m. b. H. in Berlin betrifft eine Düsenregelung für Dampf- oder Gasturbinen, bei denen abhängig von dem Drucke vor den Düsen einer Stufe die einzelnen Düsenregelungsorgane hintereinander betätigt werden, indem das jeweils bewegte Regelungsorgan am Ende seines Hubes die Verstellung des nach ihm zu betätigenden Absperrorganes unter Zwischenwirkung einer hydraulischen Steuerung veranlaßt. Sie besteht darin, daß die Auslaßöffnungen im Steuerschieber der Düsenregelungsorgane mit Drosselvorrichtungen versehen sind, so daß während der Verstellung eines Ventils der Druck im jeweiligen Auslaß erhöht und dadurch das die Druckflüssigkeit steuernde Organ so lange in seiner neuen Lage festgehalten wird, als diese Druckerhöhung anhält. (D. R. P. Nr. 272 691.)

Die Firma Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz), verbessert ihre Vorrichtung zur Regelung von Dampf- oder Gasturbinen, die mit Ölsteuerung

Digitized by Google

für das Haupteinlaßventil und Zusatzventil versehen ist. Bei diesen wirkt das Drucköl nach Anheben des Zusatzventiles auf eine vergrößerte Fläche des zugehörigen Hilfsmaschinenkolbens, oder aber es wird eine Abflußöffnung für das in diesem Fall auf Schließen wirkende Drucköl freigegeben. Bezweckt wird hiedurch, daß das betreffende Zusatzventil sofort in seine Endlage bewegt wird und dadurch den Dampf zu weiteren Stufen oder weiteren Düsen derselben Stufe strömen läßt, ohne ihn zu drosseln. Bei dem plötzlichen Öffnen des Zusatzventiles findet aber eine Rückwirkung in Gestalt eines derartigen Druckabfalls in der Druckölleitung statt, daß sich das Haupteinlaßventil um einen das zulässige Maß überschreitenden Betrag senkt. Um nun diese Rückwirkung auf die Steuerung gering zu halten, ja sogar praktisch ganz zu vermeiden, verwendet man gemäß der Erfindung die unter dem Einfluß des Geschwindigkeitsreglers stehende Einrichtung zur Betätigung des Zusatzventiles nicht als Kraftkolben selbst für das Zusatzventil, sondern nur als Steuerschieber (Relais), welcher den Kraftkolben des Zusatzventiles zu steuern hat, indem er eine besondere, nicht unter dem Einfluß des Geschwindigkeitsreglers stehende Kraftquelle, zum Beispiel in Gestalt einer Druckleitung, ein- bezw. ausschaltet. Diese Umwandlung hat den Vorteil, daß nunmehr nur der kleine Schieber in die vom Regler beeinflußte Druckölsteuerleitung des Hauptventiles eingeschaltet ist, dieser Schieber aber, wenn er der Steuerleitung plötzlich Öl entzieht, nur sehr geringe Ölmengen verbraucht, wodurch eine Rückwirkung auf die Steuerung des Haupteinlaßventiles vermieden wird. Die beiden Druckölleitungen (Steuerungsleitung und besondere Leitung für den Kolben der Hilfsmaschine) werden entweder, wenn nur eine Druckquelle vorhanden ist, durch getrennte Druckregelventile gespeist, oder aber von zwei ganz unabhängigen Kraftquellen mit Öl versorgt. Der Steuerschieber steuert im Zu- und Ablauf des Drucköls für die Hilfsmaschine des Zusatzventils, das heißt er schließt den Ölablauf, wenn das Zusatzventil geschlossen werden soll, und schließt den Zulauf, wenn das Ventil geöffnet werden soll oder umgekehrt. (D. R. P. Nr. 269 939.)

Von der Firma Harlé & Cie. in Paris stammt eine Regelungsvorrichtung für Abdampfmaschinen in Anlagen mit unterbrochen arbeitenden Hauptmaschinen, die den Abdampfmaschinen Frischdampf beim Nachlassen der Abdampfmenge zuführt, und einem Dampfspeicher, welcher die Form einer in einen Wasserbehälter gesetzten Glocke (wie etwa bei einem Gasometer) hat, und bezweckt, eine Gleichmäßigkeit des Ganges der Anlage dadurch zu erzielen, daß die Umstellung von Frischdampf auf Speicherdampf und umgekehrt durch die Bewegung der Gasometerglocke des Dampfspeichers herbeigeführt wird. (D. R. P. Nr. 260 508.)

Dieselbe Firma gibt eine Regelungsvorrichtung für Abdampfmaschinen an, denen Dampf aus Glockendampfspeichern oder Frischdampf beim Nachlassen der Abdampfmenge zugeführt wird und bei denen die Beeinflussung des Reglers der Maschine auf die Absperrorgane der Abdampf- und Frischdampfleitung nach der Stellung der Speicherglocke geändert wird. Diese Vorrichtung (Fig. 2) unterscheidet sich von bekannten dieser Art dadurch, daß die Angriffspunkte M, N der vom Regler I für die Bewegung der Absperrorgane e, f dienenden Gestänge M^1, N^1 derart verstellt werden, daß der eine Drehpunkt M bei Nichtentnahme von Dampf aus dem Speicher C in unmittelbarer Nähe des Hebeldrehpunktes B, bei zunehmender Dampfentnahme aus dem Speicher dagegen von dem Drehpunkt B mehr oder weniger entfernt liegt. Die Verstellung der Angriffspunkte M, N erfolgt hiebei durch eine dieselben tragende, in dem Reglerhebel A drehbar gelagerte Scheibe E, die durch geeignete Mittel von der Tauchglocke gedreht wird. Die Angriffspunkte könnten auch auf dem Reglerhebel A in seiner Längsrichtung verstellt werden. (D. R. P. Nr. 270 125.)

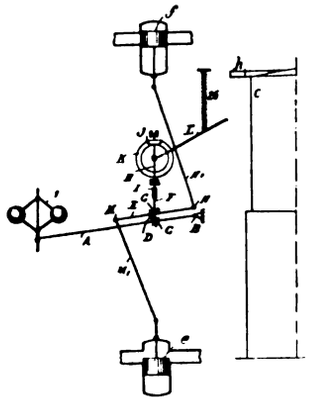


Fig. 2.

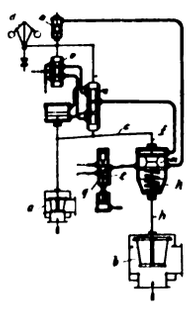


Fig. 3.

Von der gleichen Firma rührt noch eine weitere Regelungsvorrichtung für die Niederdruckmaschine einer Dampfmaschinenanlage, die eine mit Unterbrechungen betriebene Hochdruckmaschine, einen Dampfsammler von Gasometerform mit veränderlichem Volumen und eine beständig laufende Niederdruckmaschine, zu der eine Frischdampfleitung führt, her, die sich dadurch kennzeichnet, daß beim Niedergehen der Dampfsammlerglocke in ihre untere Endstellung im Dampfsammler eine Druckverminderung, beispielsweise durch Eintauchen eines mit der Glocke verbundenen Schwimmkörpers in das Wasser des Dampfsammlers oder durch Aufnahme eines Teiles des Gewichtes der Glocke durch elastische Tragorgane, herbeigeführt wird, welche Druckverminderung unter Vermittlung eines unter der Wirkung des im Dampfsammler herrschenden Druckes stehenden Kolbens zur Betätigung der beiden in der Abdampf- und Frischdampfzuleitung zur Niederdruckmaschine angeordneten Ventile dient. Wenn die beständig laufende Niederdruckmaschine mit einem eigenen Regler versehen ist, so betätigt die Dampfsammlerglocke bloß ein Ventil, das in der Abdampf- oder in der Frischdampfzuleitung zur Niederdruckmaschine angeordnet ist. Der Regler der Niederdruckmaschine ist hiebei so eingerichtet, daß seine Wirkung auf jenes der beiden von ihm beeinflußten, in der Abdampf- und Frischdampfleitung angeordneten Ventile, dem das von der Dampfsammlerglocke betätigte Ventil vorgelagert ist, erst dann anfängt, nachdem er das andere von ihm abhängige Ventil geschlossen hat. (Ö. P. Nr. 63.359.)

Bei der Sicherheitsvorrichtung für Abdampf- und Zweidruckturbinensteuerung mit Glockenakkumulator, bei der die Umsteuerung von Frischdampf auf Abdampf und umgekehrt durch einen Druckregler in Abhängigkeit vom Dampfdruck im Akkumulator erfolgt, der Firma Bergmann-Elektricitäts-Werke Akt.-Ges. in Berlin wird der bewegliche Teil des Druckreglers durch die Glocke kurz vor ihrer oberen Endlage mittels einer Hilfsvorrichtung in seiner zugehörigen Lage gesperrt, so daß die bei niedriger Glockenstellung durch den Druckregler vollzogene Umsteuerung von Frischdampf auf Abdampf auch bei etwa auftretenden Druckschwankungen aufrechterhalten bleibt. Die Sperrung des Druckreglers kann mit Hilfe eines Gestänges bewirkt werden. Die Glocke kann auch durch Betätigung einer Kontaktvorrichtung den Stromkreis eines Magneten schließen, der den beweglichen Teil des Druckreglers festhält. Auch kann die Glocke einen Steuerhebel verstellen und damit einer Druckflüssigkeit freien Zutritt zu einem mit dem Druckregler verbundenen Kolben geben. (D. R. P. Nr. 273 669.)

Die Regelungsvorrichtung zur Aufrechterhaltung einer gleichbleibenden Umdrehungszahl für Zweidruckdampfmaschinen, insbesondere Dampfturbinen, der Firma Vereinigte Dampfturbinen-Gesellschaft m. b. H. in Berlin (Fig. 3), bei denen unter Zwischenschaltung einer Hilfsmaschine das Abdampfeinlaßorgan entgegen der Wirkung einer Gegenkraft abhängig von dem jeweiligen Abdampfdruck bezw. der Abdampfmenge beeinflußt und die Belastung des Geschwindigkeitsreglers geändert wird, unterscheidet sich von bekannten Regelungsvorrichtungen dadurch, daß der sich jeweils in der Steuerungskammer u des Abdampfeinlaßorgans einstellende Flüssigkeitsdruck derart auf die Muffenbelastungsfeder des Fliehkraftreglers übertragen wird, daß bei sinkendem Abdampfdruck eine Vergrößerung der Muffenbelastung stattfindet. Das mit dem Druck- oder Mengenregler verbundene Steuerorgan der Hilfsmaschine kann mit einem Entlastungskolben t für die Steuerungskammer u versehen sein. (D. R. P. Nr. 275 079.)

Die Erfindung des Arthur Rozinek in Karolinenthal bei Prag bezieht sich auf eine Regelung für Frischdampf-Abdampfturbinen und bezweckt, den verfügbaren Abdampf zur Arbeitsleistung heranzuziehen und nur die zusätzliche Leistung durch Frischdampf zu besorgen. Sie besteht darin, daß das Abdampfsteuerorgan mittels hydraulischen Ferngestänges derart betätigt wird, daß ein der Reglerstellung entsprechend eindeutig abgestimmter Öldruck auf den federbelasteten Kolben dieses Ventils wirkt, wobei die Federspannung und damit der Ventilhub durch den Speicherdruck derart beeinflußt wird, daß der jeweils verfügbare Abdampf zur Leistungsabgabe herangezogen wird. (D. R. P. Nr. 274 398.)

Bei Turbinen, die mit Abdampf aus einem Wärmespeicher veränderlichen Druckes und mit Hilfsdampf betrieben werden, hat man die Umsteuerung des Treibmittels mit Hilfe eines auf die Druckänderungen des Wärmespeichers einspielenden Reglers bewirkt, der die Ventile für Abdampf bezw. Hilfsdampf bewegt. Dabei geschieht die Dampfumstellung selbsttätig in der Weise, daß bei allmählicher Entleerung des Speichers und geringer werdendem Speicherdruck der Abdampf aus- und der Hilfsdampf eingeschaltet wird und umgekehrt. Diese Einrichtung läßt sich für Dampfspeicher mit nahezu gleichbleibendem Druck naturgemäß nicht gebrauchen. Bei Wärmespeichern der Gasometerart hat man mit der Glocke des Speichers einen Tauchkörper verbunden der in der Endlage der Glocke in ein Gefäß mit Hilfsflüssigkeit eintaucht und in diesem Gefäß einen veränderlichen hydrostatischen Druck erzeugt, der auf den Druckregler einwirkt. Demgegenüber bewirkt Carl Schmidt in Mülheim, Ruhr, die Umsteuerung von Abdampf- auf Hilfsdampf oder umgekehrt durch einen bereits vorhandenen, vom Speicherdruck unabhängigen Dampfdruck, der auf den Regler übertragen wird. Bei dieser Einrichtung werden für die Umsteuerung der Turbine von Abdampf auf Frischdampf keinerlei weitere besondere Einrichtungen am Speicher benötigt, da hinter oder vor dem Frischdampfzusatzventil bei Erreichung des kleinsten Speichervolumens eintretenden Spannungsänderungen dazu benutzt werden, auf einen Druckregler bekannter Art einzuwirken. (D. R. P. Nr. 273 811.)

Die Entlastungsvorrichtung für vereinigte Gleichdruck- und Überdruckturbinen mit Abdampf- und Frischdampfbetrieb der Firma Melms & Pfenninger G. m. b. H. in München-Hirschau ist dadurch gekennzeichnet, daß die für den Abdampfbetrieb erforderliche Entlastungsfläche durch einen hinter den Gleichdruckteil eingeschalteten Überdruckteil, dessen Trommeldurchmesser größer ist als der Durchmesser des nachgeschalteten Überdruckteiles, so unterteilt wird, daß die Entlastung bei allen Betriebszuständen mit Frischdampf und Abdampf erzielt wird. (D. R. P. Nr. 274 640.)

Nach dem Verfahren zum Betriebe von Dampfkraftmaschinenanlagen, insbesondere Dampfturbinenanlagen, in denen der Abdampf einer oder mehrerer Hilfsmaschinen in den Niederdruckteil einer oder mehrerer Hauptdampfmaschinen geleitet wird, der Firma Actien-Gesellschaft Görlitzer Maschinenbau-Anstalt u. Eisengießerei in Görlitz wird der für die Hilfsmaschine benötigte Frischdampf der

Digitized by Google

Hauptfrischdampfleitung *C* (Fig. 4) hinter dem Schnellschlußventil *D* der Hauptdampfmaschine entnommen. Beim Ingangsetzen der Anlage wird die Frischdampfleitung *L* der Hilfsmaschine zunächst vor dem Schnellschlußventil *D* der Hauptdampfmaschine und erst nach der Öffnung des Schnellschlußventils hinter diesem in die Hauptfrischdampfleitung eingeschaltet. Zu diesem Zweck ist ein selbsttätiges Umschaltventil *G*, das die vor dem Schnellschlußventil *D* der Hauptmaschine an die Hauptfrischdampfleitung angeschlossene Frischdampfleitung *L* der Hilfsmaschine hinter das Schnellschlußventil schaltet, wenn die Hauptmaschine angelassen wird, vorgesehen. Die mit der Frischdampfleitung *L* der Hilfsmaschine dauernd in Verbindung stehende Kammer *H* wird mittels zweier Ventile *O* und *P* vor oder hinter dem Schnellschlußventil *D* der Hauptfrischdampfleitung *C* zugeschaltet. Von zwei auf einer gemeinsamen Ventilspindel *N* sitzenden Ventilkegeln *O* und *P* ist einer (*P*), die Verbindung der Kammer *H* mit der Hauptfrischdampfleitung *C* vor dem Schnellschlußventil *E* herstellend, entlastet und der andere (*O*), die Verbindung der Kammer *H* mit der Hauptfrischdampfleitung *F* und *C* hinter dem Schnellschlußventil *D* bewirkend, nicht entlastet, so daß der letztere von dem in der Kammer *H* herrschenden Frischdampfdruck auf seinen Sitz *O'* gepreßt wird. Eine Spiralfeder *R* öffnet bei Spannungsausgleich in den beiden Kammern *H* und *F* ein Ventil *O* und schließt das andere Ventil *P* und schaltet dabei die Frischdampfleitung *L* der Hilfsmaschine hinter das Schnellschlußventil *D*. Die Ventilkörper *O* und P sind mit zylindrischen Ansätzen *o* und *p* versehen, die verhindern, daß sich ein Ventil öffnet, bevor das andere geschlossen ist.

(D. R. P. Nr. 273 179.)

Von Arthur Rozinek in Karolinenthal bei Prag stammt eine Schaltungseinrichtung für Kondensationsantriebsturbinen, deren Abdampf in die Hauptturbine geleitet wird. Bei solchen Anlagen fällt der Druck in der betreffenden Zwischenstufe, in die der Auspuffdampf der Kondensationsturbine geleitet wird, mit abnehmender Belastung der Hauptturbine, die Hilfsturbine verarbeitet daher ein wachsendes Gefälle ungünstiger, weil sich eine Drosselung des Frischdampfes durch die Regelung, also ein Drosselverlust, weiters ein ungünstigerer Wirkungsgrad ergibt, während für die mit günstigem Wirkungsgrad arbeitende Hauptturbine ein geringeres wirksames Wärmegefälle des Hilfsdampfes erübrigt. Um diese Nachteile zu verhindern, läßt er den Hilfsdampf mit einer getrennten Düsengruppe auf das als Hochdruckteil angeordnete Geschwindigkeitsrad der Hauptturbine arbeiten, in der Weise, daß der Druck vor den Düsen bei gleichdleibender Leistung der Kondensationsantriebsturbine gleichbleibt. Da nun die Leistung der rotierenden Kondensationspumpe über den ganzen Leistungsbedarf der Hauptturbine nahezu unveränderlich ist und der Gegendruck gleichbleibt, wird die Antriebsturbine ein gleichbleibendes Wärmegefälle verarbeiten und auch der Hauptturbine ein gleichbleibendes Gefälle trotz Belastungsänderungen der Hauptturbine zuführen. (Ö. P. Nr. 65 438.)

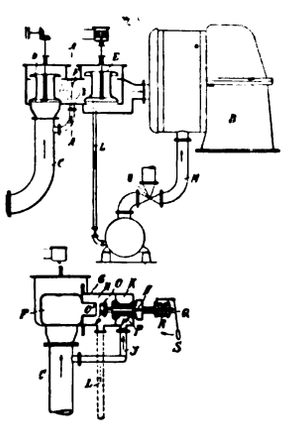


Fig. 4.

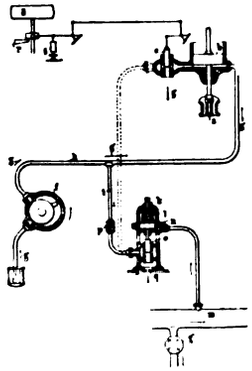


Fig. 5.

Die Erfindung der Firma Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin betrifft ein mit Kraftkolben versehenes Wechselventil für Kraftmaschinen, insbesondere Turbinen, bei denen der Abdampf bezw. die Abgase einer oder mehrerer Hilfsmaschinen einer Zwischenstufe der Dampfturbine zugeführt und bei Unterschreitung eines bestimmten Druckes an dieser Zuführungsstelle eine Umschaltung der Ausflußleitung der Hilfsmaschine vorgenommen wird. Die Erfindung besteht darin, daß die auf den Kraftkolben des Wechselventiles einwirkenden Verstellungsdrücke vor und hinter einer in der Verbindungsleitung zwischen Hilfsmaschine und Zwischenstufe der Hauptmaschine vorgesehene Drosselung entnommen werden. Hiebei kann die nach der Zwischenstufe führende Ventilöffnung als Drosselung ausgebildet sein. Auch kann das Abschlußorgan nach der Zwischenstufe hin als Schieber und das nach dem Kondensator bezw. der Atmosphäre abschließende Organ als Ventil ausgebildet sein.

(D. R. P. Nr. 275 078.)

Da die Gegendruckturbinen, deren Abdampf gewöhnlich zu Heizzwecken Verwendung findet, und deren Gegendruck bei variabler Heizdampfmenge oder variabler Belastung der Turbine in engen Grenzen automatisch konstant erhalten werden soll, meistens zum direkten Antrieb von elektrischen Maschinen dienen und mit anderen Kraftmaschinen parallel auf ein Kraftnetz arbeiten, so sucht man die höchstmögliche Ökonomie der Anlage zu erreichen. Um dies zu erreichen, richtet die Maschinenfabrik Oerlikon in Oerlikon (Schweiz) die Reguliervorrichtung an Gegendruckturbinen derart ein, daß neben der normalen Öldrucksteuerung mit dem Fliehkraftregulator und dem Frischdampfschieber eine zweite umstellbare Öldrucksteuerung, welche unter dem Einfluß des Abdampfdruckes steht, so angeordnet ist, daß der Dampfdurchgang zwischen dem erwähnten und einem zweiten Frischdampfschieber entsprechend den Betriebsverhältnissen von jeder der beiden Öldrucksteuerungen vergrößert oder verkleinert werden kann.

(Schweiz. P. Nr. 63 415.)

Auch die Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) gibt eine Einrichtung zur Regelung von Gegendruckturbinen an, die mit anderen Kraftmaschinen für elektrischen Antrieb parallel geschaltet sind. Bei dieser Einrichtung steht das Einlaßventil *a* (Fig. 5) der Gegendruckturbine sowohl unter dem Einfluß eines Geschwindigkeitsreglers *d*, als auch unter dem der Spannung in der Gegendruckleitung *m*. Die Erfindung besteht darin, daß der Geschwindigkeitsregler *d* der Turbine in seinen Stellungen derart begrenzt ist, daß sich die Reglermuffe nur soweit in der einen Richtung (bei vertikaler Reglerspindel zum Beispiel nach abwärts) bewegen kann, daß der Schieber *c* der Hilfsmaschine *b* für das Einlaßventil *a* den Druckflüssigkeitsabfluß fast schließt, wogegen nach der entgegengesetzten Richtung hin eine Begrenzung derart erfolgt, daß der Regler zum Beispiel erst bei der höchsten Tourenzahl, welche die parallel geschalteten Maschinen bei Leerlauf annehmen können, anfängt anzusprechen, so daß der auf konstanten Dampfdruck in der Gegendruckleitung regelnde Nebenregler *k* allein die Hilfsmaschine des Einlaßventils beherrscht.

(Ö. P. Nr. 65 272.)

Durch das Verfahren zum Betriebe von Anzapfturbinen der Firma Vereinigte Dampfturbinen-Gesellschaft m. b. H. in Berlin soll eine Verbesserung des Dampfverbrauches bei Anzapfturbinen herbeigeführt werden. Die Ausnutzung der an der Anzapfstelle abgeführten Dampfmenge in der Hochdruckstufe ist nämlich unter gewissen Verhältnissen, zum Beispiel bestimmten Belastungen, nur dann günstig, wenn es sich um größere Anzapfdampfmengen handelt, und zwar muß diese Anzapfdampfmenge um so größer sein, je kleiner die Belastung der Maschine ist. Bei geringerer Anzapfdampfmenge ist es dagegen wirtschaftlicher, die benötigte Dampfmenge unmittelbar der Verbrauchsstelle zuzuführen, ohne dieselbe erst in der Hochdruckstufe Arbeit verrichten zu lassen. Die Erfindung verwertet nun diese Erkenntnis, indem nach ihr bei Unterschreitung einer Mindestanzapfdampfmenge abhängig von der Belastung die an die Anzapfleitung angeschlossenen Dampfverbrauchsstellen mit Dampf gespeist werden, der in der Turbine noch nicht gearbeitet hat, während bei größeren Anzapfmengen die Dampfzuführung zu der Verbrauchsstelle derart umgeschaltet wird, daß auch dieser Dampf zunächst in der Hochdruckstufe der Turbine arbeitet. Die Umschaltung von der einen Betriebsart auf die andere findet bei um so kleineren Anzapfmengen statt, je größer die Belastung ist. (D. R. P. Nr. 272 122.)

Die Erfindung der Firma Melms & Pfenninger G. m. b. H. in München-Hirschau hat eine selbsttätige Regelung von Anzapfturbinen zum Gegenstande, bei denen der Fliehkraftregler das Frischdampf- und das Überströmventil in gleichem Sinne verstellt. Durch die Erfindung soll der Druck an der Anzapfstelle in praktischen Grenzen konstant erhalten bleiben. Der Fliehkraftregler verstellt in bekannter Weise gleichzeitig das Frischdampfventil und das Überströmventil entweder direkt oder unter Vermittlung eines Kraftgetriebes. Gegenüber dieser bekannten Verstellung besteht nun die Erfindung darin, daß der Heizdampfdruck unabhängig von der Beeinflussung des Frischdampfventils durch den Fliehkraftregler auf letzteres derart einwirkt, daß es bei steigendem Heizdampfbedarf, also sinkendem Druck an der Entnahmestelle mehr geöffnet und bei sinkendem Heizdampfbedarf, also steigendem Druck, an der Entnahmestelle auf seinen Sitz zu bewegt wird. Diese Einwirkung des Anzapfdruckes erfolgt beispielsweise durch einen federbelasteten Kolben, wobei der höchst zulässige Unterschied im Entnahmedruck für größte und kleinste Dampfentnahme durch die Wahl der Feder festgelegt werden kann.

(D. R. P. Nr. 275 288.)

Um bei Anzapf-Dampf- oder -Gasturbinen ein Eindringen des nicht der Steuerung durch den Fliehkraftregler unterliegenden Frischdampfzusatzes in die Turbine und damit ein Durchgehen derselben zu verhindern, ist es üblich, in die zu Heiz- oder Kochapparaten führende Anzapfleitung Rückschlagventile zwischen der Turbine und der in die Anzapfleitung mündenden Frischdampfzuführungsleitung einzubauen. Dieses Rückschlagventil wird aber seinen Zweck nicht erfüllen, falls aus irgendwelchen Gründen (Klemmen oder dgl.) das Rückschlagventil nicht von dem im Bedarfsfalle unmittelbar in die Anzapfleitung strömenden Frischdampf geschlossen werden kann. Die Einrichtung zur Sicherung gegen das Durchgehen der Turbine der Firma Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) erreicht ihren Zweck dadurch, daß das Rückschlagventil *c* (Fig. 6) in Abhängigkeit gebracht wird von dem Drucke hinter dem Hauptabschlußorgan *i* der Turbine *T*, das heißt vor dem Hauptregulierventil *k* derselben, und zwar in der Weise, daß das Rückschlagventil *c* beim Sinken des Druckes unter ein gewisses Maß selbsttätig die Anzapfleitung *a* abschließt. Die Stelle nach dem Hauptabschlußorgan *i* steht mit dem einen Ende eines Zylinders *e* in Verbindung, in dem ein unter einem Druck stehender Kolben *d* verschiebbar angeordnet ist, dessen

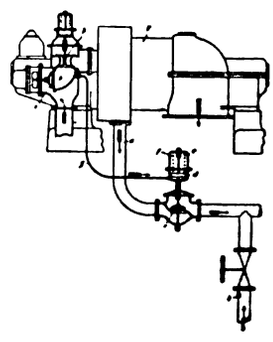


Fig. 6.

Digitized by Google

Kolbenstange bei einer entsprechenden Bewegung das Rückschlagventil c in der Anzapfleitung a schließen kann. Der Kolben d kann als Differentialkolben ausgebildet sein. Die Spindel des Rückschlagventiles c muß nicht starr mit der Stange des erwähnten Kolbens verbunden sein, so daß es auch von dem in die Anzapfleitung strömenden Frischdampf geschlossen werden kann. (Schweiz. P. Nr. 63 670.)

Zur Versteifung von Turbinentrommeln und zur Aufnahme der auf die Trommeln wirkenden Zentrifugalkräfte ordnet die Firma Vulcan-Werke Hamburg und Stettin Act.-Ges. in Hamburg im Inneren der Trommel besondere Scheiben gleicher Festigkeit an. Die Scheiben können in erwärmtem Zustande in die Trommel eingesetzt werden, so daß die Scheiben bereits im normalen Zustande eine Vorspannung besitzen. (D. R. P. Nr. 274 606.)

Johannes Dahl in Groß-Flottbeck bei Hamburg versieht den Versteifungsdraht bei einer Versteifung von Turbinenschaufeln mit durch die Schaufeln hindurchgeführten Drähten mit Nuten oder Vorsprüngen, welche die Abstände der Schaufeln sichern, und hält den Versteifungsdraht in den Schaufelbohrungen durch einen zweiten Draht fest. (D. R. P. Nr. 271 644.)

Dr. Gustav Tommann in Göttingen gibt eine Kobalt-Chromlegierung für Maschinenteile, insbesondere für Gas- und Dampfturbinen an, die bei hoher Temperatur einer hohen mechanischen Beanspruchung ausgesetzt sind und dementsprechend eine hohe mechanische Widerstandsfähigkeit besitzen müssen. Sie besteht darin, daß zu ihrer Herstellung 20 bis 33% Chrom und 80 bis 67% Kobalt verwendet werden. Dabei kann die Legierung einen Zusatz an Eisen, Nickel oder einem anderen Metall erhalten, der bis 25% der Kobalt-Chromlegierung beträgt. (D. R. P. Nr. 270 750.)

Zum Ausgleich der verschiedenen Axialausdehnungen der Turbinenwelle und der auf dieser angeordneten, mit ihren Naben aneinanderstoßenden Turbinenräder spannt die Firma Vereinigte Dampfturbinen-Gesellschaft m. b. H. in Berlin die Naben der Turbinenräder zwischen den auf der Welle verschiebbaren Außenstopfbüchsen nachgiebig ein. Um die Verschiebbarkeit zu erzielen, werden zwischen einem oder mehreren auf der Welle festgelegten Punkten und den Naben der Turbinenräder oder den an diesen Naben unmittelbar anstoßenden Stopfbüchsenteilen nachgiebige Platten, Federn oder andere nachgiebige Mittel angeordnet, welche die infolge der ungleichen Erwärmung der Turbinenwelle und des durch die Naben der Turbinenräder gebildeten Hohlkörpers entstehenden Spannungsunterschiede in axialer Richtung aufnehmen. (D. R. P. Nr. 264 249.)

Die Firma Fried. Krupp, Aktiengesellschaft Germaniawerft in Kiel-Gaarden gibt eine Leitvorrichtung für Dampfturbinen an, die sich von bekannten dadurch unterscheidet, daß der Schaufelkranz aus zwei quer zur Richtung des strömenden Dampfes voneinander getrennten, den Ein- und Auslauf des Dampfes regelnden Schaufelsystemen besteht, von denen das eine so ausgebildet ist, daß es außer zur Führung des Dampfes in erster Linie zur Erfüllung der Festigkeitsbedingungen des Kranzes dient, während das zweite System lediglich für die Zwecke einer genauen Dampfführung ausgebildet ist. (Schweiz. P. Nr. 62 435.)

Dr. Ing. Paul Müller in Hannover gibt einen Mischvorwärmer für das Kondensat aus Oberflächenkondensatoren von Dampfturbinen an. Bei diesem schließt sich unterhalb der Mischstelle eine Wassersäule an, damit das erwärmte Kondensat aus dem Mischraum gegen eine höhere Spannung ausfließt, als an der Mischstelle herrscht, ohne daß es hinausgepumpt wird. Hiebei kann der Dampf, der die Turbinenwelle gegen Außenluft abgedichtet hat, mit dem Kondensat gemischt werden. Es können mehrere Einzelnvorwärmer unmittelbar übereinander angeordnet sein, um das Kondensat stufenweise erwärmen zu können, ohne es stufenweise pumpen zu müssen.

(D. R. P. Nr. 274 333.)

Briefe an die Redaktion.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Die neutrale Kommutierungszone.

Bei einer wissenschaftlichen Kontroverse kommt es in erster Linie darauf an, im klaren darüber zu sein, welche Meinungsverschiedenheiten eigentlich vorliegen. Denn wenn Differenzen, wo keine da sind, und Gleichheit, wo in der Tat wesentliche Unterschiede bestehen, angenommen werden, dann ist die Förderung der Wissenschaft, welche doch der Zweck der Diskussion ist, nicht zu erwarten. Die Aufklärung genannter Mißverständnisse ist der Zweck dieser Zeilen.

Herr M. Latour hat in E. u. M. 1913, Heft 30, Seite 633, einen Aufsatz unter dem Titel „Kommutierung in der wirklichen neutralen Zone" veröffentlicht, der offenbar geschrieben wurde, bevor die Diskussion, welche zwischen ihm und mir in The Electrician 1913, March 21, Seite 1103; April 11, Seite 24; May 23, Seite 268; June 27, Seite 502, stattfand, zu einem Abschluß gelangte. Latour hat mehrmals gesagt, und verschiedene Autoren, so zum Beispiel Rudolf Richter in E. u. M. 1913, Heft 16, Seite 354, haben sich in demselben Sinne geäußert, daß seine Theorie meinen Ausführungen über Kommutierung „sehr ähnlich" sei. Dies ist zu Anfang der erwähnten Diskussion in The Electrician von Latour auch noch behauptet worden. Um nun aus seinem Vergleich einen richtigen Begriff über die Sachlage zu gewinnen, muß man natürlich die Theorie von Latour kennen. Diese ließe sich zwar durch ein genaues Studium der Veröffentlichungen desselben feststellen; dank der Diskussion hat er selber seine Grundideen deutlich angegeben. Seine Ansicht ist nun, daß zur Erreichung der vollkommenen Kommutierung „ein bestimmtes positiv magnetisches Feld unter dem Wendepol vorhanden sein muß", jedoch so, daß wegen anderweitig vorhandener negativer Felder das „mittlere" Feld neutral ist. Dies ist jedoch genau dasselbe was von der üblichen Theorie angenommen wird und was auch schon in den frühesten Berechnungen, lange Zeit vor dem Erscheinen der Latourschen Veröffentlichungen, angewendet wurde. Was Latour „wirklich neutrale Zone" nennt, ist, wie er deutlich sagt, als eine „mittlere" Neutralität gemeint. Da nun, nach ihm, unter dem Wendepol ein bestimmtes positiv magnetisches Feld notwendig ist und das Feld im Durchschnitt neutral sein muß, so würde es eben deswegen außerhalb des Wendepolfeldes in entsprechender Ausdehnung und Stärke negativ magnetisch sein müssen. Also, wenn man die Latoursche Ansicht als richtig annimmt und von unbedeutenden Übergangsstellen absieht, dann wäre, was er „wirklich neutrale Zone" nennt, in Wirklichkeit nirgends neutral! Zwischen der Theorie Latour und der Theorie der Arnoldschen Schule besteht mithin in der Grundanschauung nur ein Schein eines Unterschiedes: erstere legt Nachdruck auf die Neutralität des „mittleren" Feldes, aber mit der Bedingung, daß „ein bestimmtes positiv magnetisches Feld unter dem Wendepol vorhanden sein muß"; letztere setzt dieses positive Feld in den Vordergrund, nimmt jedoch auch die Neutralität des mittleren Feldes als entschieden erforderlich für vollkommene Kommutierung an.

Oben habe ich von der Theorie der Arnoldschen Schule gesprochen. Ohne den Anteil, der Latour an der Entwicklung der Kommutierungstheorie zukommt*), im geringsten schmälern zu wollen, darf man, meine ich, wegen Arnolds hervorragender Tätigkeit auf diesem Gebiete, alle Theorien, die auf wesentlich derselben Grundanschauung wie die seinige beruhen, zur Arnoldschen Schule zählen**).

Auf die mittlere Neutralität des Kommutierungsfeldes, die die Arnoldsche Schule jetzt deutlich ausspricht, zurückkommend, herrschte darüber, als ich mit der Diskussion über die Kommutierung anfing, durchaus noch keine allgemeine Klarheit, obgleich sie bei Berechnungen schon längst angewendet wurde. Erst als Erwiderung auf meine Ausführungen hat Arnold E. T. Z. 1907, Seite 1072, sich darüber ausgesprochen, daß die Theorie auf positive und negative Felder, die „ganz getrennt" sind und deren Wirkungen einander „kompensieren sollen", gegründet sei. Dabei soll, wie er E. u. M. 1911, Heft 48, Seite 996, nochmals betont hat: „Die Anwesenheit eines wirklichen magnetischen Feldes, und zwar eines ganz bestimmten positiven Feldes in der Kommutierungszone das vom Wendepol in den Anker übertritt" notwendig sein. Nun passen aber alle diese Behauptungen Arnolds vollkommen zu der Theorie Latour, deshalb sind die Gründe, mit welchen ich öfters gegen die Arnoldschen Ansichten hervorgetreten bin, auch gegen die Latourschen gültig. Die Fig. 3 und 4 meines Aufsatzes: „Die neutrale Kommutierungszone", E. u. M. 1913, Heft 26, Seite 549, zeigen nach meinen Erörterungen den wahren Verlauf des magnetischen Flusses mit den neutralen Stellen unter den Bürsten und unter den Wendepolen. Meine Figuren bezwecken ja in den Grundanschauungen den Gegensatz eben dadurch darzustellen, daß sie dort, wo die Arnoldsche Schule bestimmte magnetische Felder annimmt, neutrale zeigen. Sowohl nach Arnold, wie nach Latour würden meine Figuren entschieden falsch sein, denn beide behaupten ja, daß gerade dort, wo nach mir das Feld neutral ist, „ein bestimmtes positiv magnetisches vorhanden sein muß". Daß die Theorie Latour zu der Arnoldschen Schule gehört, hatte ich schon längst daran erkannt, daß beide dieselbe Berechnungsweise der Wendepolwicklung anwenden, unter Annahme eines bestimmten positiv magnetischen Feldes unter dem Wendepol, wo nach meinen Erörterungen das Feld neutral ist. Die Experimente, welche ich zur Prüfung der Theorien vorgeschlagen habe***), sind ebenso geeignet über die Theorie von Latour, wie über jede andere Theorie der Arnoldschen Schule zu entscheiden. Daß Latour in seinem oben genannten E. u. M.-Aufsatz, seine frühere Diskussion mit Rudolf Richter auf ein bloßes Mißverständnis eines Wortes zurückgeführt hat,

*) C. L. R. E. Menges: »Sur la discussion de la commutation«. La lumière Electrique 1912, Tome XIX, Seite 168.

**) Ich meine hier, was W. Ostwald in seiner »Forderung des Tages«, Leipzig 1910, Seite 144 bis 148, unter wissenschaftlicher Schule versteht, wobei der Umstand, daß die Anhänger untereinander in manchen Punkten durchaus nicht einig sind, mit der »Schulbildende Kraft« sehr wohl vereinbar ist.

***) »Über die experimentelle Prüfung der Kommutierungstheorien.« E. u. M. 1913, Heft 46, Seite 990.

Digitized by Google

ist jetzt, wegen der Übereinstimmung in den Grundgedanken, auch ganz begreiflich. Dagegen behaupte ich durchaus meinen grundverschiedenen Standpunkt. Derselbe Gegensatz in den Grundanschauungen, der zwischen denen von Arnold und den meinigen vorhanden ist, besteht auch zwischen denen von Latour und von mir

Zusammenfassend steht also nach obigem fest, ganz abgesehen von der Frage, welche Anschauung die richtige ist, daß die von verschiedenen Autoren, wie Alexandre Mauduit, Rudolf Richter und anderen, behauptete Ähnlichkeit in den Grundanschauungen von Latour und von mir auf dem Mißverständnis ähnlicher Ausdrücke beruht. Was unter Latours „wirklicher neutraler Zone" gemeint ist, steht, geradeso wie alle Theorien der Arnoldschen Schule, meiner „neutralen Kommutierungszone" diametral gegenüber.

Scheveningen, Villa Mar, 5. Mai 1914.

C. L. R. E. Menges.

Erwiderung.

Es ist wohl richtig, daß meine und Herrn Menges Anschauungen über Kommutierung sehr verschieden sind. Ich erlaube mir, nur von einem historischen Standpunkte aus, folgender Behauptung des Herrn Menges zu widersprechen: „Auf die mittlere Neutralität des Kommutierungsfeldes, die die Arnoldsche Schule jetzt deutlich ausspricht, zurückkommend, herrschte darüber, als ich mit der Diskussion über Kommutierung anfing, durchaus noch keine allgemeine Klarheit, obgleich sie bei Berechnungen schon längst angewendet wurde. Erst als Erwiderung auf meine Ausführungen hat Arnold, E. T. Z., 1907, Seite 1072 . . "

Ich hatte aber schon vor dieser Zeit den Grundsatz der mittleren Neutralität des Kommutierungsfeldes aufgestellt. Wenn Herr Menges behauptet, daß der Begriff der mittleren Neutralität bei der Berechnung schon längst angewendet wurde, so meint er wohl, daß man früher schon ein positives Feld im Luftraum voraussetzte. Das enthält aber nicht unbedingt den Begriff der mittleren Neutralität des Kommutierungsfeldes. Es können verschiedene Theorien aufgestellt werden, wonach ein positives Feld im Luftraum notwendig ist.

Paris, 20. Juli 1914. *Marius Latour.*

Die experimentelle Bestimmung der wirklichen Induktion im Wendepolluftspalt an der Maschine im normalen Belastungszustand.
Von A. Mandl. E. u. M. 1914, Heft 19, Seite 389.

In Beziehung auf seine besonders interessanten Experimente möchte ich Herrn Mandl auf meinen in diesem Hefte veröffentlichten Brief über die neutrale Kommutierungszone aufmerksam machen. Im Hinblick darauf, daß fremde Ansichten irrtümlich für die meinigen angesehen wurden, scheint es nämlich nicht ausgeschlossen, daß daraus auch Mißverständnisse über die beste Anordnung von Einzelheiten der Experimente hervorgegangen sind, was die Resultate beeinträchtigt haben könnte. Aber wenn davon abzusehen ist, dann stimmen Mandls Resultate mit der Arnoldschen Theorie und widersprechen somit der Auffassung von der Neutralität der Kommutierungszone. Obgleich die Experimente in anderer Weise, als ich vorgeschlagen hatte, ausgeführt sind, erkenne ich die Richtigkeit der angewandten Methode durchaus an. Ob die Prüfspule sich mit dem Anker bewegt oder senkrecht dazu, ist hier völlig gleichgültig.

Die Widersprüche in der üblichen Theorie selber, sind jedoch nicht beseitigt. Was ich zum Beispiel in E. u. M. 1913, Heft 46, Seite 990 in dieser Hinsicht über die in gewöhnlicher Weise aufgenommenen sogenannten Feldkurven gesagt habe, wird durch Mandls Resultate bestätigt, nach denen ja gerade dort, wo es auf den Feldverlauf am meisten ankommt, die Kurven nicht die wirklichen Feldkurven sind, wofür sie bisher galten.

Zur weiteren Aufklärung würde es sehr erwünscht sein, daß die negativen Felder experimentell nachgewiesen würden, welche doch wegen der mittleren Neutralität, die die übliche Theorie jetzt annimmt, vorhanden sein müßten. Die Ausarbeitung auch dieses Punktes wird nun wohl nicht mehr lange ausbleiben. Deshalb sehe ich vorläufig davon ab auf einiges andere, das mir in Mandls Aufsatz nicht ganz klar scheint, einzugehen.

Villa Mar, 15. Mai 1914, Scheveningen (Holland).

C. L. R. E. Menges.

Erwiderung.

Es hat sich mir ausschließlich darum gehandelt, bei guter Kommutation ein wirklich bestehendes, den Wendepolluftspalt übersetzendes Feld experimentell nachzuweisen. Einen Widerspruch zwischen dieser nunmehr feststehenden Tatsache und der Pichelmayerschen Theorie, die durch die Arbeit von Dr. Binder (E. u. M. 1913, Hefte 9 und 10) körperlich greifbare Form erhielt, kann ich nicht finden. Der Leiter rotiert im großen und ganzen trotz des Wendepol-Luftspaltfeldes bei guter Kommutation in einem Raume, der sich geradeso, als ob er feldfrei wäre, verhält. Das positive Feld ist das nachgewiesene Wendepol-Luftspaltfeld; das negative Feld, von dem Herr Menges spricht, heißt bei Pichelmayer kurz das Streufeld; Dr. Binder hat gezeigt, daß die Wirkung dieses Feldes dem eines stehenden Nutenquerfeldes gleichkommt. Der direkte experimentelle Nachweis seiner Existenz dürfte kaum möglich sein, da es ja den Anker gar nicht verläßt. Dieser Nachweis könnte aber oszillographisch erbracht werden. Man muß zu diesem Zwecke drei Prüfwindungen verwenden, die eine mit beiden Spulenseiten am Nutengrund, die zweite mit beiden Spulenseiten an der Ankeroberfläche und die dritte so, daß sie möglichst die gleiche Lage in der Nute einnimmt, wie im Durchschnitt alle wirklichen Ankerwindungen. An der ersten Prüfwindung mißt man dann während des Durchlaufens unter der Bürste eine negative Spannung, an der zweiten eine ungefähr gleich große positive und an der dritten dieselbe Spannung wie in den wirklich kommutierenden Windungen, also Null.

Wien, den 6. Juni 1914. *Ing. Arthur Mandl.*

Vereins-Nachrichten.

Neue Mitglieder.

Kraus Josef, Maschinenwärter, Mährisch-Trübau.
Schneider Ladislav, Hörer der böhm. techn. Hochschule, Prag.
Conrad Herbert, Adjunkt d. k. k. Normal-Eichungs-Kommission, Wien.
Bredschneider Ferd., Elektro-Ingenieur, Wien.
Skřivanić Bern., Ingenieur, Almissa.
Pungs Leo, Ingenieur, Charlottenburg.
Jerabek Aug., b. k. Anst. f. Elektrotech., Wien.
Perl Siegfried, Stationschef d. Südbahn, Pottschach.
Baumann Wilhelm, Oberrevident der Buschtěhrader Bahn, Kgl. Weinberge.
Wesselink Sebastian, Konstrukteur, Reyen.
Pablik Karl, Betriebsleiter, Pottendorf.
Schardy Paul, Fabriksdirektor i. R., Komotau.
Schmidt Rud., Elektromonteur, Steyr.
Nemec Anton, Ingenieur, Wien.
Jeschko Gust., Hörer d. techn. Hochschule, Wels.

Die Vereinsleitung.

Personalnachricht.

Direktor L. Gebhard. Der Präsident unseres Vereines, Herr Direktor L. Gebhard, feiert dieser Tage das 25jährige Jubiläum seiner Zugehörigkeit zur Akkumulatorenindustrie. Nach Absolvierung der Technischen Hochschule München und nach seiner praktischen Betätigung als Ingenieur beteiligte sich Direktor Gebhard im Jahre 1889 an der Akkumulatorenfabrik von Müller & Einbeck in Hagen in Westfalen. Bei der Umwandlung der Firma im Jahre 1890 in eine Aktiengesellschaft trat Direktor Gebhard in den Vorstand derselben ein und nahm in diesem Jahre als Direktor der Akkumulatoren-Fabriks-A.-G. seinen Wohnsitz in Wien. Der Jubilar kann mit Recht als Begründer der österreichisch-ungarischen Akkumulatorenindustrie angesehen werden.

Herr Direktor Gebhard ist bereits zum zweitenmal Präsident des Elektrotechnischen Vereines in Wien. Während seiner ersten Präsidentschaft, 1905 bis 1906, hat Herr Direktor Gebhard anläßlich des 25jährigen Bestandes unseres Vereines die Gründung des Technischen Museums angeregt und sieht heute seine Bestrebungen mit Erfolg gekrönt.

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 21. Juli 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechszehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

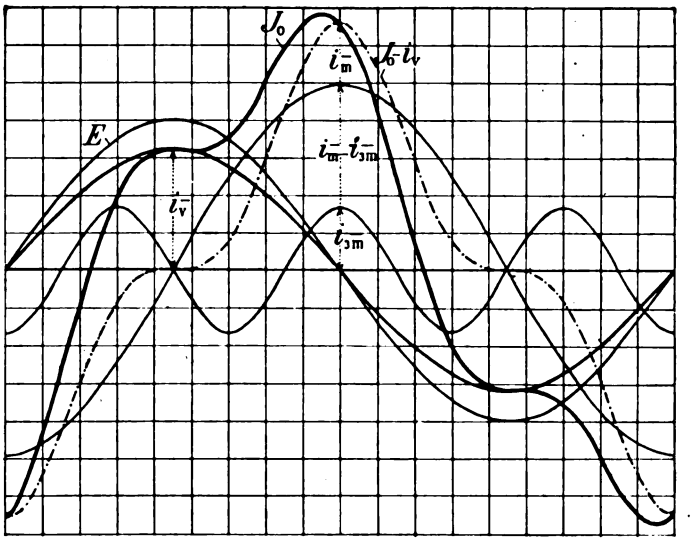
INHALT:

Berechnung des Magnetisierungsstromes bei Wechselstrom. Von Dr. Rud. Czepek 649
Über neuere Hüttenmaschinen mit elektrischem Betrieb. Von Ing. Hubert Hermanns, Berlin 653
Rundschau:
Elektrizitätswerke, Anlagen 661
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 661
Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 661
Dynamomaschinen, Transformatoren 662
Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 663
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 663
Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 663
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 663
Strahlungslehre 664
Chronik 664
Literatur-Bericht 665
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Kondensatoren. Wasserkraftmaschinen 665
Briefe an die Redaktion 668
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *413—428*

Berechnung des Magnetisierungsstromes bei Wechselstrom.

Von Dr. **Rud. Czepek.**

In Gegenwart von Eisen ist bekanntlich der Magnetisierungsstrom bei Wechselstrom, wegen der Hysterese des Eisens von der Sinusform abweichend. Diese Abweichung ist um so größer, die Stromwellen verlaufen bei einem magnetischen Kreis um so spitzer, je mehr Amperewindungen relativ für den Eisenweg entfallen und je höher die Sättigung des Eisens ist. Legt man zur Berechnung des Magnetisierungsstromes, wie allgemein üblich, die mit Gleichstrom bestimmte, sogenannte statische Magnetisierungskurve zugrunde, so erhält man zu große Werte. Auf diesen Umstand haben Bragstad und Liska*) hingewiesen und ein Verfahren angegeben, nach welchem dieser Fehler vermieden wird. An Stelle der statischen Magnetisierungskurven werden die dynamischen Magnetisierungskurven zugrunde gelegt. Es wird durch Watt-, Spannungs- und Strommessungen die Induktion sowohl in Abhängigkeit der wattlosen, als auch der Wattkomponenten der Amperewindungen pro *cm* bestimmt. Bei der Berechnung eines magnetischen Kreises mit



$J_0 = 0{,}976 \sin(\omega t - 57°) - 0{,}273 \cos 3\omega t.$

Fig. 1.

verschiedenen Bestandteilen wird ein Näherungsverfahren verwendet. Bei der Aufnahme der dynamischen Magnetisierungskurven besteht eine Fehlerquelle in den Amperewindungen der Stoßfugen der Bleche**), andererseits ist die Spannungskurve eines mittleren Wechselstromgenerators bei höheren Induktionen der Versuchsprobe von der Sinuslinie abweichend. Die Einheitlichkeit der Berechnungsmethoden erheischt die Zugrundelegung der statischen Magnetisierungskurve, um so mehr als diese Kurve in sehr genauer Weise und einfach zum Beispiel mit dem von Gumlich und Rogowski abgeänderten Epsteinapparat bestimmt werden kann***).

Im nachstehenden ist ein Annäherungsverfahren der Berechnung des Magnetisierungsstromes unter Zugrundelegung der statischen Magnetisierungskurve angegeben. Der Hauptanteil der Verzerrung des

*) E. T. Z. 1908, Seite 713.
**) Siehe auch Rogowski und Steinhaus, Arch. f. El. I, 4. Heft, Seite 149. (Ref. in E. u. M. 1912, Seite 904.)
***) Siehe Arch. f. El. II, 4. Heft, Seite 148. (Vergl. E. u. M. 1912, Seite 359, 465 und 1918, Seite 1081.)

Digitized by Google

Magnetisierungsstromes ist der dritten Harmonischen zuzuschreiben, die also bei Eisen infolge der Hysterese auftritt. Denkt man sich in Fig. 1 den Magnetisierungsstrom J_0 aus 2 Sinuswellen der Grundperiodenzahl, die eine in Phase mit der Spannung und mit dem Höchstwert $\bar{i}_v$, die andere mit dem Höchstwert $\bar{i}_m - \bar{i}_{3m}$, jedoch um eine Viertelperiode verzögert und einer Sinuswelle der dreifachen Grundperiodenzahl mit dem Höchstwert $\bar{i}_{3m}$ zusammengesetzt, so kommt man der tatsächlichen Wellenform ziemlich nahe. Der Höchstwert von J_0 stimmt nahe mit $i_{\bar{m}}$, dem Magnetisierungsstrom beim Höchstwert der betreffenden Induktion überein.

Besteht der magnetische Kreis aus Eisenblech einheitlichen Querschnittes ohne Luftspalt, so kann der Augenblickswert des Magnetisierungsstromes nach Fig. 1 ausgedrückt werden durch

$$J_0 = \bar{i}_v \sin \omega t + (\bar{i}_m - \bar{i}_{3m}) \sin (\omega t - 90^0) + \\ + \bar{i}_{3m} \sin (3 \omega t - 90^0)$$

oder

$$J_0 = \bar{i}_v \sin \omega t - (i_{\bar{m}} - i_{\bar{3m}}) \cos \omega t - i_{\bar{3m}} \cos 3 \omega t.$$

Dabei ist $\bar{i}_v$ der Höchstwert der Verlustkomponente des Stromes, $i_{\bar{m}}$ der Magnetisierungsstrom für die betreffende Eiseninduktion, aus der statischen Magnetisierungskurve entnommen und $\bar{i}_{3m}$ der Höchstwert der dritten Harmonischen, der zu $\bar{i}_m$ in Bezug gebracht werden kann. Drückt man also $i_{\bar{3m}}$ in α-Teilen von $\bar{i}_m$ aus, so wird α um so größer, je größer die Induktion im Eisen ist. Nach zahlreich ausgeführten Messungen genügt es, bei Induktionen unter etwa 11 000 für $\alpha = \frac{1}{4}$, darüber für α etwa $\frac{1}{3}$ zu setzen. Mit $i_{\bar{3m}} = \alpha\, i_{\bar{m}}$ geht obige Gleichung über in folgende:

$$J_0 = \bar{i}_v \sin \omega t - (1 - \alpha)\, \bar{i}_m \cos \omega t - \alpha\, i_{\bar{m}} \cos 3 \omega t.$$

Da $a \sin \omega t + b \cos \omega t = \sqrt{a^2 + b^2} \sin (\omega t + \varphi)$, wobei

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{b}{a}, \quad \sin \varphi = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad \text{und} \quad \cos \varphi = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \quad \text{ist}$$

$$\left.\begin{aligned} J_0 &= \sqrt{\bar{i}_v^2 + (1-\alpha)^2 \bar{i}_m^2} \sin (\omega t + \varphi) - \alpha\, \bar{i}_m \cos 3 \omega t \\ \text{und} \quad \operatorname{tg} \varphi &= - \frac{(1-\alpha)\, \bar{i}_m}{\bar{i}_v} \end{aligned}\right\} \quad 1).$$

Der Effektivwert des Magnetisierungsstromes ist daher

$$I_0 = \sqrt{\frac{1}{2} \left\{ \bar{i}_v^2 + (1-\alpha)^2\, i_{\bar{m}}^2 + \alpha^2\, i_{\bar{m}}^2 \right\}} \quad . \quad . \quad 2).$$

Das übliche Rechnungsverfahren, welches zu große Werte liefert, ergibt

$$I_0 = \sqrt{\frac{1}{2} \left\{ \bar{i}_v^2 + i_{\bar{m}}^2 \right\}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2').$$

Bei einem magnetischen Kreis aus verschiedenen Materialien, einschließlich Luftspalt und verschiedenem Querschnitt kann der Magnetisierungsstrom aus der Summe der Magnetisierungsströme der einzelnen Bestandteile berechnet werden, wenn die Zerlegung in Sinuswellen, wie oben vorgenommen wird. Der Magnetisierungsstrom für die Luftspalte ist sinusförmig und enthält keine dritte Harmonische, da die Induktion sinusförmig vorausgesetzt wird, daher muß bei der Summation der einzelnen Teile eine Trennung zwischen den Eisenteilen und Luft eintreten. Weiters weist auch die Wattkomponente keinen Betrag für den Luftspalt auf. Es ergibt sich demnach

$$J_0 = \overset{\text{Eisen}}{\Sigma}\, \bar{i}_v \sin \omega t - \overset{\text{Eisen}}{\Sigma}\, (\bar{i}_m - \bar{i}_{3m}) \cos \omega t - \overset{\text{Luft}}{\Sigma}\, \bar{i}_{me} \cos \omega t - \\ - \overset{\text{Eisen}}{\Sigma}\, i_{\bar{3m}} \cos 3 \omega t.$$

Die Bezeichnungen sind wie oben, nur für die einzelnen Bestandteile getrennt, $\bar{i}_{me}$ gilt für die Luftspalte und errechnet sich aus

$$i_{\bar{me}} = \frac{0{\cdot}8\, B_e \,.\, \delta}{z},$$

wenn B_e die Luftinduktion, δ der Luftspalt und z die magnetisierende Windungszahl ist. Weiter sind $i_{\bar{m}}$ die Magnetisierungsströme für die bekannten Höchstwerte der Induktionen in den Eisenbestandteilen, welche den statischen Magnetisierungskurven entnommen werden, $i_{\bar{3m}}$ wird, wie oben, jeweilig in einfache Beziehung zu $i_{\bar{m}}$ gebracht und $\bar{i}_v$ sind die Verlustkomponenten, welche sich aus der Verlustziffer und dem Gewicht der Eisenbestandteile ergeben. Man bestimmt $\Sigma \bar{i}_v$ aus dem $\sqrt{2}$ mal so großen Verhältnis von Gesamtverlust und der gesamten, am Apparat liegenden Spannung. Faßt man die Sinusströme der Grundperiodenzahl zusammen, so erhält man ähnlich wie früher:

$$\left.\begin{aligned} J_0 &= \sqrt{(\overset{\text{Eisen}}{\Sigma}\, \bar{i}_v)^2 + (\overset{\text{Eisen}}{\Sigma}\, (\bar{i}_m - \bar{i}_{3m}) + \overset{\text{Luft}}{\Sigma}\, \bar{i}_{me})^2} \sin (\omega t + \\ &\quad + \varphi) - \overset{\text{Eisen}}{\Sigma}\, i_{\bar{3m}} \cos 3 \omega t, \\ \text{wobei} \quad \operatorname{tg} \varphi &= - \frac{\overset{\text{Eisen}}{\Sigma}\, (\bar{i}_m - \bar{i}_{3m}) + \overset{\text{Luft}}{\Sigma}\, \bar{i}_{me}}{\overset{\text{Eisen}}{\Sigma}\, \bar{i}_v} \end{aligned}\right\} \quad 3).$$

Der Effektivwert ist wieder:

$$I_0 = \sqrt{\frac{1}{2} \left\{ (\overset{\text{Eisen}}{\Sigma}\, \bar{i}_v)^2 + (\overset{\text{Eisen}}{\Sigma}\, (\bar{i}_m - \bar{i}_{3m}) + \overset{\text{Luft}}{\Sigma}\, \bar{i}_{me})^2 + (\overset{\text{Eisen}}{\Sigma}\, \bar{i}_{3m})^2 \right\}} \quad 4),$$

während man in üblicher Weise für den Effektivwert:

$$I_0 = \sqrt{\frac{1}{2} \left\{ (\overset{\text{Eisen}}{\Sigma}\, \bar{i}_v)^2 + (\overset{\text{Eisen}}{\Sigma}\, \bar{i}_m + \overset{\text{Luft}}{\Sigma}\, \bar{i}_{me})^2 \right.} \quad . \quad . \quad 4')$$

rechnet.

Im weiteren werden Versuche auszugsweise mitgeteilt, welche die Richtigkeit dieses Verfahrens bestätigen sollen. Als erster Versuchsgegenstand dienten zwei ringförmige Bündel von Anker- und Transformatorenblech von etwa je 1 *kg* Gewicht und gleichförmigem Querschnitt. Zunächst wurden für diese Ringe die statischen Magnetisierungskurven nach der ballistischen Kommutationsmethode bestimmt, dann wurde die Erregerwicklung, welche auf den Ringen gleichmäßig verteilt war, von einer Wechselstromquelle sinus-

Tabelle 1. Magnetisierung von ringförmigen Blechbündeln.

Nummer	Blechsorte	Periodenzahl	Induktion	I_0 mit Voltmeter gemessen	$\bar{i}_m$ aus der stat. Magn.	$\bar{i}_v$	α	Effektivwert I_0 nach 2)	Effektivwert I_0 nach 2')	Augenblickswert J_0 nach 1)	φ	Fig. Nr.
1	Ankerblech	49·5	9 850	0·689	1·09	0·533	1/4	0 716	0·858	$J_0 = 0{\cdot}976 \sin (w t + \varphi) - 0{\cdot}273 \cos 3 w t$	− 57°	2
2	leg. Transformatorblech	49·5	12 020	1·027	1·89	0·388	1/3	1·033	1·37	$J_0 = 1{\cdot}32 \sin (w t + \varphi) - 0{\cdot}63 \cos 3 w t$	− 72·9°	3

Digitized by Google

förmiger Spannung gespeist. Mit Präzisionsinstrumenten wurden Spannung, Strom, Watt und Periodenzahl gemessen und mit einem Oszillographen gleichzeitig die Spannungs- und Stromwelle aufgenommen. Für die Berechnung des Magnetisierungsstroms gelten dann die Gleichungen 1) bezw. 2). In der Tabelle I sind die wichtigsten Werte von zwei Messungen angeführt, dabei enthält i_τ auch die Hilfsströme der Spannungsspulen der Instrumente, einschließlich Oszillographenstrom.

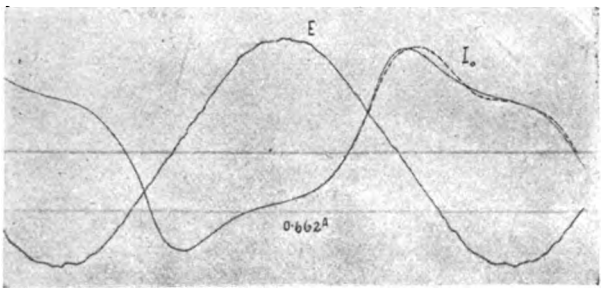


Fig. 2.

Die Fig. 2 und 3 enthalten die Oszillogramme der Strom- und Spannungswellen. Die nach Formel 1) konstruierten, gestrichelt eingezeichneten Linien zeigen eine ziemlich gute Übereinstimmung mit den oszillographisch aufgenommenen Stromlinien.

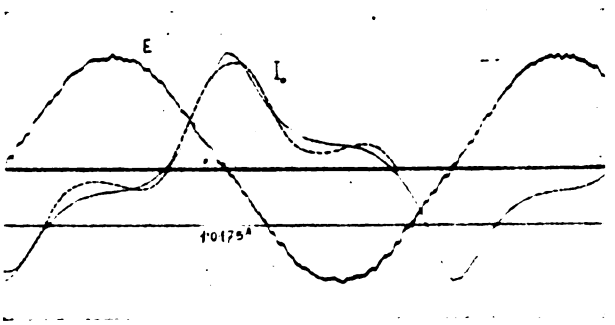


Fig. 3.

Als magnetischer Kreis mit verschiedenen Materialien diente der Epsteinapparat mit Blechen derselben Sorte, wie jene der Ringe. Durch Veränderung des Luftspaltes wurde der Anteil der Luftamperewindungen im Verhältnis zu den Eisenamperewindungen geändert. Fig. 4 zeigt zunächst das Oszillogramm der

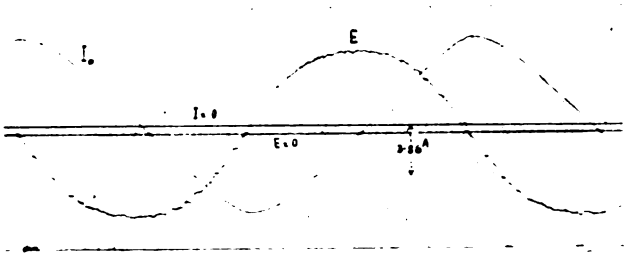


Fig. 4.

Strom- und Spannungswelle für relativ sehr große Stoßfugen der Bleche. Da die Amperewindungen der Luft bedeutend überwiegen, so sollte sich eine angenäherte Sinuswelle ergeben. Die dreieckige Form rührt von der halbkreisähnlichen Spannungswelle her, denn die Induktions- und somit die Stromwelle ist als Integralkurve eines Halbkreises nahe dreieckig. Zur Bestimmung der Luftamperewindungen der Stoßfugen wurde bei den übrigen Messungen im Epsteinapparat ein magnetischer Spannungsmesser nach Rogowski verwendet*). Da eine kleine Veränderung der Stoßfugen den Anteil der Luftamperewindungen wesentlich ändert, wurde auf Gleichheit der vier Stoßfugen der Bleche bei Gleich- und Wechselstrommessungen sorgfältig Bedacht genommen. Die Fig. 5 ergibt zunächst

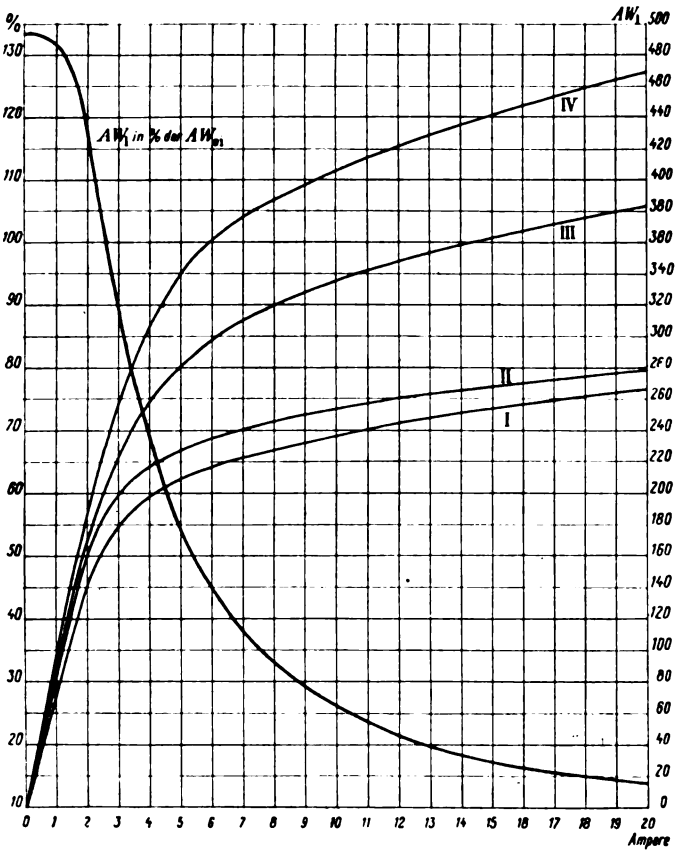


Fig. 5.

in den Linien I, II, III und IV die Luftamperewindungen in Abhängigkeit der kommutierten Stromstärke. Sie ergaben sich aus den Ausschlägen eines ballistischen Galvanometers, welches an einem geeichten magnetischen Spannungsmesser angeschlossen war. Der letztere wurde jeweilig mit seinen Enden an die Stoßfugen angedrückt. Die totalen Amperewindungen sind das Produkt aus Windungszahl der magnetisierenden Spule und kommutiertem Strom, die Eisenamperewindungen sind der Unterschied von den totalen und Luftamperewindungen. Die fünfte Schaulinie in Fig. 5 stellt die Abhängigkeit der Luftamperewindungen in Prozenten der Eisenamperewindungen von der kommutierten Stromstärke dar.

Die Tabelle II enthält in übersichtlicher Zusammenstellung einige Wechselstrommessungen am Epsteinapparat, darunter ist die Erklärung der Bezeichnungen angeführt.

Die Gleichung der Ströme ist

$$J_0 = \sqrt{a^2 + b^2}\sin(\omega t + \varphi) - c\cos 3\omega t$$

und φ ergibt sich aus $\operatorname{tg}\varphi = -\frac{b}{a}$.

*) Siehe Rogowski und Steinhaus, Arch. f. El. I, Heft 4, Seite 141.

Digitized by Google

Tabelle II. Bleche im Epsteinapparat.

Nr.	3	4	5	6
ν	48·8	48·9	51·5	51·5
E'	77·9	92·7	107·0	117·2
I_0	1·525	2·04	2.48	3·295
W	21·5	30	39·5	48
I_v	0·276	0·324	0·369	0·409
i	0·115	0 125	0·137	0·141
E	77·88	92·67	106·96	117·16
B	8925	10 600	11 610	12 720
$a\,w_{ei}$	3·0	4·3	6·4	11·7
$\bar{i}_m$	1·0	1·43	2·13	3·9
$p^0/_0$	131	129	114	70
$\bar{i}_{me}$	1·31	1·84	2·43	2·73
a	0·390	0·458	0·522	0·579
c	0·25	0·36	0·71	1·3
b_1'	0·75	1·07	1·42	2·60
b_2'	1·31	1·84	2·43	2·73
b	2·06	2·91	3 85	5·33
I_0^*	1·66	2·35	3·24	4·705
I_0^{**}	1·49	2·10	2·79	3·90
$\sqrt{a^2+b^2}$	2·09	2·94	3·88	5·36
tg φ	— 5·26	— 6·35	— 7·37	— 9·20
φ	— 79·3°	— 81·1°	— 82·3°	— 83·8°
Fig. Nr.	6	7	8	9

Erklärung.

ν = Periodenzahl.
E' = Spannung an den Klemmen des Epsteinapparates.
I_0 = Gesamtstrom, einschließlich Hilfsströme für Spannungsspulen.
W = Watt, einschließlich Verbrauch der Hilfsstromkreise.
I_v = Effektivwert der totalen Verluströme.
i = Effektivwert des mit E' in Phase befindlichen Hilfsstromes.
E = die im Eisen induzierte Spannung.
B = die Induktion.
$a\,w_{ei}$ = Eisenamperewindungen pro *cm*, aus der statischen Magnetisierungskurve, für die betreffenden B entnommen.

$$\bar{i}_m = \frac{a\,w_{ei} \times \text{Eisenlänge}}{\text{Windungszahl}} = \frac{1}{3}\,a\,w_{ei}.$$

$p^0/_0$ = die für $\bar{i}_m$ der 5. Schaulinie in Fig. 5 entnommenen Luftamperewindungen in % der Eisenamperewindungen.
$\bar{i}_{me}$ = Höchstwert des Stromes für die Luftamperewindungen, aus $\frac{p}{100}\,\bar{i}_m$,

$$a = \Sigma^{\text{Eisen}} \bar{J}_v = I_v\sqrt{2},\quad c = \Sigma^{\text{Eisen}} \bar{i}_{3m} = \bar{i}_{3m} = \frac{1}{\alpha}\,\bar{i}_m,$$

für Nr. 3 und 4 ist $\alpha = \frac{1}{4}$, für Nr. 5 und 6 ist $\alpha = \frac{1}{3}$.

$b_1' = \bar{i}_m - \bar{i}_{3m}$.
$b_2' = \bar{i}_{me}$.
$b = \Sigma(\bar{i}_m - \bar{i}_{3m}) = b_1' + b_2'$.
I_0^* = Effektivwert des Stromes nach Formel 4') berechnet.
I_0^{**} = Effektivwert des Stromes nach Formel 4) berechnet.

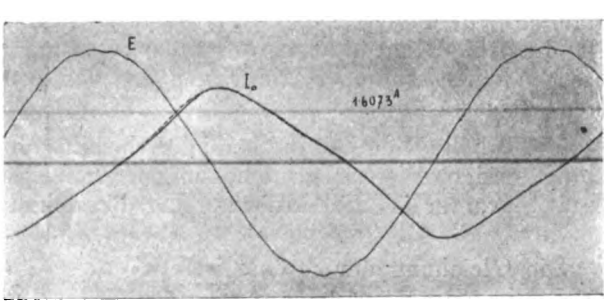


Fig. 6.

Die Übereinstimmung der Effektivwerte I_0^{**} nach Formel 4) mit den gemessenen Werten ist wesentlich besser als nach Formel 4'). In den Fig. 6 bis 9 sind die Oszillogramme für die Meßfälle Nr. 3 bis 6 abgebildet. Die gestrichelten, nach Formel 3) berechneten Ströme weichen von den aufgenommenen Wellen nur wenig ab.

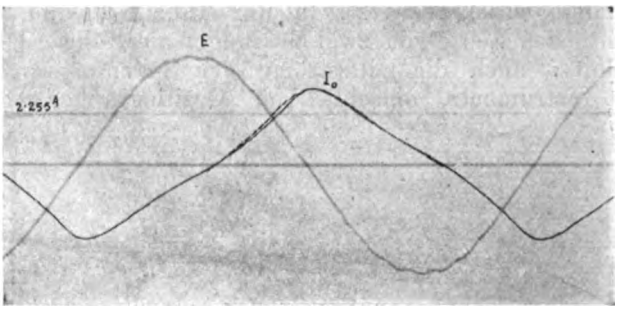


Fig. 7.

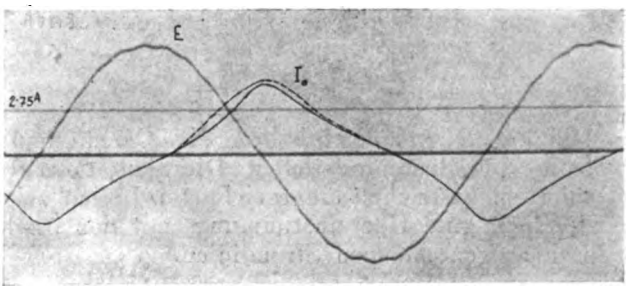


Fig. 8.

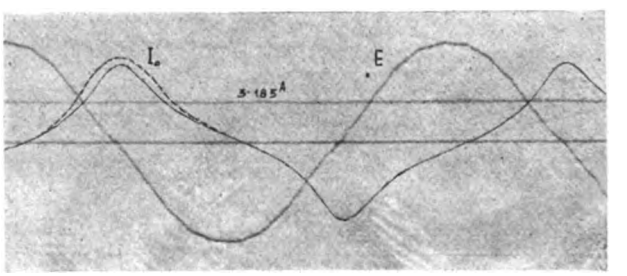


Fig. 9.

Bezeichnet man in einem Dreieck-Drehstromapparat die Magnetisierungsströme in den Phasen mit i_0, die Netzströme mit J_0, so fallen in den letzteren, wegen der Phasenverschiebung von 120° die dritten Harmonischen heraus. Für die Netzströme erhält man dann nach Ordnung der Ausdrücke:

$$J_0 = \frac{\sqrt{3}}{2}\left\{\left[\sqrt{3}\,\Sigma^{\text{Eisen}}\bar{i}_v + (\Sigma(\bar{i}_m - \bar{i}_{3m}) + \Sigma^{\text{Luft}}\bar{i}_{me})\right]\sin\omega t - \right.$$
$$\left. - \left[\Sigma^{\text{Eisen}}\bar{i}_v - \sqrt{3}\,(\Sigma(\bar{i}_m - \bar{i}_{3m}) + \Sigma^{\text{Luft}}\bar{i}_{me})\right]\cos\omega t.\right.$$

Ist jetzt

$$a = \sqrt{3}\,\Sigma^{\text{Eisen}}\bar{i}_v + \Sigma(\bar{i}_m - \bar{i}_{3m}) + \Sigma^{\text{Luft}}\bar{i}_{me}$$
$$b = \Sigma\bar{i}_v - \sqrt{3}\left[\Sigma^{\text{Eisen}}(\bar{i}_m - \bar{i}_{3m}) + \Sigma^{\text{Luft}}\bar{i}_{me}\right],$$

so geht J_0 über in

$$J_0 = \frac{\sqrt{3}}{2}\,a\sin\omega t + b\cos\omega t =$$
$$= \frac{\sqrt{3}}{2}\sqrt{a^2+b^2}\sin(\omega t + \varphi)$$

und

$$\operatorname{tg}\varphi = -\frac{b}{a}$$

Digitized by Google

weiter ist

$$\sqrt{a^2 + b^2} = 2\sqrt{\Sigma \bar{i}_v^2 + \left[\overset{\text{Eisen}}{\Sigma}(\bar{i}_m - \bar{i}_{3m}) + \overset{\text{Luft}}{\Sigma}\bar{i}_{mo}\right]^2}.$$

In Fig. 10 ist im Oszillogramm der Phasen- und Netzstrom eines Δ-Transformators abgebildet, der Netz-

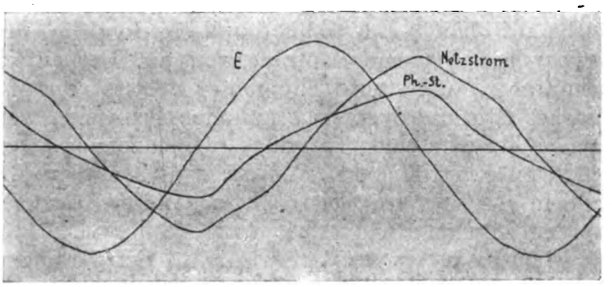


Fig. 10.

strom ist annähernd sinusförmig. In gleicher Weise ist in Fig. 11 der Phasen- und Netzstrom eines leer-

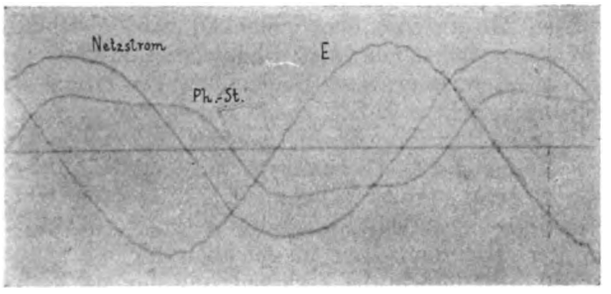


Fig. 11.

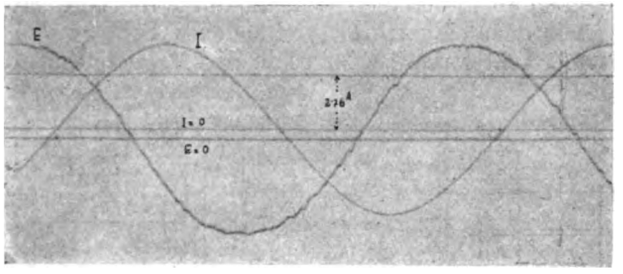


Fig. 12.

laufenden Drehstrommotors. Schließlich zeigt Fig. 12 den Kurzschlußstrom eines Transformators. Vermöge der sehr kleinen Eiseninduktion entfällt die dritte Harmonische und es werden im übrigen durch die Selbstinduktion sämtliche höheren Harmonischen mit um so größerem Gewicht abgedämpft, je höher die Ordnung der Harmonischen ist. Der Kurzschlußstrom erscheint daher vollständig glatt.

Zusammenfassung.

Es wird ein Verfahren mitgeteilt, welches die Größe und Form des Magnetisierungsstromes bei Wechselstrom, unter Zugrundelegung der statischen Magnetisierungskurven der Eisenmaterialien, welche den magnetischen Stromkreis bilden, annähernd berechnen läßt. Es beruht auf der Einführung einer dritten Harmonischen der Grundperiodenzahl. Zum Schlusse werden einige Versuche mitgeteilt.

Über neuere Hüttenmaschinen mit elektrischem Betrieb.

Von Ing. **Hubert Hermanns**, Berlin.

Es sind noch nicht viele Jahre her, daß die elektrische Energie den Dampf zum Antriebe von Maschinen jeder Art zu verdrängen begann. Trotz der Kürze dieser Zeit ist aber der Einfluß, den die Elektrifizierung vielfach sowohl hinsichtlich der Ausbildung der Maschinen als auch deren Arbeitsgeschwindigkeiten ausgeübt hat, ein außerordentlich nachhaltiger gewesen. Es gibt wohl kaum einen Industriezweig, wo dieser Einfluß eine solche Umwälzung hervorgerufen hat, wie im Eisenhüttenbetrieb.

Unter Ausschaltung der Verwendung der elektrischen Energie zur Darstellung des Stahles soll nachstehend an einer Reihe der Praxis entnommenen Beispielen gezeigt werden, in welcher Weise der elektrische Strom zum Teil umwälzend auf die Antriebe der Hüttenwerksmaschinen eingewirkt hat. Auf der anderen Seite stellte aber auch der Eisenhüttenbetrieb der elektrischen Industrie Aufgaben, welche ihrerseits bemerkenswerte Fortschritte in der Elektrotechnik zeitigten. So sind vielfach durch das Zusammenarbeiten des Hüttenmannes und des Elektrotechnikers manche Verbesserungen und vielfach sehr einschneidende Verbesserungen ins Leben gerufen worden, die eben nur durch dieses einträchtige Zusammenarbeiten möglich waren.

Ob man sich in der Hütte zum Antriebe der Maschinen des Drehstroms oder des Gleichstroms bedient, die allein hier in Betracht zu ziehen sind, kann nur von Fall zu Fall entschieden werden, wobei die besonderen örtlichen Verhältnisse, insbesondere die vorliegenden Betriebs- und Leistungsverhältnisse eine ausschlaggebende Rolle spielen. Beide Stromarten besitzen für den Hüttenbetrieb ihre besonderen Vorzüge. Der Gleichstrom bietet besonders den Vorteil einer verlustlosen Regelung der Umdrehungszahlen und einer feinen Unterteilung der Regelstufen.

Der Vorteil des Drehstroms liegt hauptsächlich darin, daß sich Maschinen und Motoren bequem für hohe Spannungen wickeln lassen. Er ermöglicht so die elektrische Kraftübertragung auch auf weitere Entfernung, da die Generatoren entweder direkt hochgespannten Drehstrom erzeugen können oder bei großen Entfernungen die Erzielung der gewünschten Spannung in ruhenden Transformatoren ermöglicht werden kann.

Es gibt sowohl zahlreiche Hüttenwerke, die reine Drehstromanlagen besitzen, als auch solche, die nur Gleichstrom erzeugen. Andere haben gemischten Betrieb gewählt und erzeugen sowohl Gleichstrom als auch Drehstrom. In diesem letzteren Falle können die beiden Netze, das Drehstrom- und das Gleichstromnetz, durch Umformer miteinander verbunden werden, die in der Lage sind, Drehstrom bezw. Gleichstrom aufzunehmen bezw. abzugeben; das eine Netz kann so bis zu einem gewissen Grade als Reserve für das andere benutzt werden.

In ausgedehntestem Maße wird die elektrische Energie zum Antriebe der verschiedensten Maschinen beim Hochofenbetriebe verwendet. Die Begichtungsmaterialien, Erz und Koks, werden entweder auf elektrisch betriebenen Wagen bezw. durch Laufkatzen oder Lokomotiven zu den Gichtaufzügen geschafft. Für den Antrieb dieser Transportmittel erweist sich der Gleichstrom am geeignetsten, da er die elektrische Bremsung des Nachlaufes gestattet und auch den Vorteil der Anpassung der Drehzahlen an die jeweilige Belastung aufweist.

Für die Zuführung der Begichtungsmaterialien zur Gicht bedient man sich heute meist, sofern die örtlichen Verhältnisse dies zulassen, des elektrisch betriebenen Schrägaufzuges mit zylindrischen Kübeln. Die durch den Antriebs-

Digitized by Google

motor zu leistende Arbeit besteht darin, daß der Kübel durch das Zugseil beladen in die Höhe gezogen und leer wieder abgelassen wird. Die Winde muß also umsteuerbar eingerichtet sein. Zur Ausgleichung des Totgewichtes wird ein Gegengewicht vorgesehen. Der Antrieb der Gichtaufzüge gestaltet sich durch den Gleichstrommotor, da hiebei für die Verzögerung vor dem Hubende elektrische Bremsung angewendet werden kann, günstiger. Erfolgt jedoch die Steuerung des Aufzuges durch Leonard-Schaltung und unter Benutzung eines besonderen Umschalters, so kann man mit dem gleichen Vorteile auch Drehstrom verwenden. Der Ersatz der früher gebräuchlichen Antriebsmaschinen durch den leicht zu steuernden und dabei billig arbeitenden Elektromotor gestattete nicht nur eine wesentliche Steigerung der Leistungen — werden doch bei neueren Hochofenanlagen bis zu 2200 *t* Erze und Koks in 18 Stunden in die Gicht gestürzt — sondern auch die Erzielung großer Ersparnisse dadurch, daß nur noch ganz wenige Bedienungsmannschaften erforderlich sind.

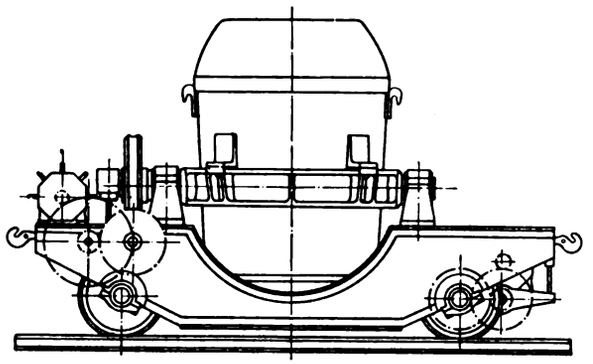


Fig. 1. Elektrisch betriebener Roheisentransportwagen.

Wesentlich umwälzend hat die Anwendung der elektrischen Energie im Hochofenbetriebe auf die Transporteinrichtungen eingewirkt, welche das erschmolzene Eisen und die entfallenden Schlacken wegschaffen. Wie für Transport- und Hebezeuge überhaupt, wird man auch hier im allgemeinen dem Gleichstrom vor dem Drehstrom den Vorzug geben. Die Bewegung des Eisens vom Hochofen her erfolgt entweder im flüssigen Zustande, wenn sich an das Hochofenwerk direkt die Stahlwerke anschließen, oder in Masseln, wenn das Eisen zum Verkauf gelangt oder in einem weit entfernten Stahlwerk verhüttet wird. Für den Transport des flüssigen Eisens bedient man sich meist auf bodenständigen Bahnen laufender Wagen, welche die Pfanne aufnehmen und entweder durch eine besondere elektrische Lokomotive oder durch ein umlaufendes Zugseil oder aber durch auf dem Wagen stehende Motoren direkt bewegt werden. Einen Roheisenwagen der letzteren Art für 24 *t* Pfanneninhalt gibt Fig. 1 wieder. Das entsprechend dem schweren und rauhen Betriebe aus Blechen und Profileisen sehr kräftig gehaltene Gestell trägt zwei Lagerböcke, welche die Zapfen des Pfannentragringes aufnehmen. Der Wagen besitzt sowohl elektrisch betriebenes Fahrwerk als auch eine elektrisch betriebene Einrichtung zum Kippen der Pfanne. Der Fahrwerksmotor ist innerhalb des Wagenrahmens aufgehängt und treibt durch ein doppeltes Stirnrädervorgelege das eine Laufräderpaar an. Der auf dem Wagenrahmen aufgestellte Kippmotor arbeitet durch ein zweifaches Stirnrädervorgelege auf eine Schnecke, welche mit einem auf dem einen Tragringzapfen sitzenden Schnekkenrade im Eingriff steht. Auf der zwischen dem Motor und dem ersten Vorgelege eingeschalteten elastischen Kupplung ist eine Bandbremse vorgesehen, welche durch einen Bremsmagneten betätigt wird. Auf der verlängerten Motor- bezw. Ritzelwelle sitzt ein Handrad, um im Notfalle die Pfanne auch von Hand kippen zu können. Die Bewegung des Wagens erfolgt in diesem Falle durch eine vorgespannte Lokomotive. Die Gesamtlänge des Wagens, über alles gemessen, beträgt 6100 *mm*, während der Radstand mit 3600 *mm* bemessen ist.

Der Abtransport der Schlacken wird gleichfalls in auf Wagengestellen ruhenden pfannenartigen Kübeln bewirkt. Die Bewegung dieser Schlackenwagen erfolgt in der Regel durch elektrisch betriebene Lokomotiven.

Für die Bewegung der im Gießbett gegossenen Masseln ist schon lange der Lasthebemagnet in Benutzung, der nicht nur die Erzielung großer Leistungen gestattet, sondern auch nur ganz wenige Bedienungsleute verlangt. War so die Frage der Masselverladung in glücklicher Weise gelöst, so verursachte besonders die Zerkleinerung der Masselstränge in die für die Weiterverhüttung erforderlichen Größen beträchtliche Schwierigkeiten und große Ausgaben. Neuerdings kann aber auch diese Aufgabe durch die Verwendung eines mit dem Magnetkran verbundenen Schlagwerks als gelöst betrachtet werden. Man läßt den Magneten mit dem

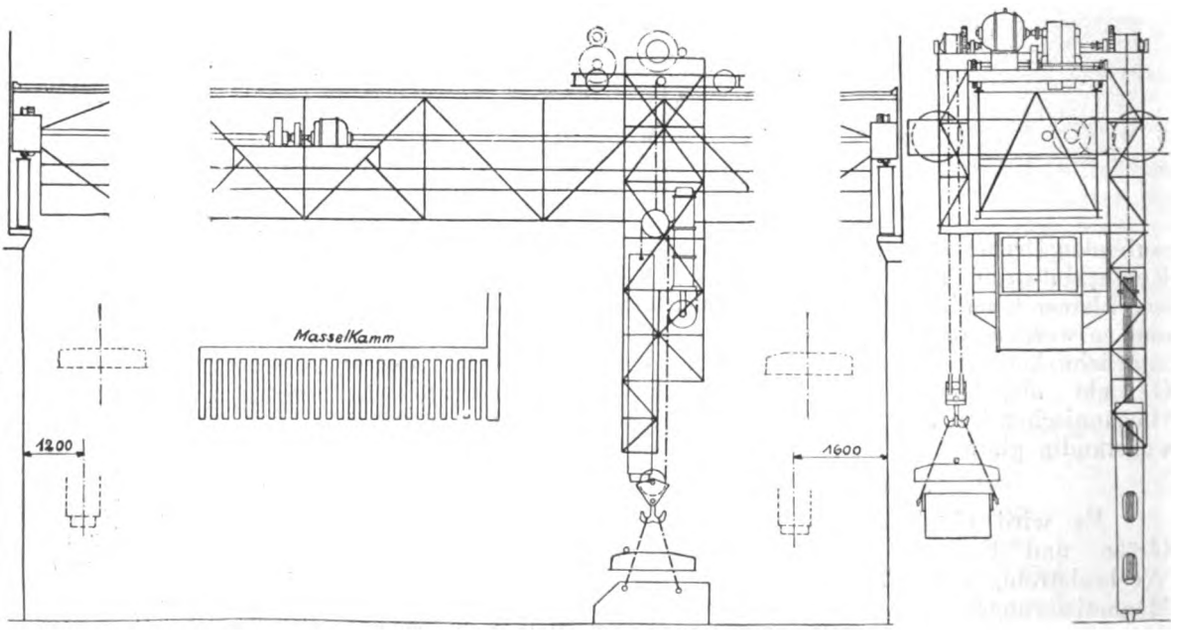


Fig. 2. Magnetkran mit Masselschlagwerk.

Schlagwerk derart zusammenarbeiten, daß zuerst der Hammer die auf dem Bette liegenden Masselstränge zerkleinert, worauf der Magnet die Masseln in Eisenbahnwagen verladet. Das Schlagwerk wird pneumatisch oder durch Federung betätigt.

Digitized by Google

Einen elektrisch betriebenen Magnet- und Schlagwerkskran der Maschinenbau-A.-G. Tigler in Duisburg gibt Fig. 2 wieder. Der Magnet und das Schlagwerk sind auf einer gemeinsamen Katze derart untergebracht, daß der Lastmagnet auf der einen und das Schlagwerk auf der anderen Seite des Kranträgers herabhängen. Das Laufkatzengerüst trägt einen elektrisch betriebenen Kompressor, der einen Windkessel speist. Mit einem Druck von 6 Atm. führt der Windkessel die Luft einem Luftdruckaufzug zu, der durch das Schlagwerk in Bewegung gesetzt wird. Die Steuerung des Hammers erfolgt vom Führerstande aus. Der Hammer macht höchstens 40 Schläge/Min. und trennt bei jedem Hub von dem besonders eingezeichneten Masselkamm zwei Masseln ab. Es können also bei schnellem Arbeiten 80 Masseln/Min. geleistet werden. Die Verladung erfolgt durch den an der Laufkatze hängenden Lastmagneten, der jedoch, um eine bessere Ausnutzung der Leistungsfähigkeit des Krans zu erzielen, die Masseln nicht jedesmal unmittelbar in die Eisenbahnwagen entladet, sie vielmehr in bereit stehende Kübel von 5 *t* Inhalt gibt, die nach der Füllung in die Eisenbahnwagen entleert werden. Es werden auf diese Weise in drei Arbeitsspielen 1·6 *t* Masseln/Min. in die Kübel verladen. Die gesamte Leistungsfähigkeit der Anlage beziffert sich auf 40 *t*/Std. zerschlagene, in die Kübel eingefüllte und in die Eisenbahnwagen verladene Masseln, unter Berücksichtigung einer Fahrbahnlänge von 40 *m*. Es seien noch die Motorstärken und Arbeitsgeschwindigkeiten des Krans angegeben:

Kranfahren:	Motor	55 *PS*,	$n = 725$,	140 *m*/Min.
Katzfahren:	„	21 „	$n = 725$,	120 „
Heben:	„	45 „	$n = 725$,	12 „
Zerschlagen:	„	21 „	$n = 725$,	18 bis 20 „

Daß man neuerdings bei der Verladung von Masseln überhaupt das Bestreben zeigt, die Leistung des Magneten dadurch zu erhöhen, daß man sich eines Zwischenkübels bedient, zeigt auch die in Fig. 3 dargestellte Verladebrücke von 8 *t* Tragfähigkeit und 30 *m* Stützweite mit je einem Ausleger von 10 *m* Ausladung auf beiden Seiten. Die Brücke, ebenfalls von Tigler-Duisburg gebaut, dient zur Verladung und Aufstapelung von Roheisenmasseln, die in Eisenbahnwagen ankommen, auf einem Lager. Die Masseln werden mittels Magneten aus den Eisenbahnwagen gehoben und in Kübel eingefüllt, die an einer Traverse hängen. Erforderlichenfalls, beispielsweise beim Versagen der Magnete, können die Kübel auch in die Eisenbahnwagen abgesetzt und von Hand gefüllt werden. Nach der Füllung wird der Kübel über das Lager gefahren und hier mit Hilfe eines Differentialhubwerks gekippt. Der Hubwerksantrieb ist derart eingerichtet, daß beim Transport und Kippen der Kübel der Magnet ständig mit auf- und abgeht. Man ist jedoch auch in der Lage, mit dem Kübel allein zu arbeiten. Der Antrieb des Brückenfahrwerks geschieht durch zwei Motoren. Jedoch sind die beiden Fahrwerksgetriebe durch eine lange Ausgleichstransmission miteinander verbunden. Die Motorstärken und Arbeitsgeschwindigkeiten der Brücke sind wie folgt bemessen:

Brückenfahren:	Motor	2 × 55 *PS*,	110—120 *m*/Min.	
Katzfahren:	Motor	30 *PS*,	140 *m*/Min.	
Heben des Kübels:	„	45 „	20 „	
„ „ Magneten	„	45 „	40 „	

Vielfach werden die Masseln auch auf feststehenden Masselbrechern zerkleinert. Zur Beschickung des Brechers bedient man sich heute auch vielfach mit Vorteil des Magnetkrans. In diesem Falle werden an einer Traverse eine Reihe von Magneten befestigt, die den zu zerkleinernden Masselstrang hochheben. Um ein Herunterstürzen des Masselstranges während des Transportes zum Brecher zu verhindern, wird der Strang während der Fahrt auf einer ausschwenkbaren Pratze abgesetzt und in dieser Weise zu dem Masselbrecher geschafft und auf dessen Zubringertisch abgelegt. Hier wird der Strang in einzelne Längen von etwa 1 *m* zerkleinert, die über vorgesehene Rutschen in bereitstehende Eisenbahnwagen fallen.

Die im allgemeinen ungewöhnliche Benutzung eines Portalkrans zur Roheisenverladung in Eisenbahnwagen zeigt

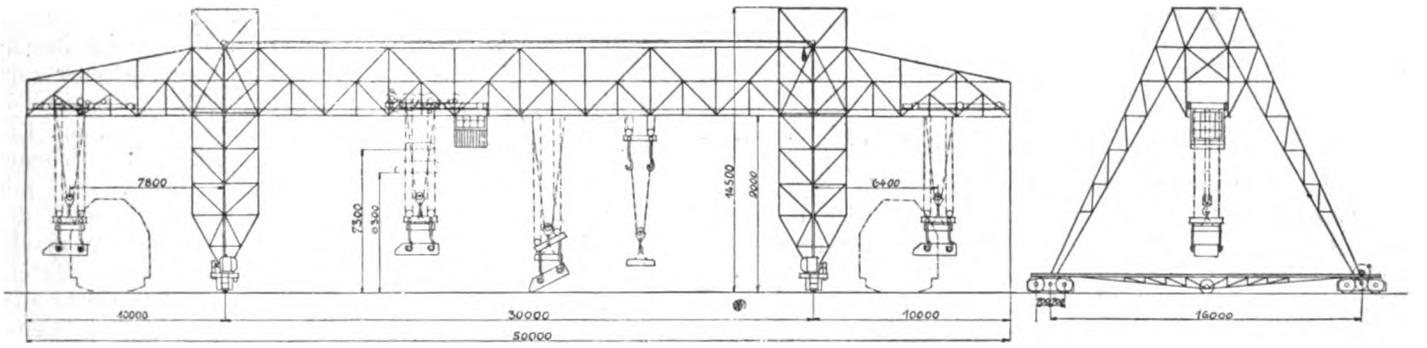


Fig. 3. Verladung von Roheisenmasseln durch Magnete und zwischengeschaltetem Kübel.

Fig. 4. Wenngleich eine derartige Lösung der Verladefrage nicht immer als günstig angesprochen werden kann, so ist die hier getroffene Anordnung doch als vorteilhaft zu bezeichnen, da man durch ein Hebezeug von verhältnismäßig

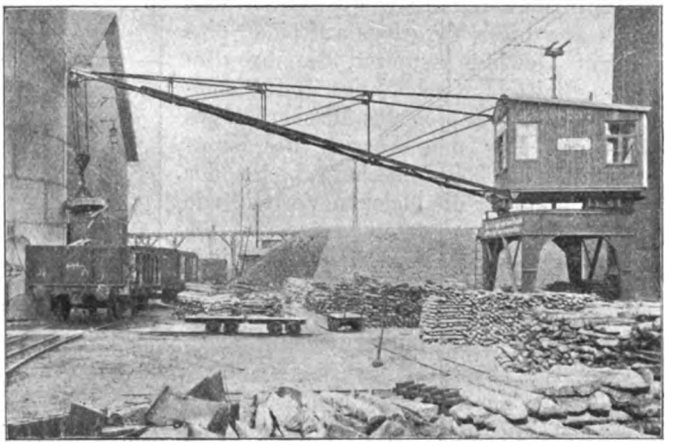


Fig. 4. Magnetkran, als Portaldrehkran ausgebildet, zur Bedienung eines Roheisenlagers.

geringen Anschaffungskosten eine sehr große Fläche zu bestreichen vermag. Der Kran wurde von der Deutschen Maschinenfabrik-A.-G. in Duisburg ausgeführt.

Digitized by Google

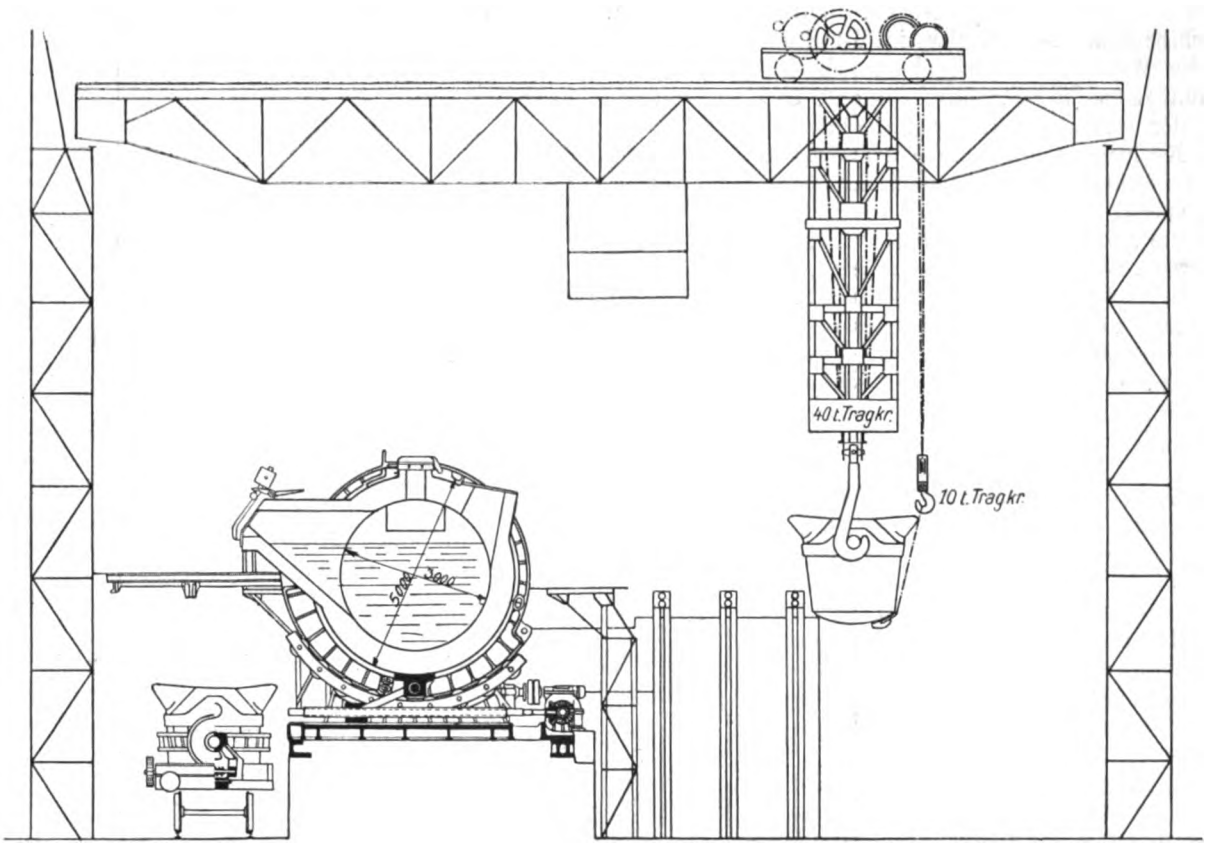


Fig. 5. Schnitt durch eine Mischerhalle.

Entsprechend den an und für sich sehr einfachen Betriebsverhältnissen beim Roheisenmischer seien diesem Teil des Hüttenbetriebes nur einige wenige Worte gewidmet. Erfolgte früher der Antrieb des Kippwerks des Mischergefäßes ausschließlich mittels Druckwasser, so ist man heute doch mehr und mehr zum elektrischen Antrieb übergegangen, da dieser jenem besonders hinsichtlich der Betriebssicherheit, des Kraftverbrauches und der Einfachheit der Steuerung überlegen ist. Dazu kommt, daß man beim elektrischen Betrieb nicht mit der Gefahr des Einfrierens der Leitungen während der kalten Jahreszeit zu rechnen hat. Die verschiedenen elektrischen Kippwerksantriebe sind derart ausgebildet, daß der Motor durch Vorgelege auf eine Spindel mit Gewinde arbeitet, die ihre Bewegung mittels Kreuzkopfes und Pleuelstange auf die Zapfen des Mischergefäßes überträgt. Für den Antrieb des Kippwerks von Roheisenmischern bietet der Drehstrommotor die gleichen Vorteile wie der Gleichstrommotor*).

Bei der in Fig. 5 dargestellten Mischeranlage, von der Deutschen Maschinenfabrik-A.-G. gebaut, hat elektrischer Spindelantrieb Anwendung gefunden. Die Transportfrage, das heißt die Zubringung des flüssigen Roheisens von Hochofen zum Mischer und die Beförderung des Eisens vom Mischer zum Stahlwerk, ist hier derart gelöst, daß ein Laufkran mit starrer Führung für das Pfannengehänge das Eisen vom Hochofen heranbringt. Die Laufkatze des Krans trägt noch ein Hilfswindwerk, das mittels eines Hakens an der Rückseite der Pfanne angreift und den Inhalt in den Einguß des Mischergefäßes auskippt. Aus dem Mischer wird das Eisen in eine Pfanne gekippt, welche von einem mit elektrischem Fahr- und Kippwerk ausgerüsteten Transportwagen getragen wird. Die Ausbildung des Wagens entspricht im allgemeinen derjenigen nach Fig. 1.

Im Thomasstahlwerk findet die elektrische Energie fast ausschließlich zum Betriebe von Hebe- und Transportzeugen und von Gießeinrichtungen, seltener zum Betriebe von Gebläsen Anwendung. Ein elektrisch betriebenes Kolbengebläse besitzt das Stahlwerk Haspe. Der mit Gleichstrom von 500 *V* betriebene Nebenschlußmotor der Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke von 2000 *PS* macht zwischen 40 und 80 U. p. M. Der Anker von 4600 *mm* Durchmesser wurde für ein Schwungmoment von 410 000 *kg* ausgebildet, um den vorgeschriebenen Ungleichförmigkeitsgrad von 1 : 30 bei 50 U. p. M. ohne Schwungrad erreichen zu können. Auf dem Kollektor von 3400 *mm* Durchmesser und 290 *mm* Breite schleifen 140 Kohlebürsten von

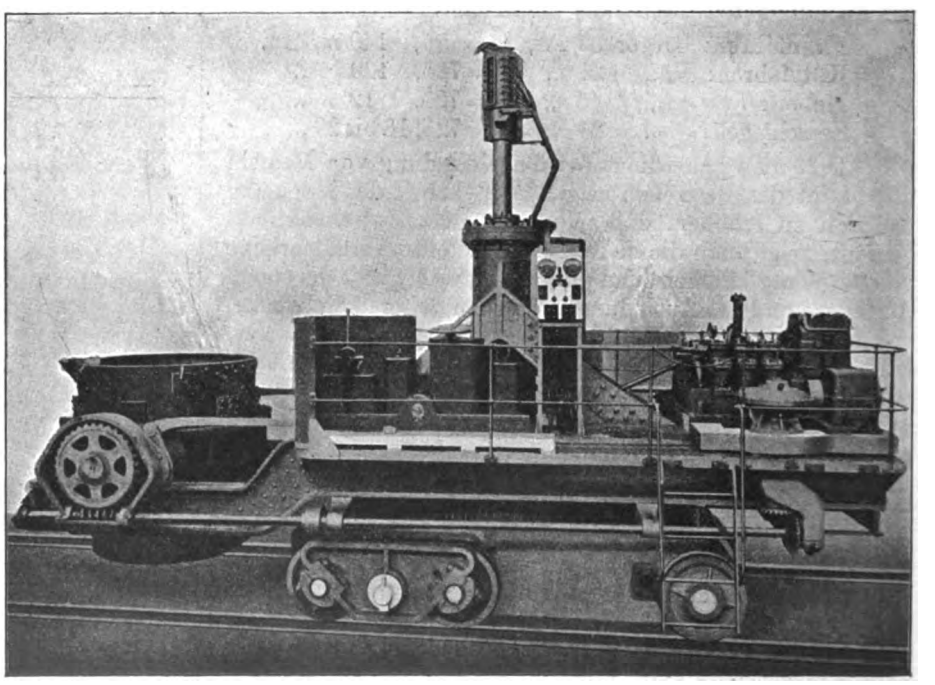


Fig. 6. Elektrisch-hydraulischer Stahlgießwagen.

*) Vergleiche auch Z. d. V. d. I. 1914, Seite 46.

Digitized by Google

30 × 20 *mm* Auflagefläche. Der neunstufige Anlasser dieses Motors ist derart bemessen, daß der Motor bei einer Belastung von etwa 1000 *PS* eine Umdrehungszahl von 40 p. M. in 40 Sekunden erreicht und ist für dauernde Vorschaltung vor den Anker eingerichtet, um bei einer Dauerbelastung von 600 *PS* die Drehzahl bis auf etwa 22 p. M. zu vermindern. Die Bürsten werden durch eine mit Handrad versehene Spindel angetrieben.

Bediente man sich früher zur Beförderung und Vergießung des flüssigen Stahls mittels Dampf betriebener Gießwagen, während die zur Handhabung der Blöcke und Kokillen dienenden Krane mit Preßwasser arbeiteten, so dürfte es heute kaum noch ein Thomasstahlwerk geben, das sich nicht in ausgedehntem Maße elektrisch betriebener Hebezeuge und Gießeinrichtungen bedient. Was insbesondere die letzteren angeht, so ging das Bestreben lange dahin, einen Gießwagen zu konstruieren, dessen sämtliche Bewegungen rein elektrisch angetrieben wurden. Es sind viele Vorschläge für die Ausbildung rein elektrisch betriebener Gießwagen gemacht worden, von denen indessen nur einer für die Praxis von größerer Bedeutung geworden ist. Besondere Schwierigkeiten verursachte hier der elektrische Antrieb der Vertikalbewegung der Pfanne, wobei sowohl mit sehr großen Lasten gerechnet als auch ein vollständig gleichmäßiges und stoßfreies Arbeiten erzielt werden muß.

Neuerdings hat man bei den Gießwagen für die Fahr- und Drehbewegungen und für die horizontale Verschiebung der Pfanne den elektrischen Antrieb beibehalten, der sich für diese Bewegungen durchaus bewährt hat, während man das Heben der Pfanne auf hydraulischem Wege bewirkt. Einen elektrisch betriebenen Gießwagen dieser Bauart der Deutschen Maschinenfabrik-A.-G. gibt Fig. 6 wieder. Der Unterwagen ruht auf drei Laufrollenpaaren, von denen die beiden vorderen in einem gemeinsamen Balancier gelagert sind, um kleine Unebenheiten in den Schienen auszugleichen. Der Oberwagen, der die Antriebsmotoren für die Drehbewegung und das Kippen und Ausfahren der Pfanne und die Steuereinrichtungen trägt, stützt sich mittels eines Zylinders auf einer als Kolben wirkenden, im Unterwagen fest gelagerten Säule aus Schmiedestahl ab. Das Druckwasser für den Zylinder wird von einer auf dem hinteren Teile des Oberwagens stehenden Drillingspreßpumpe geliefert, die durch einen besonderen Motor von 26 *PS* angetrieben wird. Der Hub des Wagens beträgt 800 *mm*; die Pfannen sind für 25 *t* Inhalt bemessen.

Die früher gebrauchten hydraulischen Hebezeuge im Stahlwerk wurden, wie bereits gesagt, gleichfalls durch elektrisch betriebene Krane ersetzt, die eine wesentlich größere Leistung zu erzielen und einen großen Teil der Mannschaften zu ersparen gestatten. Diese Krane wurden als Zangen- und Stripperkrane ausgebildet und dienen einerseits zum Abstreifen der Kokillen von den Blöcken, andererseits zum Verladen der Rohblöcke und Einsetzen derselben in die Wärmegruben. Die Zange ist an einer starren, heb- und senkbaren Säule aufgehängt und in Schlitzen geführt, welche beim Heben und Senken das Öffnen und Schließen der Zangenschenkel bewirken. Im Innern der Säule ist ein durch eine Schraubenspindel bewegter Stempel geführt, der zum Ausdrücken der Blöcke aus den mit der Zange gefaßten Kokillen dient. In den letzten Jahren sind diese Krane vielfach eingehend in der technischen Literatur behandelt worden*).

Im Siemens-Martinstahlwerk hat sich der Einfluß der elektrischen Energie besonders hinsichtlich der Gießkrane und der Muldenchargiervorrichtungen geltend gemacht. Die Anordnung der Krane in einem Siemens-Martinwerk, das nach dem flüssigen Roheisenverfahren arbeitet, gibt Fig. 7 wieder. Das Martinwerk besteht aus der mittleren

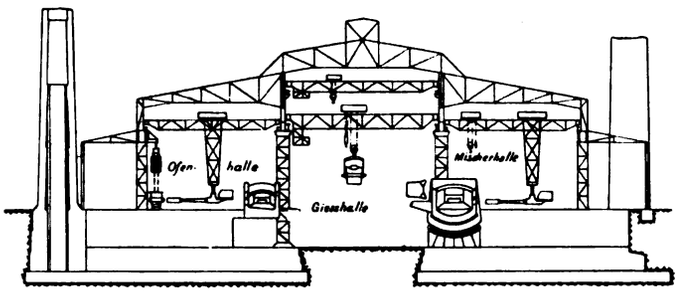


Fig. 7. Anordnung der Hallen und Hebezeuge eines modernen Siemens-Martinstahlwerkes.

Gießhalle mit einem Gießkran und einem oberhalb dieses Krans fahrenden Laufkran von geringerer Tragfähigkeit, der insbesondere zum Einsetzen der Kokillen in die Gießgruben dient, der sich nach links anschließenden Ofenhalle mit einem auf einem hochliegenden Geleis fahrenden Chargierkran für die Mulden und einer seitlichen Muldenzubringerkatze und der Mischerhalle auf der rechten Seite, die gleichfalls einen Muldenchargierkran enthält, um in den Mischer noch Zuschläge geben zu können. Wenn auch diese Anordnung nicht stets und überall zur Anwendung gelangt, so haben sich doch im allgemeinen für die Martinwerke feststehende Querschnitte herausgebildet, die sich nur hinsichtlich der Spannweiten und Tragfähigkeiten der Krane voneinander zu unterscheiden pflegen. An die Ofenhalle schließt sich dann noch nach links hin ein mit einem Laufkran überspannter Lagerplatz für den Schrott an, wozu dann noch das Gebäude für die Gaserzeuger kommt, die heute auch meist durch einen elektrisch betriebenen Greiferkran bekohlt werden. Der Schrottplatzkran arbeitet in der Regel mittels Lastmagneten. Bei nach dem Schrottverfahren arbeitenden Martinwerken kommt natürlich die Mischerhalle in Fortfall.

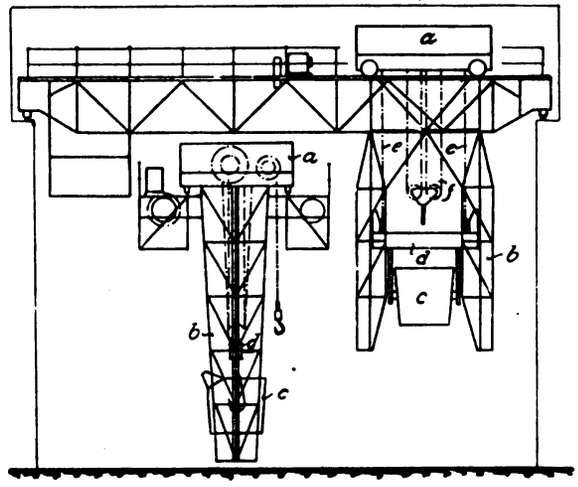


Fig. 8. Gießkran mit starrer Führung für die Pfanne.

Besonders der Gießkranbau hat in den letzten Jahren wesentliche Verbesserungen erfahren, die einerseits darauf hinausliefen, die Pfanne durch ein besonderes Kippwerk kippen zu können, andererseits eine feinfühlige Steuerung der zu hebenden Lasten erstrebten und schließlich das Schwanken der Pfanne während des Transportes zu verhindern suchten. Letzteres wurde dadurch erreicht, daß man das Pfannengehänge in einer starren Führung gleiten ließ. Fig. 8 zeigt schematisch die Anordnung eines derartigen

*) S. u. a. Stahl und Eisen 1907, S. 1000, Dinglers Pol. Journal 1908, Seite 267, Z. d. V. d. I. 1910, Seite 1341.

Digitized by Google

Gießlaufkrans. Die Laufkatze *a* trägt ein starres Gerüst *b*, das mit seitlichen Schienenführungen versehen ist. Die Pfanne *c* hängt in einer Traverse *d*, die von zwei Seilen *e* getragen wird und in den Führungsschienen gleitet. Das Hilfswindwerk *f* dient zum Kippen der Pfanne. Die oben erwähnte Forderung nach feinfühliger Steuerung der zu hebenden Last, die ja gerade beim Gießkran von ganz besonderer Wichtigkeit ist, fand ihre Erfüllung in der Anwendung der Leonard-Schaltung für das Hubwerk.

Wenn auch der elektrische Antrieb der Walzenstraßen selbst wohl nicht die große Ausdehnung erfahren, die man vor einigen Jahren erhoffen zu können glaubte, so wird die elektrische Energie im Walzwerk doch sowohl zum Antriebe von Straßen- als auch der Hilfsmaschinen in ausgedehntem Maße verwendet. Beim Antriebe von Walzenstraßen hat man zu unterscheiden zwischen Umkehrstraßen und dauernd in der gleichen Richtung umlaufenden Straßen. Bei den letzteren ergeben sich verschiedene Lösungen mit Rücksicht darauf, ob die Straße stets mit der gleichen Walzgeschwindigkeit arbeitet oder ob die Walzgeschwindigkeit veränderlich sein muß, bei denen also die Tourenzahl der Antriebe unter Umständen in sehr weiten Grenzen geregelt wird. Bei gleicher Walzgeschwindigkeit hat man die Wahl zwischen Drehstrom und Gleichstrom, die hier die gleichen Vorteile bieten. Straßen mit veränderlichen Walzgeschwindigkeiten werden jedoch am zweckmäßigsten durch Gleichstrommotoren betrieben, da sich hiebei in einfacher Weise eine verlustlose Regelung der Umdrehungszahlen ermöglichen läßt. Umkehrwalzenstraßen werden nach dem Ilgner-System mit Leonard-Schaltung gesteuert.

Die Anforderungen, die an Walzenzugmotoren gestellt werden, sind besonders infolge der unvermittelt auftretenden starken Stöße weitergehend als in irgendeinem anderen Betriebe. Dieselben müssen daher bestimmten Anforderungen genügen und müssen besonders sowohl in elektrischer als auch in mechanischer Beziehung reichlicher bemessen werden als Motoren für normale Transmissionsantriebe. Der Antrieb von ständig durchlaufenden Walzenstraßen erfolgt in unmittelbarer Kupplung oder durch Riemen- bezw. Seilübertragung. Der Motor wird gewöhnlich als selbsttätige Maschine ausgebildet und in einem abgeschlossenen Raum auf einem besonderen Grundrahmen aufgestellt. Die Ankerwelle wird über die beiden Lager hinaus verlängert, um später eine Vergrößerung der Leistung durch Ankupplung eines Zusatzmotors zu ermöglichen. Die Bemessung des Schwungrades richtet sich nach den besonderen Verhältnissen. Walzenstraßen, auf denen Stiche von kurzer Dauer mit großem Druck ausgeführt werden, zeigen ein unregelmäßigeres Bild des Kraftverbrauches, als solche Straßen, bei denen sich gleichzeitig mehrere Stäbe in der Walze befinden, die zu Material von geringem Querschnitt ausgewalzt werden. Die Schwungräder für die ersteren werden demgemäß entsprechend schwerer bemessen. Es sei noch erwähnt, daß man vielfach mit gutem Erfolge versucht hat, bei letzteren Straßen zur Antriebsmaschine, sei es eine Dampfmaschine oder eine Gasmaschine, einen Elektromotor zuzufügen, der mit der alten Maschine zusammenarbeitet.

Bei der Verwendung von Gleichstrom ist die Regelung der Drehzahlen verhältnismäßig einfach durch Benutzung von Verbundmotoren, deren Drehgeschwindigkeit sich durch Änderung des Magnetfeldes ungefähr verlustlos regeln läßt. Da jedoch vielfach in Hüttenwerken die Entfernung der Walzenstraße von der Zentrale ziemlich groß ist, so wird man sehr oft dem Drehstrommotor den Vorzug geben müssen.

Die Regelung der Drehstrommotoren erfolgte früher meist durch die Verwendung von eingeschalteten Widerständen, womit jedoch Energieverluste verbunden sind, welche besonders bei den hier üblichen großen Antriebsmotoren sehr erheblich ins Gewicht fallen können. In vielen Fällen wird ein Rotorwiderstand nur zu dem Zwecke verwendet, um die Schwungmassen zur Wirkung zu bringen, wobei man unter Umständen eine automatische Vorrichtung zur Einstellung des Schlupfes mit Vorteil benutzt. Diese Vorrichtung zieht die Schwungmassen erst bei Überlastungen zur Arbeitsleistung mit heran. Das Anlassen geschieht bei dieser Anordnung selbsttätig. Die Vorrichtung besteht aus einem Getriebe, das den Rotorwiderstand in Abhängigkeit von der Belastung des Walzenzugmotors einstellt. Der Schlupf wird gewöhnlich so eingestellt, daß er bei Vollast 6% und bei 100% Überlastung etwa 20% beträgt.

Um die Verluste der Regelung des Drehstrommotors durch Widerstände zu verhindern und außerdem eine Regelung bei Leerlauf zu ermöglichen, verwendet das Regelsystem Brown, Boveri-Scherbius an Stelle des Rotorwiderstandes einen Reguliermotor, der an die Schleifringe des Hauptmotors angeschlossen wird. Diese in Fig. 9 dargestellte Anordnung mit direkt gekuppeltem Reguliermotor verfolgt den Zweck, die sonst in Widerständen vernichtete Energie in mechanische Energie umzuwandeln. Der hier zur Anwendung kommende Grundsatz gipfelt darin, daß man durch Verstärkung der Nebenschlußerregung des Reguliermotors den Schleifringen des Hauptmotors eine höhere Gegenspannung vermittelt und so die Umlaufszahl vermindert. Da die Größe der im Reguliermotor erzeugten Gegenspannung von der jeweiligen Belastung unabhängig ist, so wird die einmal eingestellte Umlaufzahl auch bei Leerlauf aufrecht erhalten. Um einen Tourenabfall von Leerlauf bis Vollast zu bewirken, wird der Reguliermotor mit Verbunderregung statt mit Nebenschlußerregung ausgerüstet. Der Reguliermotor kann mit dem Hauptmotor direkt gekuppelt werden, wie in Fig. 9 dargestellt, oder zum Antriebe eines Induktionsgenerators verwendet werden, der die Schlupfenergie in elektrische Energie umwandelt und an das Netz zurückgibt. Die letztere Anordnung gibt das Schema Fig. 10 wieder. Bei der erstgenannten Anordnung steht über den ganzen Regelbereich eine gleichmäßige Spannung zur Verfügung. Mit sinkender Umlaufzahl steigt also das verfügbare Drehmoment, so daß die Straße stärker belastet werden kann. Dagegen bleibt bei der zweiten Anordnung mit Regulieraggregat das verfügbare Drehmoment beim Sinken der Umlaufzahl konstant und die Leistung geht zurück. Wenn sich für Walzenzugmotoren im allgemeinen die direkte Kupplung als geeigneter erweist, so wird das Regulieraggregat auch hier dann angewendet, wenn der Regulierbereich sehr groß ist.

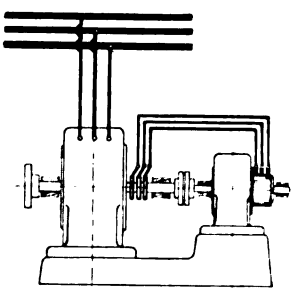


Fig. 9. Regelsystem Brown, Boveri-Scherbius.

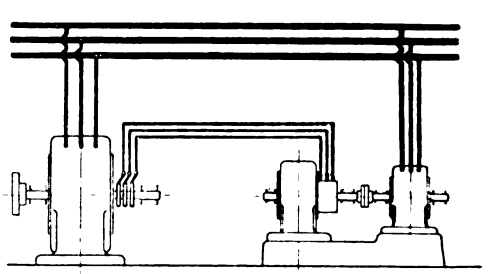


Fig. 10. Regelsystem Brown, Boveri-Scherbius mit Induktionsgenerator.

Der elektrische Antrieb von Umkehrwalzenstraßen ist lediglich nach dem System von Ilgner möglich. Der aus

Digitized by Google

den Steuerdynamos und dem ans Netz gelegten Motor bestehende Umformer wird mit einem schweren Schwungrade ausgerüstet. Das Schwungmoment des Schwungrades wird derart bemessen, daß die Strombelastung des Netzes einen gewissen, der jeweiligen Beanspruchung des Walzwerks entsprechenden Höchstwert nicht überschreitet. Durch Vereinigung der Umformer kann man bei elektrischen Umkehrantrieben mehrerer Walzenstraßen eine bessere Ausnutzung der Schwungmassen erzielen. Um eine wirtschaftliche Arbeitsweise zu ermöglichen, muß die Beschleunigungsarbeit möglichst klein und die Beschleunigungszeit möglichst kurz sein. Die Antriebsmotoren müssen also geringe Schwungmassen besitzen. Dieser Forderung kommen Motoren mit geteilten, besonders gekühlten Ankern von verhältnismäßig kleinem Durchmesser entgegen. Die Motoren werden in der Regel durch die Leonard-Schaltung gesteuert. Da sowohl die Ilgner-Anordnung als auch die Leonard-Schaltung bekannt sind, so dürften diese wenigen Worte zum elektrischen Antriebe von Umkehrstraßen genügen.

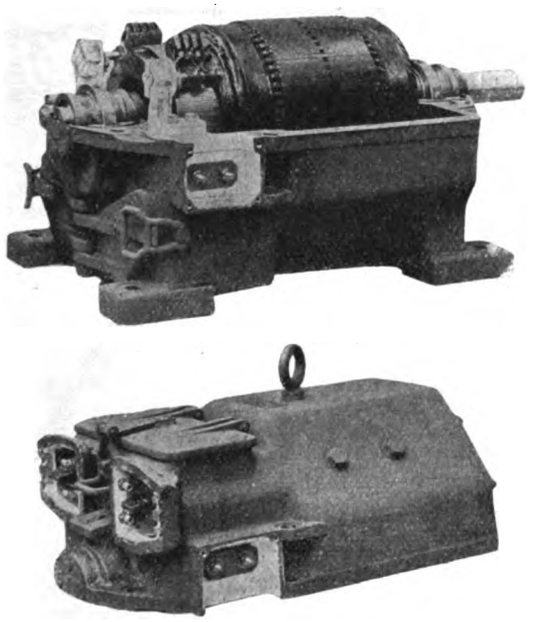


Fig. 11. Gekapselter Drehstrommotor der Siemens-Schuckert-Werke.

Die früher bei Blockwalzwerken fast ausschließlich übliche hydraulische Anstellung der Oberwalze muß in neuerer Zeit überall dem elektrischen Antriebe weichen, der sowohl einen größeren Hub der Walze als auch eine größere Anstellgeschwindigkeit zuläßt, ohne daß die Genauigkeit der Anstellung irgendwie ungünstig beeinflußt würde. Das Gleiche trifft für die Kantapparate zu. Die Anstellspindeln tragen auf einem Vierkant ein Schneckenrad, das durch einen auf einem Konsol stehenden Motor angetrieben wird.

Von größter Bedeutung ist die elektrische Energie für den Antrieb der Rollgänge, Schlepper, überhaupt der Transportvorrichtungen für das Walzgut geworden. Die Motoren für die Hilfseinrichtungen im Walzwerk müssen weitgehend gekapselt ausgeführt werden, wenn sie nicht eine zu große Leistung abzugeben haben, oder Aufstellung unter Flur oder an Orten erfordern, an denen sie einer mechanischen Beschädigung oder der Verschmutzung ausgesetzt sind. Einen gekapselten Drehstrommotor der Siemens-Schuckert-Werke mit geteiltem Gehäuse für Rollgänge, Krane usw. zeigt Fig. 11. Sehr vielfach werden aber auch Drehstrommotoren verwendet. So zeigt Fig. 12 den Antrieb eines Rollganges durch einen unter Flur aufgestellten gekapselten Drehstrommotor der Siemens-Schuckert-Werke. Die Steuerapparate werden gewöhnlich auf gemeinsamen Bühnen vor und hinter der Walze derart

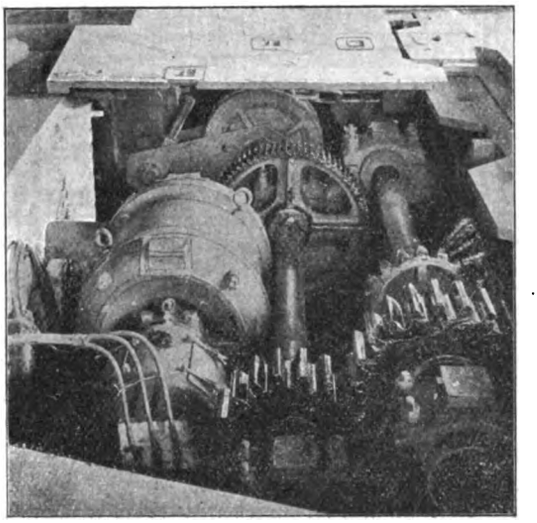


Fig. 12. Rollgangsantrieb durch Drehstrommotor.

aufgestellt, daß man von hier aus den Walzprozeß gut übersehen und ein Steuermann mehrere Antriebsmotoren bedienen kann. Die Antriebsmechanismen selbst konnten durch die Verwendung des Elektromotors bedeutend vereinfacht und verbilligt werden, da sie sich auf einem engen Raum bequem unterbringen lassen. Fig. 13 zeigt die Ausführung

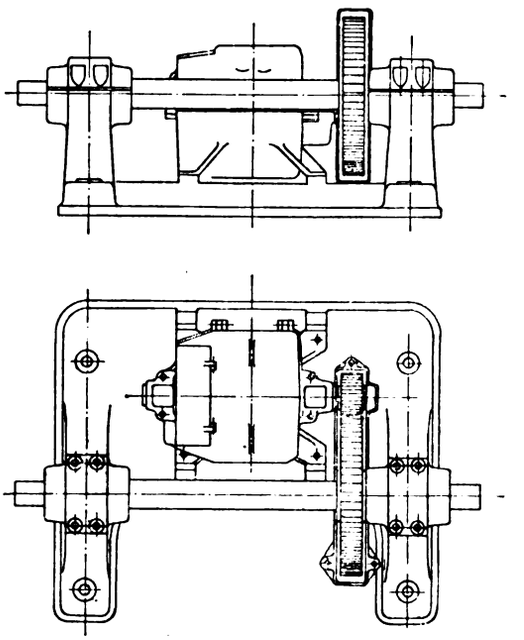


Fig. 13. Elektrischer Rollgangs- und Schlepperantrieb.

eines Rollgang- und Schlepperantriebes. Der Motor ist mit den Getrieben auf einer gemeinsamen Grundplatte aufgestellt, so daß stets ein genauer Eingriff der Zahnräder gewährleistet ist. Die Lagerböcke bilden mit der Grundplatte ein Stück. Die Zahnräder besitzen eine Schutzverkleidung gegen Staub und Verschmutzung.

Der Elektromotor machte auch erst die Verwendung von fahrbaren Hebetischen möglich, die gegenüber der früher gebräuchlichen Ausführung einer Straße mit festen Tischen und Rollgängen wesentliche Vorteile bietet, sowohl

Digitized by Google

in betriebstechnischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht. Der fahrbare Hebetisch gewährleistet sowohl geringere Anlage- und Betriebskosten, als auch eine Steigerung der Leistungsfähigkeit der Straße. Fig. 14 gibt den Querschnitt durch einen Hebetisch für eine 820 er Triostraße wieder*).

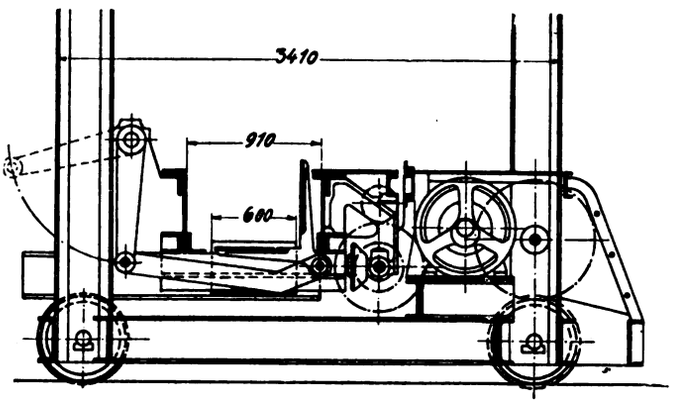


Fig. 14. Schnitt durch einen elektrisch betriebenen fahrbaren Hebetisch.

Der Tisch wurde auf einem vorhandenen Rollgang aufgebaut, läuft also auf Hüttenflur, woraus sich eine sehr gedrängte und niedrige Bauart des Tisches nötig machte. Der mit dem Tisch verbundene Kantapparat konnte unter diesen Umständen nur mit seitlich liegendem Hebelgestänge ausgeführt werden. Auch konnte nur ein Hebel in dem Zusammenstoßungswinkel der beiden Kantzacken angreifen, die bei der Bewegung des Zughebels mit entsprechend ausgebildeten Führungsleisten umgelegt werden. Die früher meist übliche Ausbildung der Kantapparate mit hydraulischer Bewegung macht überhaupt immer mehr dem elektrischen Antriebe Platz, da hiebei die Nachteile des hydraulischen Betriebes, die Gefahr des Einfrierens und von Rohrbrüchen, die schwierige Steuerung usw. in Fortfall kommen.

Wesentlich umgestaltend wirkte die elektrische Energie auch auf die Ausbildung der zum Einsetzen des Walzgutes in die Wärmöfen und zum Herausziehen der warmen Stäbe

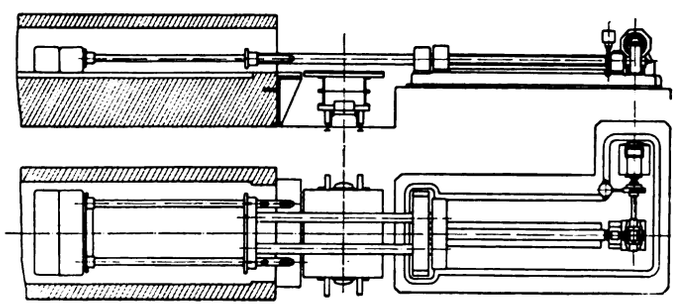


Fig. 15. Elektrische Blockeinstoßmaschinen für Rollöfen.

und Blöcke aus den Öfen dienenden Maschinen ein. Eine elektrisch betriebene Maschine zum Einstoßen von Blöcken in ortsfester Anordnung zeigt Fig. 15**). Die Maschine besteht aus dem Antriebe, einer Schraubenspindel, die an ihrem vorderen Ende ein Querhaupt und mit diesem verbunden zwei starke Vorschubstangen mit einem weiteren Querhaupt trägt, das auf die einzustoßenden Blöcke wirkt. Die Stoßvorrichtung ist noch mit einer ausziehbaren Verlängerung versehen, die es ermöglicht, den Ofen fast vollständig leer zu arbeiten, ohne hinten neue Blöcke nachsetzen zu müssen. Die Arbeitsweise der Maschine ergibt sich im übrigen aus der Abbildung. In anderer Weise arbeitet die in Fig. 16 dargestellte Einstoßmaschine, die zum Chargieren von Knüppeln benutzt wird. Die Knüppel werden auf einer Plattform vor dem Ofen abgelegt und durch ein hin und her gehendes Hebelgestänge vorgeschoben. Der Motor treibt durch ein Schnecken- und Stirnrädervorgelege ein Kurbelgetriebe an, dessen Bewegung durch Zugstangen auf einen doppelarmigen Hebel übertragen wird.

Der früher ausschließlich durch Druckwasser betriebenen Blockschere ist neuerdings in der Blockschere mit elektrischem Antriebe ein scharfer Wettbewerb erstanden. Besonders ist hier die Schere der Deutschen Maschinenfabrik-A.-G. mit doppelt bewegten Messern, die auf der Brüsseler Ausstellung berechtigtes Aufsehen erregte, bekannt geworden. Die Schere schneidet Blöcke von 450 × 450 *mm* im warmen Zustande von unten her. Die Einstellung des Vorstoßes erfolgt hier gleichfalls durch einen Elektromotor, der auf eine den Vorstoß tragende Spindel mit Gewinde arbeitet.

Elektrisch angetriebene Schlittensägen sind an die Stelle der früher ausschließlich mit Dampf betriebenen Pendelsägen getreten, die ihrerseits auch mehr und mehr für elektrischen Antrieb umgebaut werden. Hat man auch bei den Schlittensägen vielfach noch den hydraulischen Vorschub des Sägeblattes beibehalten, so hat man neuerdings auch diese Antriebsart mit bestem Erfolge durch elektrischen Antrieb ersetzt. In jüngster Zeit ist eine Sägenkonstruktion bekannt geworden, welche die unverkennbaren Vorteile des hydraulischen Vorschubes und diejenigen des elektrischen Antriebes miteinander in glücklicher Weise verbindet. Um die zu Kraftverlusten und sonstigen Übelständen Veranlassung gebenden, auch teueren Rohrleitungen von der hydraulischen Zentrale zur Säge auszuschließen, hat man die Säge mit einer besonderen, elektrisch angetriebenen Pumpe ausgerüstet, die dem Vorschubzylinder das Druckwasser liefert. Man kann sowohl die Pumpe mit einem besonderen Motor versehen, als auch die Antriebskraft durch Riemenvorgelege von dem Motor zum Antriebe des Sägeblattes abnehmen.

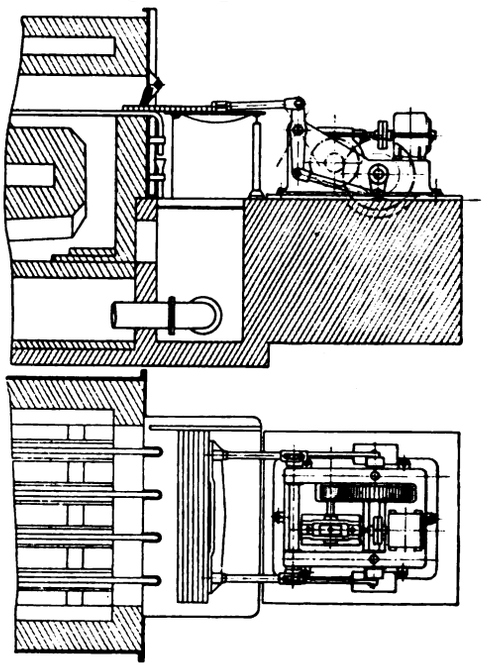


Fig. 16. Elektrische Knüppeleinstoßmaschine für Warmöfen.

Was endlich die Transportvorrichtungen im Walzwerk zum Transport der vor- und fertiggewalzten Stäbe angeht, so benutzt man hier den elektrisch betriebenen Kran in seinen verschiedenen Bauarten, besonders als Pratzenkran und als Magnetkran.

Es ist in der technischen Literatur der letzten Jahre über diesen Gegenstand so ausführlich geschrieben worden, daß dieser kurze Hinweis genügt*).

*) Stahl und Eisen, 1911, Nr. 38.

**) Stahl und Eisen, 1909, Nr. 21.

*) Vergl. auch meinen Aufsatz: „Über Fortschritte in der Verwendung des Lasthebemagneten", E. u. M. 1913, Heft 12.

Digitized by Google

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen

Betriebsergebnisse englischer Elektrizitätswerke. Die städtischen Elektrizitätswerke in Birmingham wurden im Jahre 1889 eröffnet und später die beiden Hauptwerke Waterstreet und Summerlane errichtet und die ältere Zentrale in eine Unterstation umgewandelt; es wird Gleichstrom von 500 *V*, Dreileiter für Licht, Kraft und Bahnbetrieb und Drehstrom von 5000 *V*, 25 ∼ für die äußeren Bezirke erzeugt. Die Summerlanezentrale ist, einschließlich der in Aufstellung begriffenen beiden 5000 *kW*-Dampfturbineneinheiten, auf 36.500 *kW* ausgebaut (acht Gleichstrom- und zehn Wechselstromgeneratoren). Neben den Hauptunterstationen von 22.000 *kW* Gesamtleistung sind noch 120 private Transformatoranlagen vorhanden, namentlich für industrielle Zwecke. Im letzten Betriebsjahre wurden 73·7 Millionen *kWh* verkauft, davon 24 Millionen *kWh* für Straßenbahnen, 27·5 Millionen *kWh* im Niederspannung-Gleichstrom und 22·2 Millionen *kWh* im Hochspannungsnetz. Das Anlagekapital beträgt 50 Millionen Kronen, die Einnahmen 8·8 Millionen Kronen (Zunahme 15% gegen das Vorjahr) oder 11·5 h pro kWh, gegen 43·7 h pro *kWh* bei 3 Millionen verkauften *kWh* im Jahre 1901; der Bruttogewinn beträgt 4·2 Millionen Kronen oder 45% der Einnahmen.

Die Zahl der angeschlossenen 16 *NK*-Lampen beziffert sich mit 288 632 (+ 10%), die Leistung der angeschlossenen Motoren mit 64 623 (+ 25%). Die Gesamtlänge der Straßenbahnlinien beträgt 195 km.

Eine andere Unternehmung, die Coventry Corporation in Worcester, mit vier Einheiten zu 3000 *kW*, lieferte im letzten Betriebsjahre (1913/14) 1·2 Millionen *kWh* für private Beleuchtung zu 32·7h, 14·9 Millionen *kWh* für Kraftzwecke zu 8·2 h (!) und 0·2 bezw. 0·15 Millionen *kWh* für Straßenbeleuchtung und Bahnbetrieb zu 9·6 bezw. 6·5 h pro *kWh*. Die reinen Betriebskosten betrugen pro 1913/14 bei 16·5 Millionen *kWh* 3·4 h pro *kWh*, die Kapitalsausgaben 3·1 h, die Gesamtausgaben 7·1 h, die Einnahmen hingegen 10·3 h pro *kWh*, Reingewinn K 520.000. Im Jahre 1901 arbeitete die Unternehmung noch bei einer Gesamtabgabe von 0·35 Millionen *kWh*, welche mit 41·4 h pro Einheit verkauft wurden (Licht 46, Kraft 31 h), wogegen die Betriebskosten einschließlich Kapitalsausgaben 57 h pro *kWh* erreichten, noch mit einem Verlust von K 55.000. (The Electr., 12. 6. 1914.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Neuere Gleichstromdampfmaschinen. Von Fr. Freytag. Neuere Versuche mit Gleichstrommaschinen haben Dampfverbrauchszahlen von 4·1 bis 4·2 kg pro *PS*/Std. ergeben und hiemit neuerdings die wirtschaftliche Vollkommenheit der Gleichstrommaschine bestätigt.

Trotzdem ist der Bau der Gleichstrommaschine bisher nicht recht vorwärts gekommen, was wohl daran liegen mag, daß man sich die Mittel, denen die Gleichstromdampfmaschine ihre wirtschaftlichen Vorzüge verdankt, nunmehr auch beim Bau von normalen Dampfmaschinen zunutze machte.

Neuestens macht sich wieder eine Strömung zugunsten der Gleichstromdampfmaschine bemerkbar und haben hervorragende Fabriken, die sich mit dem Bau derselben befassen, ihr wieder neue Absatzgebiete erobert.

Der Verfasser beschreibt die Bauarten einiger neuesten Typen von Gleichstromdampfmaschinen.

Bei den Gleichstrommaschinen, die von der Aktien-Gesellschaft Görlitzer Maschinenbau-Anstalt und Eisengießerei in Görlitz gebaut werden, ist der aus einem Stück bestehende Zylinder mit dem Vorderdeckel, der die Frischdampfheizung enthält und mit den Stutzen für die Einlaßventile zusammengegossen. Die Einlaßventile werden durch eine unter dem Einfluß eines Achsenreglers stehende Lentz-Steuerung mit einem einzigen Exzenter bewegt. Die Fabrik baut auch Verbundmaschinen mit gewöhnlichem Hochdruckzylinder und Gleichstrom-Niederdruckzylinder, der gleichfalls Einexzentersteuerung Bauart Lentz besitzt.

Gebrüder Sulzer in Winterthur bauen Gleichstromdampfmaschinen seit dem Jahre 1909 und wurden bis zum 1. Juli 1913 von dieser Firma 75 solche Maschinen mit mehr als 50000 *PS*e geliefert. Bei den Sulzerschen Gleichstrommaschinen werden die Einlaßventile durch Rollenhebel von der durch Kegelräder angetriebenen Steuerwelle aus gesteuert, auf welcher Welle der Achsenregler sitzt, welcher die unmittelbar auf die Ventile einwirkenden Exzenter verstellt. Der Dampfverbrauch dieser Maschinen schwankt zwischen 4·57 bis 4·91 kg pro *PS*i und Stunde. Der mechanische Wirkungsgrad soll einschließlich der Luftpumpe 92 bis 95% betragen.

Die Maschinen der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G. vorm. G. Egestorff haben gleichfalls Lentz-Steuerung für die Einlaßventile, und zwar für jedes Einlaßventil ein besonderes Exzenter. Ein drittes Exzenter treibt ein unten am Zylinder angeordnetes Auslaßventil, wodurch der Kolben kurzgehalten werden kann. Eine Maschine von 170 *PS*e wies bei 149 minutlichen Umdrehungen einen Dampfverbrauch von nur 4·08 kg pro *PS*i/Std. auf.

Die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg baut zwei Typen von Gleichstromdampfmaschinen, und zwar langsamlaufende und raschlaufende Maschinen. Die ersteren Maschinen besitzen Bajonettrahmen, während für die schnellaufenden Maschinen Gabelrahmen verwendet werden. Zur Steuerung dienen Schwingwellen, welche mittels kurzer Stange von dem auf der Steuerwelle sitzenden Exzenter angetrieben werden. In der Verlängerung der Steuerwelle ist eine zweite Welle in den beiden Ventilbügeln gelagert, auf welcher Hebel sitzen, die durch Rollen und die mit den Ventilspindeln verbundenen Hubkurven die Schwingbewegung in die hin und her gehende, der wagerecht nach innen öffnenden Ventile verwandeln. Die ganze Steuerung zeichnet sich durch eine geringe Zahl von Gelenken aus. Zum Zuschalten schädlicher Räume bei Auspuffbetrieb dienen Sicherheitsventile auf jeder Zylinderseite, die ohne Zutun des Maschinisten arbeiten. Hub und Öffnungswinkel des Exzenters werden durch einen Achsenregler, Bauart Lentz, verstellt. Die Umlaufszahl der Maschine kann während des Betriebes mittels eines Handrades um ± 20% verändert werden.

Die Maschinenfabrik Främbs & Freudenberg in Schweidnitz baut nach dem Patente des Ing. Hunger stehende schnellaufende Gleichstrommaschinen mit kleiner Füllung und hoher Verdichtung als Einzylindermaschinen, die getrennte Ein- und Auslaßsteuerteile (Kolbenschieber) haben. Die Einlaßschieber sind so nahe als möglich an den Zylinder herangesetzt, so daß die Dampfkanäle kurze Spalte bilden. Gegenüber den bisherigen Maschinen haben die Maschinen der besprochenen Bauart den Vorteil einer geringeren Wärmeableitung nach dem Auslaß und können weiters ohne Veränderung mit Auspuff oder Kondensation betrieben werden.

Die Firma Ehrhardt & Schmer, G. m. b. H. in Saarbrücken baut große Gleichstrommaschinen für Walzwerke, insbesondere für den unmittelbaren Antrieb von Trägerstraßen, welche die Überlegenheit dieser Maschinentype gegenüber der Tandemmaschine von neuem bestätigt haben. Die größte, der von dieser Fabrik gebauten Maschinen, welche für das Röchlingsche Eisen- und Stahlwerk in Völklingen geliefert wurde, hat 1700 mm Zylinderdurchmesser, 1400 mm Hub und entwickelt bei 120 minutlichen Umläufen mit Dampf von 9 Atm. und 275° C Überhitzung, im Mittel 4000 *PS*, eine dauernde Höchstleistung von 6300 *PS*, vorübergehend sogar 8000 *PS*. Die Maschine ist außer dem normalen Regler, mit einem zweiten Regler ausgestattet, der bei Überschreitung einer bestimmten Umlaufzahl durch Öldruck ein Schnellschlußventil schließt, so daß die Maschine bei plötzlichen Unfällen an der Kupplung, oder Walzenstraße und beim Versagen des Hauptreglers nicht durchgehen kann. (Z. d. V. D. I., 9. 5. 1914.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Hauswasserversorgungsanlagen mit elektrischem Antrieb. J. Schmidt. Durch die zunehmende Ausbreitung der Überland-Elektrizitätswerke ist man selbst auf abseits gelegenen Ansiedlungen in der Lage, sich eine eigene Wasserversorgung einzurichten. Hiebei hat sich die elektrisch betriebene Pumpenanlage mit selbsttätiger Ein- und Ausschaltvorrichtung allen anderen Anordnungen überlegen gezeigt. Der Stromverbrauch ist sehr gering und die Betriebskosten erreichen bei weitem nicht die Kosten des von Wasserwerken gelieferten Wassers. Hiezu kommen noch die Bequemlichkeit und Sicherheit des elektromotorischen Antriebes.

Bei den zu betrachtenden Anlagen mit Motorleistungen von ½ bis 5 *PS* unterscheidet man fünf Ausführungsarten: 1. Das Wasser wird in einen hochgelegenen offenen Behälter gepumpt, von dem aus es mit eigenem Druckgefälle in das Rohrnetz verteilt wird. 2. Wo ein Hochbehälter nicht aufstellbar ist, kann ein geschlossener Druckbehälter verwendet werden. Im ersten Falle wird der Pumpenmotor durch den Schwimmer, im zweiten durch den Behälterdruck mittels eines Druckschalters ein- und ausgeschaltet. 3. Die Pumpe arbeitet nur während der Wasserentnahme und liefert soviel als verbraucht wird. Behälter entfallen. Der Pumpenmotor wird von der Verbrauchsstelle aus durch eine bei Wasserentnahme selbsttätig in Wirkung tretende Vorrichtung eingeschaltet. 4. Ähnlich der ersten Ausführung wird ein Behälter, aber von kleineren Dimensionen (Schaltertopf), für wenige Liter angewendet. Ein Schwimmer besorgt die Schaltung. 5. Ähnlich der zweiten Ausführung wird ein Druckbehälter, aber von kleineren Dimensionen, für wenige Liter verwendet, der mit dem Druckregler für die Motorschaltung zusammengebaut ist.

Von den in Frage kommenden Pumpen haben für Hauswasserzwecke die Kolbenpumpen die meiste Verbreitung gefunden, weil sie bei den kleinen Leistungen einen sehr guten Wirkungsgrad

Digitized by Google

haben, von der Förderhöhe unabhängig, betriebssicher und dauerhaft sind. Der Verfasser bespricht einige Konstruktionen der Pumpen- und Maschinenfabrik Weise & Monski in Halle a. S., die mit einem Zylinder bis zu 100 m betragende Förderhöhen bewältigen können. Der Elektromotor ist auf der mit der Pumpe verschraubten Grundplatte befestigt. Die Bewegungsübertragung erfolgt durch Riemen oder Zahnräder. Es werden acht Größen von 14 bis 65 l/Min., 250 bis 180 Touren/Min. und $^3/_4$ bis $1^1/_2$ *PS*-Motorleistung gebaut. Die Motoren laufen mit 1400 bis 1500 Touren. Eine leichtere Ausführung ist für 30 bis 45 l/Min. geeignet und dient nur zur Hauswasserversorgung. Das Eisenwerk A. Gerlach in Nordhausen bringt eine Pumpe mit Druckkessel für 20 l/Min. und 40 l/Min., ferner eine solche für 20 bis 115 l/Min.*), die Brünn-Königsfelder Maschinenfabrik eine schnellaufende Pumpe für 25 bis 145 l/Min. in den Handel.

Die Firma Weise Söhne in Halle a. S. fabrizierten kleine Kreiselpumpen, die bekanntlich den Vorteil des direkten elektrischen Antriebes ohne Getriebe haben. Diese Pumpen liefern 25 bis 160 l/Min. auf 15 bis 30 m und erfordern $^1/_2$ bis 2 *PS*. Jetzt werden mehrstufige Hochdruckpumpen auch für kleinste Wassermengen erzeugt. Auch einachsige, direkt angetriebene Kapselpumpen, deren Wirkungsgrad sich auch bei verschiedenen Förderhöhen und Nutzleistungen in weiten Grenzen auf gleicher Höhe hält, werden viel verwendet. Die Siemens-Schuckert-Werke erzeugen Kapselpumpen von 37 bis 650 l/Min. für 25 m, die Firma Rich. Klinger G. m. b. H. in Berlin solche von 25 bis 125 l/Min. für 40 m mit einem Kraftbedarf von 0·5 bis 1·8 *PS* bei rund 1450 bis 950 Touren/Min. Es werden noch Ausführungen von der Motor-Pumpen-Fabrik Franz Tausch in Charlottenburg, der Firma Gebr. Fabke in Hamburg und Max Brandenburg in Berlin ausführlich besprochen. (Z. d. V. D. I., 11. und 18. 4. 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Parallellaufen von Drehstromdynamos. F. Punga berechnet das kritische GD^2 für zwei gleiche Dynamos von je 1200 *kVA* bei 107 minutlichen Touren, von denen eine von einem Viertakt-Gasmotor, die andere von einer Verbundmaschine angetrieben wurde. Das kritische

$$GD^2 = 55\,500 \frac{\text{Leistung in } kVA \times \text{Polpaarzahl}}{\text{Touren pro Minute} \times c^2 . (\alpha + \beta)}.$$

Dabei ist c die Periodenzahl der einzelnen Harmonischen im Tangentialdiagramm

$$\alpha = \text{Konst.} \frac{AW \text{ pro cm Umfang}}{\text{Kraftlinien pro cm}^2 \text{ Ankerfläche}},$$

$$\beta = \text{Konst.} \frac{\text{Anker-}AW \text{ pro Pol} \times 0{\cdot}95}{AW \text{ für Luftspalt und Zähne}}$$ **).

Bei konstantem Kraftfluß ist das kritische GD^2 dem Quadrate der Drehzahl umgekehrt proportional, bei konstanter Drehzahl ist das GD^2 dem Quadrate des Kraftlinienflusses direkt proportional.

Wegen der Verschiedenheit des erforderlichen GD^2 sind auch die Abmessungen beider Maschinen verschieden. Der Verfasser beschreibt die versuchsweise Bestimmung dieses Wertes. Liegt das wirkliche GD^2 unterhalb dem kritischen, so wird durch Erniedrigung der Spannung Resonanz erzielt; liegt es höher, so muß man Resonanz durch Erniedrigung der Drehzahl erzwingen; die Genauigkeit, mit der Rechnung und Versuch überstimmen, war 5 bis 7%.

Nach Ansicht des Verfassers soll man beim Bestellen von Maschinen die Bedingung des Parallellaufens durch die Angabe der Eigenschwingungszahl verschärfen. Der Resonanzversuch ist als ein Kriterium für das gleichmäßige Arbeiten der Zylinder heranzuziehen; man stellt die Spannung um 20% höher oder niedriger als die kritische und mißt die Amplitude der Resonanzschwingung: durch bloßes Auswechseln der Pole, also Ändern des Verhältnisses Polbogen zu Polteilung läßt sich das Parallelarbeiten verbessern. Zum Schluß gibt der Verfasser noch einen Weg an, wie man das Parallelarbeiten zweier ungleicher Dynamos im voraus berechnen oder mit Hinzuziehung einer dritten Dynamo durch Bestimmung der Eigenschwingungszahl durch den Versuch bestimmen kann. (E. T. Z. Heft 24, 1914.)

Die analytische Theorie des statischen Frequenzverdopplers bei Leerlauf. Von Dr. Ing. Ludwig Dreyfus-Berlin. Wenn die primären Windungen zweier gleicher Transformatoren in Serie und die sekundären Windungen einander entgegengesetzt geschaltet werden, so müßten sich die sekundär induzierten Spannungen gegenseitig aufheben. Sind die beiden Transformatoren durch einen Gleichstrom, der die sekundären Windungen durchfließt, vormagnetisiert, so zeigt sich an den sekundären Klemmen eine Wechselspannung doppelter Frequenz. Die Erscheinung wird begreiflich, wenn man überlegt, daß während der ersten Halbperiode des primären Stromes die Induktion im Transformator *I* sich infolge einer gleichsinnigen Vormagnetisierung nur sehr wenig ändern wird; während der zweiten Halbperiode des primären Stromes, wo die Vormagnetisierung das entgegengesetzte Zeichen hat, als die vom Primärstrom erregte, wird sich die Induktion sehr rasch ändern. Im zweiten Transformator wird es gerade umgekehrt sein. Während der ersten Halbperiode des primären Stromes ist die Änderung der Induktion sehr rasch, weil das Eisen im entgegengesetzten Sinne vormagnetisiert ist, während der zweiten Halbperiode sehr langsam, daß heißt die Induktionswelle im zweiten Transformator ist der Zeit nach um eine halbe Periode verschoben, gegenüber der Induktion im ersten Transformator; und überdies ist sie dem Sinne nach um 180° versetzt, weil für den primären Strom $i_1 = 0$ im Transformator *I* die positive im Transformator *II* die negative Vormagnetisierung vorhanden ist. Wird also der Kraftfluß im ersten Transformator dargestellt durch:

$$n_1 = N_0 + N_1 \sin(\omega_1 t - \varphi_1) + N_2 \sin(2\omega_1 t - \varphi_2) + N_3, \ldots .$$

so müßte der Kraftfluß im zweiten Transformator darstellbar sein durch

$$n_2 = -n_1\left(t + \frac{\tau}{2}\right)$$
$$= -N_0 + N_1 \sin(\omega_1 t - \varphi_1) - N_2 \sin(2\omega_1 t - \varphi_2) + \ldots .$$

da für die primäre Spannung nur die Summe der beiden Kraftflüsse, für die sekundäre Spannung ihre Differenz in Betracht kommt, so werden primär die ungeraden, sekundär nur die geraden Vielfachen der harmonischen Komponenten übrig bleiben.

Zur analytischen Behandlung dieser Verhältnisse kann man die Magnetisierungskurve durch einen Ausdruck:

$$B = A \text{ arc tng } \alpha x + C x$$

darstellen. B bedeutet die Induktion, x die magnetisierenden AW pro cm Länge A, α, C sind Konstante, die dadurch bestimmt werden, daß für drei gegebene Werte der magnetisierenden AW x_1 x_2 x_3 die zugehörigen Induktionen B_1 B_2 B_3 als gegeben vorausgesetzt werden. Auf diese Weise erhält man drei Gleichungen zur Bestimmung der drei Unbekannten A, α, C. Setzt man für den Magnetisierungsstrom eine einfach periodische Funktion voraus $a w_1 = x_1 \cos \omega_1 t$ und für die Gleichstromerregung $a w_0 = x_0$ so erhält man für die Fluxschwankungen in beiden Transformatoren:

$$B_a = A \text{ arc tng } \alpha \pm . (x_1 \cos \omega_1 t + x_0) + C (x_1 \cos \omega_1 t + x_0),$$
$$B_b = A \text{ arc tng } \alpha (x_1 \cos \omega_1 t - x_0) + C (x_1 \cos \omega_1 t - x_0).$$

Bei einem Eisenquerschnitt $= F$ cm² wird die EMK pro Windung

$$\frac{e}{w} = -F \frac{dB}{dt} . 10^{-8} \text{ Volt}.$$

Führt man diese Differentiation für die beiden Ausdrücke von B_a und B_b wirklich durch, so ergibt sich das früher erwähnte Resultat, daß die durch den Flux im Transformator *II* induzierte Spannung e_b gleich ist der negativen um eine halbe Periode verschobenen Spannung im Transformator *I* oder:

$$e_2 = -e_1\left(t + \frac{\tau}{2}\right),$$

die primäre Spannung $e_I = e_a + e_b$ wird also nur ungerade, die sekundäre Spannung $e_{II} = e_a - e_b$ nur gerade harmonische Komponenten enthalten.

Setzt man also einen bestimmten Wert für die Vormagnetisierung (x_0) und für die primären AW (x_1) voraus, so lassen sich die Werte von e_I und e_{II} berechnen und man erhält für jeden speziellen Wert von $\omega_1 t$ einen Punkt der Spannungskurve. An Stelle dieser punktweisen Ermittlung der Spannungskurve lassen sich natürlich auch die Werte von e_a und e_b nach bekannten Methoden in Fouriersche Reifen entwickeln:

$$e_a = E_1 \sin \omega_1 t + E_2 \sin 2\omega_1 t + E_3 \sin 3\omega_1 t,$$
$$e_b = E_1 \sin \omega_1 t - E_2 \sin 2\omega_1 t + E_3 \sin 3\omega_1 t.$$

für die einzelnen Amplituden E als Funktionen von $\frac{x_0}{x_1}$ und $\frac{1}{\alpha x_1}$ ergeben sich ziemlich komplizierte Ausdrücke, die als die Grundgleichungen der Theorie des Frequenzwandlers bezeichnet werden können. Aus der Diskussion dieser Grundgleichungen ist bemerkenswert, daß das Verhältnis der Fluxkomponenten der zweiten zur ersten Frequenz sehr nahe gleich dem Verhältnis $\left(\frac{x_0}{x_1}\right)$ der erregenden Gleichstrom-AW zu den Wechselstrom-AW ist und nur wenig von dem absoluten Werte dieser Erregungen abhängt. Ist man auf diese Weise über die Kurvenform der Teilspannungen bei angenommenem cos-förmigen Erregerstrom orientiert, so erkennt man auch umgekehrt, welche Wellenform für die primäre Spannung anzustreben ist, um einen cos-förmigen Magnetisierungsstrom zu erhalten und andererseits ob die sekundäre

*) Siehe E. u. M. 1913, Anhang, Seite 201.
**) Siehe E. u. M. 1911, Seite 477.

Digitized by Google

Spannung nur die zweite oder eventuell auch höhere Harmonische zur Frequenzvervielfachung auszunutzen gestattet.
(Arch. f. Elektrotechnik, II. Bd., 9. Heft, 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Schutzvorrichtungen gegen Drahtbruch an Hochspannungsfreileitungen. Eine Rundfrage des Dir. Thomas an 50 Werken über den Wert der Schutzvorrichtungen ergab folgendes (bei 76 Drahtbrüchen):

	vorteilhaft	unnütz	schädlich
Schutznetz in	8	2	31 Fällen
Erdungsbügel in	8	9	11 „
Bruchsichere Aufhängung in	3	—	4 „

Demnach erscheint der Wert der Schutznetze und Erdungsbügel in Frage gestellt. Bei einer Gesamtlänge von 11 919 km entfällt bei 29 Werken auf rund 1000 km pro Jahr ein Drahtbruch; schaltet man 45 (das ist 60% aller Drahtbrüche) aus, bei denen sich die Schutzvorrichtung als schädlich erwies, so entfällt auf je 2500 km ein Drahtbruch. Nur in einem Falle ist durch Berühren eines Ankerdrahtes ein Todesfall verursacht worden, der nicht stattgefunden hätte, wenn der Schutzdraht nicht vorhanden gewesen wäre.
(Mitteil. der Verein. der El. Werke Nr. 153, 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

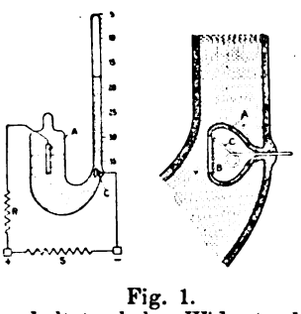


Fig. 1.

Elektrolytzähler. Stafford Hatfield. Der im Jahre 1905 im Prinzipe von Holden angegebene, vom Verfasser verbesserte Zähler besteht, wie in Fig. 1 ersichtlich, aus einem geschlossenen U-förmigen Glasbehälter mit zwei Platinelektroden *A*, *C*, mit Platinschwarz bedeckt, die teilweise in eine verdünnte Säurelösung eintauchen; der freibleibende Raum oberhalb der Lösung ist mit Wasserstoffgas ausgefüllt. Zur Regulierung dient ein in Reihe mit der Zelle geschalteter hoher Widerstand *R*, während zwischen die Klemmen ein Shuntwiderstand *S* angeschlossen ist. Das von der Anode *A* absorbierte Gas geht beim Stromdurchgang beständig in die Lösung über und wird oberhalb der Kathode wieder ausgeschieden. Nach vollständigem Übergang der bei *A* vorhandenen Gasmenge wird das Rohr gekippt, das Gas fließt in den Anodenraum zurück und der Zähler ist für eine neue Messung bereit. Die ausgeschiedene Wasserstoffmenge war beim ursprünglichen Apparat nicht proportional der Strommenge infolge der an der Kathode durch Polarisation entstehenden Überspannung. Weitere Störungen traten durch die Kappilarität des Glasrohres ein. Man gab daher der Kathode die in der zweiten Figur ersichtliche Form eines Glashütchens *A*, das durch ein mit sehr kleinen Öffnungen versehenes Platingitter *B* abgeschlossen ist. Der Innenraum ist mit Wasserstoff gefüllt, dessen Gegendruck dem kapillaren Druck das Gleichgewicht hält. Die Ausscheidung geschieht nunmehr kontinuierlich und proportional der Stromstärke; die Änderungen der Temperatur und der Außendrucke haben keinen merklichen Einfluß auf die Ablesungen (150 Skalenteile). Das Instrument ist in ein Stahlgehäuse eingeschlossen und wiegt kaum 0·5 kg; es eignet sich besonders zur Montierung in Räumen mit starken Erschütterungen (Motorwagen usw.). (The Electr., 22. 5. 1914.)

Eine Untersuchung der Stoßdämpffähigkeit verschiedener Materialien bei wechselnder Belastung hat Ivar Malmborg, Stockholm, unternommen und damit eine Frage berührt, die für die Aufstellung der verschiedensten Meßinstrumente, insbesondere auch der elektrischen, von größter Wichtigkeit ist. Seine Absicht war, eine geeignete Methode auszuarbeiten, um Vergleiche zwischen der Dämpfungsfähigkeit verschiedener Materialien anstellen zu können. Diese Methode sollte dann dazu dienen, um einerseits die Dämpfung der als gute Dämpfungsmittel bekannten Materialien zu prüfen und andererseits die Bedingungen für die Herstellung eines Dämpfungsmittels mit besonders guten Eigenschaften zu ermitteln. Die angewendete Methode bestand darin, daß ein schwerer Zylinder (2 kg) mit den ebenen Flächen in dem zu untersuchenden Material eingeklemmt wurde. Durch Stöße von bekannter Stärke wurde sodann der Zylinder in Schwingungen versetzt und diese Schwingungen wurden mittels eines Spiegels registriert. Die erhaltenen Abklingungskurven gestatteten die Dämpfungsfähigkeit zu studieren. Die Ergebnisse besagen, daß die gewöhnlichen Dämpfungsmaterialien im allgemeinen ungefähr denselben relativ niedrigen Dämpfungsfaktor und dasselbe logarithmische Dekrement haben. Kork und Suberit haben einen etwas höheren Dämpfungsfaktor und weicher Filz besitzt ein etwas höheres Dekrement. Ein wirklich gutes Dämpfungsmittel für Stöße kann gewonnen werden durch das Eintränken eines elastischen Materiales wie Stahlwolle oder Filz in zähe Flüssigkeiten. (Ann. d. Phys. Nr. 11, 1914.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Die Galvanoplastik. In der 21. Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft besprach Dr. Pfanhauser den derzeitigen Stand der Galvanotechnik und führte aus, daß auch die Galvanotechnik, die Mutter der modernen Elektrochemie, sich auf eine technische Vollkommenheit emporgehoben hat. Die Industrie verwendet sowohl anodische, wie kathodische Vorgänge für die galvanotechnischen Zwecke. Anodische Vorgänge für die Zwecke des Ätzens, Elektrogravierens, auch zur Herstellung verschiedener Metallfärbungen, dagegen hauptsächlich die kathodischen Vorgänge in Form von galvanostegischen oder galvanoplastischen Arbeiten. Welchen Umfang die galvanotechnische Arbeit angenommen hat, geht daraus hervor, daß für rein galvanotechnische Zwecke in Europa allein etwa 2 500 000 *A* arbeiten, auf der gesamten Welt dagegen etwa 3 Millionen *A*. Es entspricht dies einer Jahresproduktion von rund 15 000 t rein galvanotechnisch niedergeschlagener Metalle. An dieser enormen Arbeit partizipieren Deutschland und Österreich zusammen mit etwa 35%, während etwa 60% der installierten galvanotechnischen Betriebe aus deutschen Fabriken stammen. Der Vortragende führt aus, daß neben der umfangreichen Anwendung der Vernicklung neuerdings auch die Verzinkung eine bedeutende Rolle spielt und daß für die Verzinkung auf Drähten, Rohren und Bändern allein etwa 300.000 *A* in Anwendung sind. Zurzeit werden etwa 15% der Gesamtproduktion in verzinktem Draht durch elektrolytische Verfahren bewältigt. Das Hauptinteresse ist zurzeit darauf gerichtet, den mechanischen Teil der angewendeten Apparate zu vervollkommnen und die an sich durchstudierten und erprobten Verfahren für die Industrie durch verbesserte Vorrichtungen immer nutzbringender zu gestalten. Erwähnt ist auch die moderne Anwendung der Eisengalvanoplastik. Für das Druckgewerbe ist die Galvanoplastik schon seit langen Jahren tätig. Durch die sogenannte Verstählung von Stereotypieplatten ist man ohne weiteres in der Lage, von denselben Auflagen bis zu 1 Million zu drucken. Der Vortragende nimmt an, daß die nächste Umwälzung auf dem Gebiete der Galvanotechnik in der Anwendung geschmolzener Elektrolyten zu suchen sein wird.
(Z. f. Elektroch. Heft 11, 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Einfluß der Frequenz auf die dielektrische Festigkeit der Luft. J. B. Whitehead und W. S. Gorton. Die früheren Untersuchungen der Verfasser*) erstreckten sich auf einen Bereich von 20 bis 90 ∼ und zeigten einen deutlichen Einfluß der Frequenz auf die Koronabildung. Bei den bis auf 3000 ∼ ausgedehnten neueren Versuchen wurde die frühere Methode des in einem zylindrischen Rohr verlegten Koronadrahtes beibehalten, wobei die Ionisation der das Rohr verlassenden Luft mittels Goldblattelektroskop gemessen wurde. Die Meßschaltung ist in Fig. 2 dargestellt. Hierin bedeutet *T* das Entladerohr, *A* ist ein Voltmeter, *M* bedeutet den Netzanschluß und *S* die Zuleitung der beiden Gleichrichter bezw. Hochfrequenzgeneratoren; der Ladestrom des Kondensators *K* geht während einer Halbperiode durch ein Gleichrichterrohr, während der zweiten durch das andere Rohr; zwecks Erhaltung eines ständigen Lichtbogens an der Entladestrecke war zur Aktivierung des Rohres eine Hilfsanode mit Eisenelektroden mit einem konstanten Potentialgefälle vorgesehen. Zur Erzeugung des Hochfrequenzstromes dienten zwei Generatoren für 600 bezw. 3000 ∼, die von einem Nebenschlußmotor mit Batterieerregung angetrieben waren und deren Spannung (110 *V* bei 5 *A*) auf 10 000 *V* transformiert wurde. Die effektive Spannung wurde mittels eines elektrostatischen Voltmeters gemessen und zeigte eine beträchtliche Steigerung infolge der Ladekapazität der Hochspannungswicklung; zur Messung des Maximalwertes der Spannungskurve und Ladeströme diente das von Chubb und Fortescue angegebene Verfahren mittels Kondensator und Funkenstrecke, unter Verwendung eines Gleichrichters**). Die Maximalspannung *V* ergab sich dann aus der Beziehung $V = k\,E/f\,C$, worin *C* die Kapazität, *f* die Periodenzahl und *E* die effektive Spannung (Voltmeterablesung) darstellt. Die Ergebnisse der Messungen lassen sich im folgenden zusammenfassen:

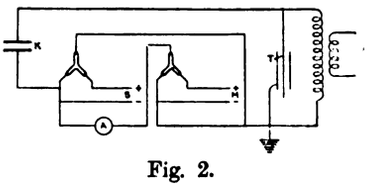


Fig. 2.

Für Periodenzahlen über 275 p. Sek. ist die Koronaspannung nicht so konstant und gleichförmig als bei niedrigen Frequenzen. Ihr Wert ist bei 2000 ∼ um 3 bis 4% geringer als bei 60 ∼; zwischen 300 und 600 ∼ zeigt die Spannungskurve die größten Abweichungen.

*) Vergl. E. u. M. 1910, S. 695 und 1911, S. 650.

**) Siehe E. u. M. 1913, S. 346.

Digitized by Google

Infolge der Kapazität der Hochspannungswicklung traten Resonanzerscheinungen an den Transformatoren auf, welche bei 425 ∼ ein Maximum erreichten. Bei 1500 ∼ zeigte der Draht deutliche Resonanzschwingungen. Es wird angenommen, daß bei höheren Periodenzahlen die Zahl der Ionenstöße am Drahte vermehrt wird, wodurch die Koronaspannung erhöht wird.

(Proc. A. I. E. E., Juni 1914.)

Über die Temperaturänderung von Dielektrizitätskonstanten. Ferdinand Schmidt, Heidelberg. Lenard hat bei seinen Arbeiten über die Lichtemission der Phosphore eine geringe Verschiebung der Erregungsmaxima bei Temperaturänderung beobachtet, und zwar bei Temperaturerhöhung in der Richtung nach den längeren Wellen hin. Für das erste Erregungsmaximum der *CaBi*-α-Bande betrug diese Verschiebung 5 μμ bei einer Temperaturänderung von — 100° bis + 17° C. Eine solche Verschiebung der Erregungsverteilung entspricht nach dem von Lenard nachgewiesenen Zusammenhang mit der Dielektrizitätskonstante einem Wachsen der Dielektrizitätskonstante des betreffenden Phosphors und Lenard schloß aus dem Sinn dieser Verschiebung auf eine Vergrößerung der Dielektrizitätskonstanten der Phosphore bei Temperaturerhöhung. Veränderungen der Dielektrizitätskonstanten fester Körper mit der Temperatur sind bereits gefunden worden, und zwar zuerst von W. Cassie, der eine Zunahme der Dielektrizitätskonstante bei Temperaturerhöhung bei Glimmer, Ebonit, Paraffin und zwei Glassorten fand. Pellat und Sacerdote erhielten dagegen bei Paraffin eine Abnahme der Dielektrizitätskonstante mit wachsender Temperatur, bei Ebonit jedoch eine Zunahme. Bouty und Mattenklod konnten keinen Temperaturkoeffizienten der Dielektrizitätskonstante bei Glimmer feststellen. Curie und Compan ermittelten für verschiedene Glassorten ähnliche Werte wie Cassie. Für Eis konnten Dewar und Fleming eine bedeutende Zunahme der Dielektrizitätskonstante mit wachsender Temperatur konstatieren, ebenso bei einer Reihe gefrorener Lösungen. Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, daß die bisherigen Resultate über den Einfluß der Temperatur auf die Dielektrizitätskonstanten fester Körper einander vielfach widersprechen. Es war daher von Interesse, außer dem *CaBi*-Phosphor auch noch einen anderen festen Körper auf die Veränderung seiner Dielektrizitätskonstant mit der Temperatur hin zu untersuchen und es wurde dazu Schwefel gewählt, der wegen seinen guten isolierenden Eigenschaften eindeutige Resultate versprach. Die Kleinheit der zu untersuchenden Veränderungen der Dielektrizitätskonstante erfordert die Anwendung einer speziellen Differentialmethode. Es wurden folgende Temperaturintervalle benutzt: + 20° bis + 80° C, erhalten durch Eintauchen des Gefäßes in siedendes Wasser, das während der ganzen Dauer des Versuches auf seiner Siedetemperatur gehalten wurde, + 20° bis — 10° C, erhalten durch Eintauchen in eine Kältemischung von Eis und Kochsalz, + 20° bis — 53° C durch Eintauchen in eine Kältemischung von fester Kohlensäure und Alkohol, + 20° bis — 160° C durch Eintauchen in flüssige Luft. Bei der Berechnung wurde als Dielektrizitätskonstante bei 17° C für den Schwefel $\varepsilon = 4{\cdot}027$ angenommen, wie sie Ficker für Schwefelplatten aus demselben Rohmaterial gefunden hat; für den Phosphor $\varepsilon = 8{\cdot}07$. Die Versuche ergaben, daß die Dielektrizitätskonstante für beide Stoffe ziemlich geradlinig mit der Temperatur wächst. Der aus der eingangs erwähnten Verschiebung des Erregungsmaximums der α-Bande des *CaBi*-Phosphors berechnete Temperaturkoeffizient der Dielektrizitätskonstante beträgt 0·002, ein Wert, der mit dem experimentell gefundenen Wert von 0·0021 ausgezeichnet übereinstimmt. Die theoretische Berechnung des Temperaturkoeffizienten der Dielektrizitätskonstante für 1° C führt zu der Formel

$$\delta\varepsilon = \frac{C \cdot \delta V \cdot \varepsilon}{C \cdot V \cdot \tau},$$

worin V die am Elektrometer angelegte Spannung, δV die dem beobachteten Elektrometerausschlag entsprechende Spannung in Volt, C die Kapazität des Vergleichskondensators und τ das Temperaturintervall bedeutet. (Ann. d. Phys. Nr. 10, 1914.)

Strahlungslehre.

Oszillierende Funkenentladungen zur Erzeugung ultravioletter Strahlen. J. de Kowalski hat eine Reihe von Untersuchungen an oszillierenden Funkenstrecken durchgeführt, um die Ultraviolettstrahlung derselben für praktische Zwecke verwendbar zu machen. Die Versuche gestatten folgende Schlußfolgerungen:

1. Mit zunehmender Amplitude des Schwingungsstromes kann man eine Verschiebung des Maximums der strahlenden Energie nach den kurzen Wellenlängen des Spektrums beobachten (Ultraviolettstrahlung).

2. Die Wellenlänge wird um so kürzer, je größer die Dämpfung des Funkens ist, das heißt die Ultraviolettstrahlung wird um so größer, je mehr Energie in der Funkenentladung verbraucht wird.

3. Die Ultraviolettstrahlung (und Dämpfung) hängt wesentlich von dem Elektrodenmaterial ab; namentlich bestehen große Verschiedenheiten zwischen reinen Metallen und deren Legierungen. Invarmetall (Eisen und Nickel) zeigt eine hohe Dämpfung, die Ultraviolettstrahlung beträgt bei 22·5 *mm* Funkendistanz 128 Einheiten gegen 78 beim Zink und 73 beim Kupfer. Die Intensität der Ultraviolettstrahlung ist auch eine umgekehrt proportionale Funktion der Frequenz, sie beträgt bei 20 ∼ 41·5, bei 50 ∼ 20·3 Einheiten.

Zur Messung der Ultraviolettstrahlungen diente (nach Buisson und Fabry) die selektive Absorption verschiedener Lösungen, welche mittels Spektrophotometer gemessen wurde. Der in die Sekundäre des Meßtransformators eingeschaltete Schwingungskreis bestand aus einer Batterie Hochspannungskondensatoren (Fig. 3) (System Moscicki), an deren Klemmen die Funkenstrecke angeschlossen war; die Entladeenergie wurde durch eine in Reihe geschaltete Hilfsfunkenstrecke verändert, die Spannung durch eine parallelgeschaltete Funkenstrecke E gemessen. Die Ultraviolettstrahlung betrug bei Invarelektroden und 50 A Entladestrom rund 59% gegen 35% bei der Heräusquarzlampe. Im Vergleiche mit der letzteren ist der Wirkungsgrad der Funkenstrecke durch Wegfall der absorbierenden Quarzhülle größer und erreicht bei einer bestimmten, niedrigen Frequenz sein Maximum. Die Ultraviolettstrahlung kann auch mittels des Aktinometers (chemisches Photometer) von Berthelot gemessen werden oder dem Zersetzungsapparat (Jodwasserstoff) von Leeds. Versuche über die sterilisierende Wirkung der Funkenstrecke wurden gemeinsam mit Dr. Glücksmann im Hygienischen Institut der Universität Freiburg durchgeführt. Die Anordnung ist in Fig. 2 dargestellt. Hierin bezeichnet S die Entlade-, E die Meßfunkenstrecke dar, C die beiden Kondensatoren, R und B den Regulierwiderstand und die regulierbare Selbstinduktionsspule des Schwingungskreises. Der Wattverbrauch soll nur 10 bis 20 W pro m³ Wasser betragen.

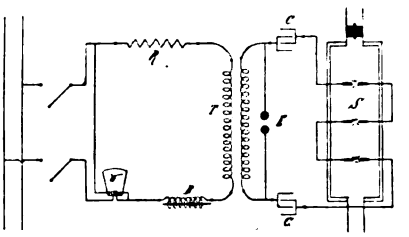


Fig. 3.

(Bull. Soc. Intern. Electr., Mai 1914.)

Chronik.

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft. Die zweite Jahresversammlung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft wird in Nürnberg am 19. September 1914, nachmittags 5 Uhr, abgehalten werden. Die Sitzung findet im Luitpoldhaus statt. Auf der Tagesordnung der Sitzung stehen nebst dem Geschäftsbericht des Vorstandes, Wahlen, Anträge auf Satzungsänderung, ferner ein Vorschlag für Zeit und Ort der nächsten Jahresversammlung, Berichte des Ausschusses und der Kommissionen bezw. Antrag auf Annahme des Beschlusses der Kommission III, betreffend Bewertung von Lichtquellen. Daran schließen sich einige Vorträge. Geheimrat Lummer über: Die wahre Temperatur des Kraters der Bogenlampe beim Normaldruck und ihre Abhängigkeit vom äußeren Druck (Herstellung der Sonnentemperatur); Prof. Martens über: Messung der Beleuchtung; Herr Bechstein über: Über den Einfluß von Art und Anordnung der Auffangschirme bei Beleuchtungsmessungen.

Kongreß der weißen Kohle, Lyon 1914. In der Zeit vom 7. bis 10. September 1914 findet gelegentlich der internationalen Ausstellung in Lyon ein von den Wasserkraftbesitzern Frankreichs seitens der „Chambre syndicale des forces hydrauliques" veranstalteter Kongreß statt, auf welchem die gegenwärtig aktuellen Fragen der Gesetzgebung, technischen und wirtschaftlichen Ausgestaltung der Wasserkräfte in Frankreich ausführlich behandelt werden sollen. Der Kongreß zerfällt demnach in drei Sektionen: einer legislativen, wirtschaftlichen und technischen Sektion. An den Kongreß soll sich eine Exkursion zur Besichtigung einiger namhafter Wasserkraftanlagen in den französischen Alpen anschließen. In der Zeit vom 11. bis 14. September sollen die Wasserfälle am Fier, die Werke von Ugine, von S. Jean-de-Maurienne, von Livet, von Bessée l'Argentière und Ventavon besucht werden. Die gewaltige Entwicklung, welche die elektrotechnische Industrie und der Ausbau der Wasserkräfte in Frankreich in wenigen Jahren durchgemacht haben, dürfte dem Besucher aus Österreich reichlichen Stoff zur Verwertung des dort Gebotenen geben. Die Teilnahme kann gegen Entrichtung eines Beitrages von Frcs. 25 und Anmeldung beim Organisationskomitee Chambre de Commerce in Grenoble, stattfinden.

Digitized by Google

Literatur-Bericht.

Diesel-Motoren. Ing. Giorgio Supino. Ins Deutsche übertragen von Dipl.-Ing. Hans Zeman. Mit 188 Abbildungen im Text und 11 Tafeln. München und Berlin 1913. R. Oldenburg. Preis geb. Mk. 8.

Es ist bezeichnend für den wachsenden Aufschwung des Dieselmotorenbaues und das fortgesetzt zunehmende Interesse für diese Maschinenart, daß seit einiger Zeit Spezialwerke auch außerhalb der deutschen Sprachgebiete erscheinen und in deutscher Übertragung auf den Markt kommen. So ist dem vor zwei Jahren erschienenen Buche des Engländers Chalkley*) nunmehr das des Italieners gefolgt, wodurch die Literatur über den Dieselmotor abermals eine wertvolle Bereicherung erfahren hat. Galt das Interesse des englischen Verfassers mehr der Verwendung des Dieselmotors zum Schiffsantrieb, so hat Supino dagegen hauptsächlich die stationäre Anlage in den Kreis seiner Betrachtung gezogen und insbesondere den Konstruktionseinzelheiten einen breiteren Raum zugemessen.

Das Buch zerfällt in drei Teile, von denen der erste sowohl die nach dem Gleichdruck- als auch nach dem Verpuffungsverfahren arbeitenden Rohölmaschinen in ihren verschiedenen Bauarten (unter anderem hat die moderne, nach dem Dieselverfahren arbeitende doppelkolbige Junkersmaschine Aufnahme gefunden) behandelt und den typischen stehenden Dieselmotor für Vier- und Zweitakt an der Hand guter schematischer Skizzen ausführlich erläutert. Es folgen Kapitel über die Untersuchung der Arbeitsprozesse, Wirkungsgrade und Berechnung der Zylinderabmessungen. Der zweite Teil ist den Einzelheiten gewidmet und es werden Gestelle und Zylinder, Wellen, Kolben, Kolbenstangen, Schwungräder, Zylinderköpfe, alle mit der Brennstoffeinführung und Regelung zusammenhängenden Organe, die äußere Steuerung, die Kompressoren und Behälter und schließlich die zu einer vollständigen Anlage erforderlichen Teile (Fundamente, Rohrleitungen usw.) ausführlich besprochen. Der dritte Teil befaßt sich mit der Maschine auf dem Versuchsstand und im Betriebe und gibt Anleitungen für die Inbetriebsetzung, für die Abnahme von Versuchen und die aus den Diagrammen zu folgernden Schlüsse. Zum Schluß folgt in einem besonderen Kapitel eine Betrachtung des Dieselmotors als stationäre Kraftmaschine, wobei die Wahl dieser Maschinenart, ihre Vorteile gegenüber Sauggas- und Dampfanlagen und die Gesichtspunkte besprochen werden, nach denen Kostenanschläge abzuverlangen sind.

Die Reichhaltigkeit der Materie sowie eine Fülle ausgezeichneter Skizzen, nicht zuletzt aber die vorzügliche Ausstattung des handlichen Buches sichern ihm den verdienten Erfolg.

Russmann.

Hervorragende Leistungen der Technik. Erster Teil. Von Prof. Dr. K. Schreber, Aachen, Technische Hochschule. Für reife Schüler. Mit 56 Abbildungen im Text. Aus Prof. Dr. Bastian Schmids naturwissenschaftlicher Schülerbibliothek. 20. 8°. 216 S. Leipzig und Berlin 1913, Druck und Verlag von B. G. Teubner. Preis geb. Mk. 3.

Eigentlich ist das eine Art Physiklehrbuch für reifere Schüler und für auf der Höhe deren naturwissenschaftlicher Bildung stehende erwachsene Leser, so behandelt, daß die einzelnen Zweige dieser Wissenschaft an hervorragenden Leistungen der neuzeitlichen Technik besprochen werden oder aber, daß aus den Grundlehren der einzelnen Kapitel der Physik die Fundamente zur Erklärung moderner technischer Bauten entwickelt werden.

Demgemäß enthält auch das erste Bändchen die Mechanik, Aerodynamik, Hydraulik und die Wärmelehre unter der Bezeichnung: Brückenbau, Wind- und Wasserkräfte und Wärmekraftmaschinen und Heizung. Nach kurzer Behandlung der Festigkeit und graphischen Statik (Fachwerke) wird als Musterbauwerk die Kaiser Wilhelm-Brücke über die Wupper beschrieben.

Im zweiten Abschnitt sind dann einige theoretische Betrachtungen über Kraft und Arbeit, die Windmühlen, Wasserräder und Wasserturbinen besprochen. Als Musterbeispiel wird zum Schlusse dieses Kapitels die Urftalsperre samt den mit ihr in Verbindung stehenden Kraftanlagen ausführlicher erörtert.

Das letzte Kapitel dieses Bändchens befaßt sich mit der Kalorik. Wärme, Energie, Entropie, Gase, Dämpfe und Brennstoffe sind im theoretischen Teil erörtert. An Beispielen findet sich die Heißdampflokomotive, die Dampfturbine, die Gasmaschine, speziell der Maybachmotor der Zeppelinballons und das Fernheizwerk in Dresden beschrieben vor.

Als leichte, anregende und belehrende Lektüre mit recht guten Illustrationen versehen, kann das Büchlein auch in Anbetracht seines niederen Preises, recht wohl empfohlen werden.

Ing. Rudolf F. Pozdena.

*) A. P. Chalkley: Dieselmaschinen für Land- und Schiffsbetrieb, mit einer Einleitung von R. Diesel, Deutsch von Dr. phil. E. Müller; Berlin, Springer, 1912.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Kondensatoren.

Um die Kühlfläche der Oberflächenkondensatoren besser auszunutzen, ordnet die Akt.-Ges. Brown, Boveri & Cie in Baden (Schweiz) in einem zylindrischen Kondensator zwei voneinander getrennte Rohrsysteme an, in die der Dampf nahezu horizontal einströmt, während das Wasser von beiden Seiten gegen die Mitte fließt. Die Rohrbündel sind in der Richtung der Dampfströmung flach und ihr Querschnitt nimmt in dieser Richtung rasch ab, so daß die Strömungsgeschwindigkeit erhalten bleibt (Fig. 1).

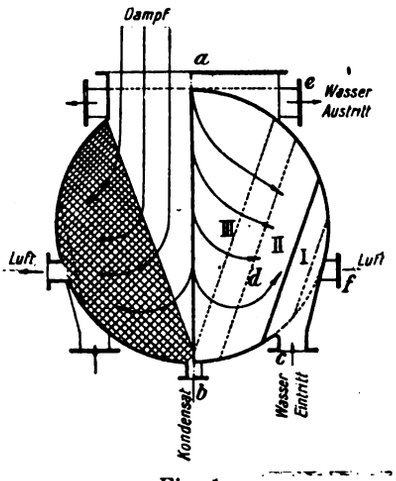


Fig. 1.

(D. R. P. Nr. 271.482.)

Dieselbe Firma richtet bei ihren Parallelstrom - Gegenstrom - Mischkondensatoren mit konzentrischer Anordnung des Parallelstrom- und Gegenstromteiles nach D. R. P. Nr. 255 735 die Wasserstrahlen des ersteren derart, daß sie Erzeugende eines Rotationshyperboloides bilden und somit einen zentralen Hohlraum freilassen, durch den sich das im unteren Teil erreichbare höhere Vakuum durch den oberen Teil bis zur Turbine fortpflanzen kann. (D. R. P. Nr. 268 838.)

Nach Siegfried Mertens in Berlin-Schöneberg tritt der Dampf in den Oberflächenkondensator durch mehrere in der Mitte des Rohrbündels eingebaute ineinander liegende Rohre verschiedener Länge ein, die in runde, mit Düsenschlitzen versehene Scheiben enden, so daß der Dampf spiralig um die Rohre wirbelt.

(D. R. P. Nr. 273 452.)

Um bei einer zum Antrieb einer Wasserwerkspumpe dienenden Turbine gutes Vakuum zu erzielen, saugt bekanntlich die Pumpe ihr Wasser durch den Kondensator hindurch, wobei wegen der großen Wassermenge deren Temperatur nur wenig steigt und das Vakuum hoch ist. Die Maffei-Schwartzkopff-Werke G. m. b. H. in Berlin leiten nur einen Teil des Wassers durch den Kondensator, den übrigen Teil durch Umlaufkanäle, als welche die Eckkammern zwischen dem parallelopipedischen Kondensatormantel und dem zylindrischen Kondensator dienen. (D. R. P. Nr. 271 435.)

Kondensator für Schiffsmaschinen von Ch. Fr. Higgins in Newcastle-on-Tyne. Um die Tätigkeit solcher Kondensatoren, bei denen das Meerwasser die Rohre unmittelbar durchströmt, auch bei langsamer Fahrt oder Stillstand des Schiffes aufrecht zu erhalten, wird durch einen Teil der Rohre das Kühlwasser mit Hilfe einer Pumpe, also unabhängig von der Schiffsbewegung, gefördert.

(Fr. P. Nr. 463 950.)

Da sich Nebel u. dgl. um feste Körper herum zuerst verdichten, will Heinrich Hermann Otto List in Berlin den Dampf unmittelbar vor oder nach dem Eintritt in den Kondensator ionisieren, damit die Ionen als „Kondensationskerne" wirken, um die herum die Kondensation beginnen soll. (E. P. Nr. 18 588—1913.)

Wasserkraftmaschinen.

Bei Turbinenanlagen mit kleinen Gefällen ist es weder bei lotrechter noch bei wagerechter Lage der Turbinenwelle möglich, ein gerades Saugrohr von genügender Länge zu verwenden, weil zu tiefe Ausschachtungen oder ein Krümmer erforderlich wären, so daß das Bauwerk zu teuer käme oder der Wirkungsgrad beeinträchtigt werden würde. Um diesen Übelständen abzuhelfen, ordnet die Firma Bringleb, Hansen & Co. in Gotha das Turbinensaugrohr, das in der Verlängerung der Turbinenwelle liegt, derart an, daß die Turbinen- und Saugrohrachse schräg liegen.

(D. R. P. Nr. 274 071.)

Die Erfindung von Hermann Rexroth in Odenkirchen hat eine Gezeitenkraftanlage mit einem vom Meer abgeschlossenen Sammelbehälter für das Flutwasser zum Gegenstande. Hiebei sind die Kraftmaschinen (Turbinen) mit den Dynamomaschinen auf einem dem Steigen und Fallen des Wassers folgenden Schwimmer angeordnet und innerhalb und außerhalb des Sammelbehälters befindet sich je ein solcher Schwimmer, dessen Kraftmaschine mit dem benachbarten Wasserraum durch teleskopartig ausziehbare Heber- oder Dukerleitungen verbunden ist. (D. R. P. Nr. 271 679.)

Das Wasserturbinenlaufrad mit Hochwasserkranz nach Victor Gelpke in Braunschweig ist, wie Fig. 1 zeigt, derart gebaut, daß die Eintrittskanten *d* der Laufradschaufeln *e* des Hochwasserkranzes *f* gegenüber den Eintrittskanten *a* des Hauptkranzes *c* so abgesetzt sind, daß an der Außen- und Innenwand des Hochwasserkranzes die Schaufellängen in der Meridianprojektion einander gleich oder annähernd gleich sind. Die Eintrittskanten *d* des Hochwasserkranzes *e* sind möglichst nach innen gelegt und verlaufen von den innersten Punkten des äußeren Kranzes *f* zu den innersten Punkten

Digitized by Google

des mittleren Laufradkranzes *g*. Hiedurch wird der Eintrittsquerschnitt des Hochwasserkranzes möglichst gleich dem Austrittsquerschnitt.

(D. R. P. Nr. 272 329.)

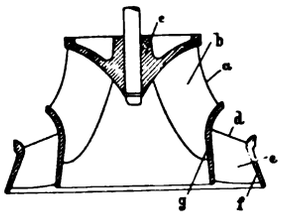


Fig. 1.

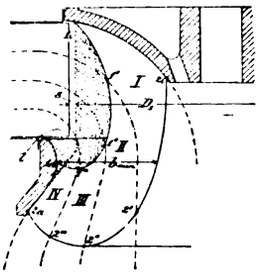


Fig. 2.

Über Ausführungsformen von Turbinenschaufeln sei folgendes erwähnt:

Das von Robert Honold in Ravensburg (Württemberg) gebaute Laufrad für Francisturbinen besitzt Schaufeln mit Eintrittskanten, deren Verlauf dem der Austrittskanten nahezu geometrisch ähnlich und gleichabständig ist und erhalten wird, indem man unter Beibehaltung des ursprünglichen Schnittpunktes der Eintrittskante mit dem inneren Laufradkranze (Punkt 1_2 in Fig. 2) der auf den Schichtlinien zu messenden Schaufelentwicklung möglichst geringe Längen gibt, derart, daß die Eintrittskante von diesem Schnitte (Punkt 1_1) zunächst in mäßiger Krümmung in das Radprofil herein und dann in immer stärker werdender Krümmung über eine tiefste Stelle (bei Punkt $1'''$) heraus zur äußeren Radbegrenzung führt. Hiebei wird das trichterförmige Eintrittsstück der äußeren Radbegrenzung zur Vergrößerung der engsten Stelle (b min) so stark erweitert, daß die Enden *l* der Leitschaufeln darüber in das Laufrad hineinragen. Schließlich ist zur Schaffung eines weiten Axialschaufelspaltes die Eintrittskante in ihrem unteren Verlauf weit über das bislang übliche Maß in den Eintrittstrichter herabgezogen. Ein derartiges Radprofil gewährt folgende Vorteile: Die wesentlich verkürzten Teilradprofile ergeben eine entsprechende Verringerung der Schaufelflächen bezw. der Reibungsverluste an diesen. Weiters ist die Ablenkung des Wassers im Axialschnitt des Laufrades in allen Schnittflächen sehr gering und die äußere Radhälfte (Teilturbinen *III* und *IV*, wenn man das Laufrad durch Schichtlinien in Teilräder zerlegt) arbeitet mit fast rein axialem Eintritt des Wassers. Diese Bewegungsverhältnisse tragen zur Stabilisierung der Wasserströmung im Laufrad bei und erhöhen die Durchlaßzahl und den Wirkungsgrad. Der Verlauf der Eintrittskante gibt weiters gerade den durch Punktierung hervorgehobenen Querschnitt des höheren Radprofiles frei, der mit nach der äußeren Radbegrenzung hin zunehmender Unsicherheit der Wasserströmung behaftet ist.

(Ö. P. Nr. 64 521.)

Damit für den ganzen Durchlauf des Wassers keine Einschnürung durch Querschnittsverringerung erfolgt, baut die Firma Schneider, Jaquet & Co. G. m. b. H. in Straßburg-Königshofen

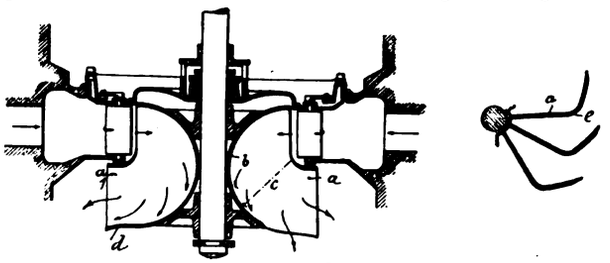


Fig. 3.

i. Els. ihre Francisturbine (Fig. 3) so, daß die Begrenzungsfläche *b* der Schaufel *a* in einen derart weit auskragenden Bogen verläuft, daß die Abbiegungsstelle *e* erst an einer solchen Stelle beginnt, wo der Halbmesser *c* so groß geworden ist, daß durch die Abbiegung keine schädliche Einschnürung mehr erzeugt wird. Die Innenfläche braucht nur so weit geführt zu sein, daß der Wasseraustritt seitlich und etwas nach unten erfolgt. Nach der Ausführungsform auf der linken Schnitthälfte ist die Fläche *d* noch eine Strecke weit etwa wagerecht geführt, so daß das Wasser nur seitlich seinen Austritt findet.

(D. R. P. Nr. 274 954.)

Von neuen Patenten über Regelungsvorrichtungen für Turbinen kommen folgende in Betracht:

Die Erfindung der Firma Bringleb, Hansen & Co. in Gotha betrifft eine Leitvorrichtung für Francisturbinen mit drehbaren Schaufeln und besteht darin, daß über die Drehbolzen, um die die Schaufeln schwingen, Distanzrohre aufgesteckt sind. Hiedurch wird eine Verbindung der beiden Leitraddeckel geschaffen, die das einfache Herausnehmen jeder einzelnen Leitschaufel nicht verhindert. (D. R. P. Nr. 270 428.)

Die von Gudmund Sundby in Trondhjem (Norwegen) gebaute Vorrichtung zur Regelung des Wasserdruckes und der Geschwindigkeit von Wasserkraftmaschinen ist dadurch gekennzeichnet, daß das Regelungsorgan der Maschine, das Entlastungsventil und die Steuerung für den Wassereinlaß auf solche Weise miteinander verbunden sind, daß bei Belastungsänderung und daraus folgender Geschwindigkeitsveränderung zunächst das Entlastungsventil bewegt wird und diese Bewegung den Wassereinlaß steuert. Die Vorrichtung ist in Fig. 4 im Schnitte veranschaulicht. Das nicht dargestellte Entlastungsventil ist mit der Stange 2 des Kolbens 1 verbunden, so daß es geöffnet wird, wenn sich der Kolben nach aufwärts bewegt, und geschlossen wird, wenn der Kolben niedergeht. Die Kolbenstange 3 trägt einen Kontakt 6, dessen Kolben 7 fest auf der Kolbenstange 3 sitzt. 8 ist eine Druckölleitung, 9 ein enger Verbindungskanal für die beiden Kolbenseiten. Ein Kanal 11, 21 in der Kolbenstange 3, ein Kanal 22 im Zylinderdeckel und ein Schieber 12 verbinden die Kolbenoberseite mit dem Auslaß 10. Der Schieber 12 öffnet in seiner Mittellage gerade so weit, daß die durch den Kanal 9 einsickernde Menge auslaufen kann und sich die Drücke auf die Ober- und Unterseite des Kolbens 7 das Gleichgewicht halten, so daß der Katarakt in Ruhe bleibt. Der Schieber 12 kann nur dann den Auslaß öffnen, wenn das Entlastungsventil geschlossen ist, der Kolben 1 sich also in seiner Tiefststellung befindet, denn, sobald der Kolben 1 angehoben wird, wird der Kanal 22 geschlossen. Die Hebel und Gestänge 13, 15, 16, 17, 18 verbinden den Katarakt 6 mit dem Schieber 12. 18 ist ein zweiarmiger Hebel, dessen anderes Ende mit dem Regler der Kraftmaschine verbunden ist. Auf der Welle 14 sitzt ein dritter Hebel, der mit dem Pendelregler für den Regelungsschieber eines Servomotors zur Regelung des Wasserzulasses in Verbindung steht. Wenn die Belastung der Maschine plötzlich abgeschaltet wird, bewegt sich das mit dem Regler der Kraftmaschine verbundene Ende des Hebels 18 nach aufwärts. Der Schieber 12 gelangt nach unten und schließt mit seinem oberen Teil den Auslaß auf der Oberseite des Kataraktes 6. Sein unterer Teil öffnet den Druckeinlaß 20 zur Unterseite des Kolbens 1, der sich nun nach aufwärts bewegt und das Entlastungsventil anhebt. Der Katarakt folgt der Bewegung nach aufwärts, bewegt die Welle 14, wodurch der Arm 16 den Hebel 18 anhebt und der Schieber 12 in seine Mittelstellung zurückgebracht wird. Gleichzeitig bewegt die Welle 14 den Schieber des Servomotors, der nun den Wassereinlaß zur Maschine abschließt. Durch den Kanal 9 sickert Druckflüssigkeit auf die Oberseite des Kolbens 7 und der Katarakt bewegt sich infolgedessen nach aufwärts. Dadurch wird der Schieber 12 angehoben, der Druckeinlaß 20 geöffnet und der Druck auf die Oberseite des Kolbens 1 zugelassen, so daß sich dieser nach abwärts bewegt und das Entlastungsventil langsam schließt. Der Katarakt folgt dieser Abwärtsbewegung und führt den Schieber 12 wieder nach abwärts. (Schw. P. Nr. 64 065.)

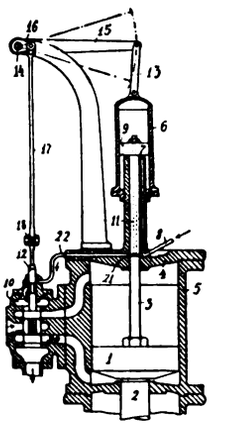


Fig. 4.

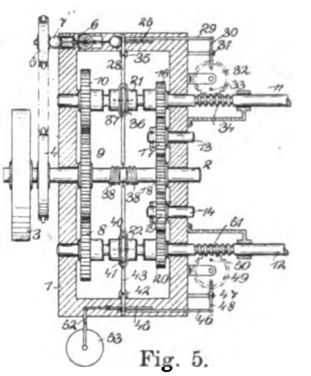


Fig. 5.

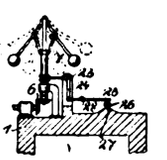


Fig. 5*a*.

Bei der von Franz Schwier und Joseph Schien in Fürstenberg a. d. Oder gebauten Regelungsvorrichtung für Turbinen, die zu jener Gruppe gehört, bei der bald nach der einen, bald nach der anderen Seite verschobene Riemengetriebe die Regelung der Turbinengeschwindigkeit veranlassen, soll außer der durch die Bewegung des Fliehkraftreglers oder eines Schwimmers bewirkten Verschiebung einer Doppelkupplung zum Zwecke der Einrückung gleichzeitig infolge Abrollens einer Hebelrolle auf einer doppelseitigen Kurve ein Anheben oder Niederbewegen des die Doppelkupplung umfassenden Gabelhebels erfolgen, um nach Erreichung einer bestimmten Lage das äußerste Hebelende in eine Schnecke einzuschalten, die dann das Ausrücken der Kupplung in die Mittelstellung selbsttätig bewirkt. Wie Fig. 5 zeigt, erfolgt der Antrieb durch die auf der Hauptwelle 2 befestigte Riemscheibe 3. Die Übertragung der Bewegung auf den Fliehkraftregler 7 geschieht durch die Kettenräder 4 und 5 mit zwischengeschalteter Kette und Kegelräder 6. Im Gehäuse 1 sind die Wellen 11 und 12 gelagert, die mit Hilfe einer Doppelkupplung in der einen oder anderen Richtung gedreht werden können. Diese Wellen sind mit den eigentlichen Regelungsteilen in beliebiger Weise verbunden. Die Welle 2 steht durch das Zahnrad 9 und dieses durch die Zahnräder 8 und 10 mit den Wellen 12 und 11 derart in Verbindung, daß das Zahnrad 9 auf der Welle 2 festgekeilt, die Zahnräder 8 und 10 sich aber auf den Wellen 12 und 11 lose drehen und erst durch Einrücken der längsverschiebbaren Kupplungen 22 und 21 die Drehung übertragen. Das Zahnrad 18 auf der Welle 2 greift in Zahnräder 17 und 19 der Wellen 13 und 14 ein, so daß die ebenfalls mit einer Kupplungshälfte ausgestatteten Zahnräder 16 und 20 zeitweilig mit je einer Seite einer Doppelkupplung verkuppelt werden können. Die Schneckengewinde 34 und 51 auf den Wellen 11 und 12 greifen in die Schneckenräder 32 und 49 ein, die je einen vor-

Digitized by Google

stehenden Zapfen 33 und 50 tragen, mit denen durch Anschlag die vorher erfolgte Kupplung vollständig ausgelöst wird. Der Anschlag 33 verschwenkt nämlich den um 31 drehbaren Doppelhebel 30 und durch die Zugstange 29 wird eine zwangläufige Verschiebung der Kupplung 21 durch den um 35 drehbaren Doppelhebel 28 veranlaßt. Die Einrückung der Kupplung 21 in die Kupplungshälfte des Zahnrades 10 oder 16 soll durch den Regler 7 erfolgen. Zur Ausrückung jedoch ist mit dem von der Reglermuffe zwangläufig bewegten Winkelhebel 24 (Fig. 5*a*) ein mit Längsschlitz versehener Hebel 25 verbunden, der die auf der doppelseitigen Kurve 27 abrollende Rolle 26 trägt. Wenn der Regler in der Mittelstellung ist, befindet sich die Rolle auf der höchsten Stelle der Kurve. Mit dem Hebel 25 ist der Hebel 28 durch einen in einem Schlitz verschiebbaren Zapfen so verbunden, daß das Ende des Hebels 28 in wagerechter und lotrechter Richtung den Bewegungen des Hebels 25 folgen muß. Wird also der Hebel 25 infolge des Abrollens der Rolle 26 auf der Kurve 27 gesenkt, so senkt sich auch das betreffende Ende des Hebels 28. Dadurch wird der die Welle 11 bezw. die Kupplung 21 umgebende Gabelteil 37 des Hebels 28 auf der entgegengesetzten Seite des Drehpunktes etwas angehoben und der Zahn aus der Schnecke 38 herausgehoben. Wird aber die Rolle 26 angehoben, so kommt der Zahn mit der Schnecke in Eingriff, so daß die Auslösung der Kupplung früher erfolgt als der Stift 33 gegen den Hebel 30 anschlägt. Hiedurch soll ein ständiges Fallen und Hochschwingen von der einen in die andere äußerste Lage des Reglers vermieden und die Empfindlichkeit erhöht werden. In gleicher Weise kann statt des Fliehkraftreglers ein Schwimmer 53 das Einrücken der Kupplung 22 mit der Kupplungshälfte des Rades 8 oder 10 veranlassen. (Ö. P. Nr. 62 911.)

Von hydraulischen Reglern sei zunächst die von Anton Gagg in Zürich erfundene Regelungsvorrichtung für Wasserturbinen und Pumpen mit Verstellung des Regelungsgestänges durch eine Druckflüssigkeit im Kreislauf fördernde Hilfspumpe einer Betrachtung unterzogen. Hiebei kommt die in die Druckleitung der Hilfspumpe eingebaute Druckregelungsvorrichtung selbsttätig zur Wirkung, sobald der Oberwasserspiegel sich der vorgeschriebenen unteren oder oberen Grenzlage nähert. Die in Fig. 6 dargestellte Regelungsvorrichtung soll also verhüten, daß der in der Höhenlage H befindliche Oberwasserspiegel im Behälter *b*, aus dem der Turbine *a* das Wasser durch die Leitung *c* zufließt, tiefer sinkt als bis in die Höhenlage H_0. Der Hilfspumpe *e* fließt durch das Rohr *f* Druckwasser aus der Leitung *c* zu, das sie durch die Rohrleitung *g* nach dem Behälter *b* zurückfördert. Der über dem Ausguß der Steigleitung *g* angeordnete Schwimmer *h* steht mit einer Drosselvorrichtung *i* derart in Verbindung, daß bei sinkendem Oberwasserspiegel der Austritt aus der Leitung *g* verengt wird, sobald der Oberwasserspiegel sich der unteren Grenzlage H_0 nähert. Damit wird in der Leitung *g* der Druck der durch die Hilfspumpe *e* geförderten Flüssigkeit erhöht und auf den Kolben *l* im Gehäuse *k* übertragen. Nach Überwindung der Spannung der Feder *m* verstellt die Kolbenstange *n* durch das Gestänge *o* die Einlaßvorrichtungen der Turbine im Sinne des Schließens. Steigt der Oberwasserspiegel, so hebt er den Schwimmer *h*, der die Drosselung in der Steigleitung *g* vermindert oder aufhebt, so daß der Kolben *l* durch die Feder zurückgedrückt wird und die Turbineneinlaßvorrichtungen im Sinne des Öffnens bewegt werden. (Ö. P. Nr. 63 950.)

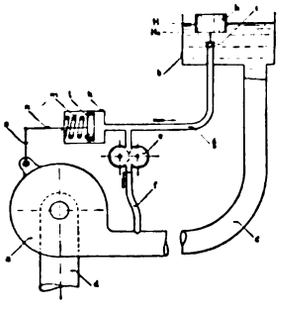


Fig. 6.

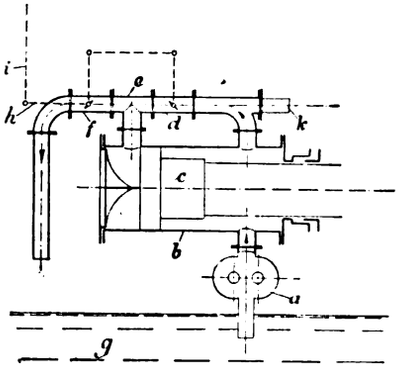


Fig. 7.

Ein von der Firma Ganz & Comp.-Danubius Maschinen-, Waggon- und Schiff-Bau-Aktiengesellschaft in Budapest erworbenes Patent hat eine durch Druckflüssigkeit betriebene Hilfsmaschine für Regelungsvorrichtungen von Kraftmaschinen zum Gegenstande, der der Zweck zugrunde liegt, den zur Bewegung des Stellkolbens erforderlichen Flüssigkeitsdruck erst im Augenblicke des Regelns, und zwar in der Weise zu erzeugen, daß eine durch einen Fliehkraftregler betätigte Steuervorrichtung die Kanäle, durch die die Flüssigkeit zum Kolben strömt, verengt oder erweitert. Wie Fig. 7 zeigt, wird die von der Pumpe *a* der Ringraumseite des als Stufenkolben ausgebildeten Kolbens *c* zugeführte Druckflüssigkeit durch eine vom Geschwindigkeitsregler unter Vermittlung der Stange *i* und des Hebels *h* betätigte Steuervorrichtung *d* im erforderlichen Maße auf die größere Kolbenseite übergeleitet und von dort durch eine zweite, mit der ersten zwangläufig verbundene Steuervorrichtung *f* ins Freie geführt. (Ö. P. Nr. 63 946.)

ZurRegelung des Wasserdruckes in langen, unterirdischen Abflußleitungen von Turbinenanlagen ordnet Raymond D. Johnson in Niagara Falls seitlich des Turbinenabflußrohres eine Grube an, in die ein zur Regelung dienendes zylindrisches Gefäß eingebaut wird, das mit dem unteren Ende des lotrechten Teiles des Turbinenabflußrohres durch einen gekrümmten Kanal verbunden ist. Wenn in der Turbine eine gleichbleibende Leistung vorherrscht und das abströmende Wasser gleiche Geschwindigkeit beibehält, wird der Wasserspiegel im Gefäße etwas höher stehen als im Unterwasserkanal. Der Unterschied der Höhen ergibt sich aus den Reibungs- und Stoßverlusten, die das Wasser in der Turbine und in der Abflußleitung erfährt. Bei plötzlicher Leistungsänderung wirkt das Gefäß ausgleichend. Es erfüllt die Aufgabe eines Sammelbehälters. Die erforderliche Beschleunigung oder Verzögerung für die Wassersäule wird durch das allmähliche Wachsen oder Sinken des Druckes im Gefäß bewirkt, je nachdem der Wasserspiegel in diesem steigt oder fällt. Es wird also der Überschuß an Wasser in der Rohrleitung im Gefäße aufgespeichert und der Abgang an Wassermenge vom Gefäße ergänzt. Um zu vermeiden, daß die Wassersäule bei plötzlichen Leistungsänderungen der Turbine in pendelnde Bewegung kommt, wird zwischen das Gefäß und die Rohrleitung ein Widerstand eingeschaltet. Hiezu benutzt man ein Standrohr, das in das Gefäß eingesetzt wird und durch dessen Boden in den Verbindungskanal mit dem Turbinenabflußrohr reicht. Zwischen dem Standrohr und dem Bodenhals verbleibt ein ringförmiger Spalt, der der Wasserströmung den erforderlichen Widerstand bietet. Das Standrohr wirkt gleichsam als Bremszylinder. (U. S. P. Nr. 1 087 169.)

Die auf Wasserstrahlturbinen Beziehung nehmenden Patente betreffen fast ausschließlich Regelungsvorrichtungen, und zwar im besonderen solche, die die Regelung mit Hilfe der Düsennadel und eines Wasserstrahlablenkers besorgen. Von diesen Vorrichtungen wären die nachstehend beschriebenen hervorzuheben:

Der von Albert Huguenin in Zürich ersonnene Ablenker für Freistrahl-Wasserturbinen ist dadurch gekennzeichnet, da seine Drehachse in der Radebene liegt. Sind mehrere Düsen vorhanden, so besteht jeder Ablenker nur aus einem Flügel und lenkt das Wasser nach der entgegengesetzten Seite der Radebene ab wie der Ablenker der benachbarten Düse. Die Anordnung kann auch so getroffen werden, daß für jede Düse zwei gegenläufige Flügel verwendet werden, die kegelmantelartig ausgebildet und sich scherenartig übereinander hinwegbewegen können. (Ö. P. Nr. 65 045.)

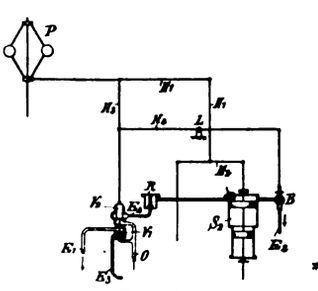


Fig. 8.

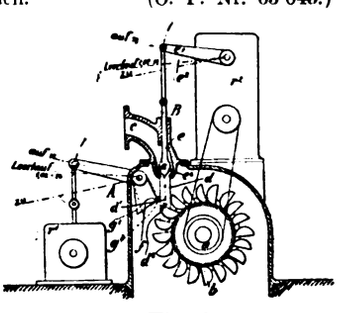


Fig. 9.

Die Erfindung der Aktiengesellschaft vormals Joh. Jakob Rieter & Co. in Winterthur bezieht sich auf eine weitere Ausbildung jener Regelung für Freistrahlturbinen mit zwei Regelungsvorrichtungen, wovon jede für sich durch einen besonderen Servomotor betätigt wird und beide unter dem unmittelbaren Einfluß eines einzigen Reglers stehen, der ein Steuerventil beeinflußt, das einerseits bei großer Geschwindigkeitsänderung beide Servomotoren in Wirkung setzt und andererseits durch die Rückführungen der Regelungsvorrichtungen gesteuert wird (D. R. P. Nr. 261 218). Wenn bei einer solchen Regelung Druckflüssigkeit von dem Steuerventil zu jenem Servomotor fließt, der das rasche Abschneiden eines Teiles des Wasserstrahles besorgt, so fließt gleichzeitig ein Teil der dem Servomotor zugeführten Druckflüssigkeit durch eine von Hand eingestellte Ausströmdüse fort. Nach der Erfindung soll nun der das Steuerventil beeinflussende Regler die Ausströmöffnung für die Druckflüssigkeit, die in den die Aufschlagwassermenge mit großer Geschwindigkeit verringernden Servomotor eintritt, selbsttätig schließen, wenn dieser Servomotor das Bestreben hat, einen Teil des Wasserstrahles durch die eine Regelungsvorrichtung abzuschneiden, während der Regler beim Rückgang der Regelungsvorrichtung die Ausströmöffnung selbsttätig öffnet. In Fig. 8, die die Geschwindigkeitsregelungsvorrichtung veranschaulicht, ist S_2 der das rasche Abschneiden eines Teiles des Wasserstrahles besorgende Servomotor. Der die Düsennadel beeinflussende Servomotor S_1 ist nicht gezeichnet. Der Pendelregler P wirkt auf das aus den Ventilen V_1 und V_2 bestehende Steuerventil, das von der Druckleitung O aus gespeist wird. Die Leitung E_3 führt zum Servomotor S_1, die Leitung E_1 führt von diesem die verbrauchte Druckflüssigkeit weg. Die Leitung E_4 mit dem Rückschlagventil R stellt die Verbindung mit dem Servomotor S_2 her, in dessen Abflußleitung E_2 das eingangs erwähnte Ausströmventil B vorgesehen ist. Der Hebel H_2 verbindet die Rückführungen der beiden Regelungsvorrichtungen. Das Gestänge H_1 steht mit dem Pendelregler P in Verbindung. Das Gestänge H_3 dient zur Übertragung der Bewegung auf die Steuerventile V_1 und V_2. Der um L schwingende Doppelhebel H_4 ist einerseits mit dem Gestänge H_3 verbunden und sein anderes Ende beeinflußt das Ausströmventil B. Wird beim Regeln das Ventil V_2 geöffnet, so fließt aus O durch E_4 und R Druckflüssigkeit zum Servomotor S_2. Gleichzeitig wird der Doppelhebel H_4 so verschwenkt, daß er das Ausströmventil B schließt. Senkt sich H_3, wodurch das Ventil V_2 geschlossen wird, so wird das Ausströmventil B geöffnet, und die Druckflüssigkeit aus dem Raume hinter dem großen Kolben des Servomotors S_2 beginnt, unter dem Einfluß des gleichbleibenden Gegendruckes vom kleineren Kolben des Servomotors S_2, durch das Ventil B auszuströmen. Diese Steuerung verschafft den Vorteil einer schnellen Wirkung der

Digitized by Google

durch den Servomotor S_3 betätigten Regelungsvorrichtung, weil die gesamte durch E_4 geförderte Druckflüssigkeit zur Wirkung gelangt. (D. R. P. Nr. 271 364.)

Die Firma J. M. Voith in Heidenheim a. d. Brenz baut eine Einrichtung zum Regeln von Freistrahlturbinen mit zwei Reglern, von denen der eine die Strahlstärke und der andere eine Ablenkvorrichtung des Strahles beeinflußt, die dadurch gekennzeichnet ist, daß das gesetzmäßige Nachrücken der Ablenkvorrichtung im Beharrungszustande lediglich durch die Ungleichförmigkeitsgrade der beiden Regler vorgeschrieben wird, ohne Zuhilfenahme irgendwelcher Verbindungsgetriebe zwischen den beiden Reglern oder Reglergestängen. Eine dieser Aufgabe dienende Regelungsvorrichtung zeigt die Fig. 9. Wenn die Turbine vollbelastet ist und mit der gewöhnlichen Drehzahl n läuft, ist die Nadel e der Düse c vom Regler r^2 ganz zurückgezogen und befindet sich in der Stellung e_1. Der Wasserstrahl hat den Durchmesser d^1. Bei Leerlauf befindet sich die Nadel in der Stellung e^2 und die Stärke des Strahles vermindert sich auf d^2. Dieser Nadelstellung e^2 entspricht infolge des Ungleichförmigkeitsgrades des Reglers r^2 eine höhere Drehzahl, zum Beispiel $n \cdot 1{\cdot}02$. Der Regler r^1 ist so eingeregelt, daß bei Vollbelastung die Schneide g^1 des Ablenkschirmes f den Wasserstrahl mit der Stärke d^1 gerade berührt. Der Regler r^1 hat die gleiche Drehzahl n und ebenfalls einen bestimmten Ungleichförmigkeitsgrad. Beträgt bei Leerlauf die Drehzahl $1{\cdot}02\,n$, so ist die Schneide nach g^2 gelangt, das heißt die Schneide g^2 ist bei der Belastung dem dünner werdenden Strahl d^2 nachgerückt. Durch passende Einstellung der Ungleichförmigkeitsgrade der beiden Regler r^1 und r^2 läßt es sich erreichen, daß der Ablenkschirm bei jeder Strahlstärke dicht vor dem Strahl steht. (Schw. P. Nr. 63 871.)

Briefe an die Redaktion.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Wirkungsgrad von Transformatoren bei Teilbelastung.

In Heft 7 dieser Zeitschrift befindet sich ein Artikel von Herrn Palme, in welchem ein graphisches Verfahren zur Ermittlung der Teilbelastungswirkungsgrade von Transformatoren beschrieben ist. Es soll im Anschluß hieran noch auf eine kleine Vereinfachung und Verbesserung hingewiesen werden. In dem genannten Aufsatze handelte es sich darum, an Hand eines Liniensystems (Fig. 1) aus den Einzelverlusten eines Transformators für Vollast die Gesamtverluste in Prozenten für die verschiedenen Teilbelastungen abzulesen. Mit Hilfe einer zweiten graphischen Bestimmung wird dann nach der Kurve (Fig. 2) der Wirkungsgrad aus den betreffenden jeweiligen Gesamtverlusten ermittelt. Man kann nun aus den Eisen- und Kupferverlusten bei Vollast mittels einer einzigen Ablesung die genauen Wirkungsgrade für beliebige Teilbelastungen graphisch bestimmen, wenn man folgende Überlegung anstellt:

Der genaue Wirkungsgrad eines elektrischen Verbrauchsapparates in Prozenten ist definiert durch den Ausdruck:

$$\frac{100}{100 + \text{Verluste in \%}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1).$$

Bei verhältnismäßig kleinen Verlusten, wie das bei normalen Transformatoren die Regel zu sein pflegt, kann man angenähert setzen:

$$\text{Wirkungsgrad} \sim = 100 - \text{Verluste in \%} \quad \ldots \quad 2).$$

Diese angenäherte Ermittlung ergibt etwas zu kleine Wirkungsgrade und die genauen Werte würden dann sein:

$$100 - \text{Verluste} + \text{Korrektur}.$$

Die anzubringende Korrektur kann man als Differenz der Ausdrücke 1) und 2) ein für allemal errechnen und am besten in Form einer Kurve auftragen, wie das in Fig. 1 geschehen ist.

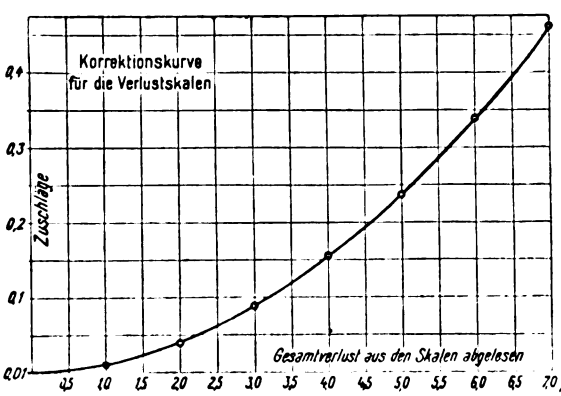


Fig. 1.

Man kann nun das Liniensystem zur Ermittlung der Gesamtverluste bei irgendeiner Teilbelastung aus den einzelnen Vollastverlusten dahin modifizieren, daß man unter Berücksichtigung der obigen Fehlerkurven auf den verschiedenen senkrechten Skalen des Liniensystems der Fig. 1 des Artikels von Herrn Palme (Seite 142) nicht die jeweiligen Gesamtverluste, sondern Verluste + Korrektur aufträgt. Der Maßstab auf diesen Skalen ist dann nicht mehr gleichmäßig, sondern nach unten sozusagen gummiartig auseinandergezogen. Gebraucht man nun dieses derart abgeänderte Liniensystem in der von Herrn Palme beschriebenen Weise, so ermittelt man für die einzelnen Belastungen gewisse Zahlen, welche gleich sind den Gesamtverlusten in Prozenten für die jeweilige Belastung, vermindert um die zugehörige Korrektur nach den Fehlerkurven. Zieht man diese Zahlen von 100 ab, so ergibt sich unmittelbar der genaue Wirkungsgrad. Auch diese Arbeit kann noch vermieden werden, indem man an die senkrechten Skalen nicht die Werte für Verluste + + Korrektur, sondern 100 — (Verluste + Korrektur) anschreibt. Durch eine einfache Ablesung mittels Lineals ergeben sich dann sofort die genauen Wirkungsgrade aus den Eisen- und Kupferverlusten. Ein in dieser Weise abgeändertes Liniensystem hat sich im praktischen Gebrauch bestens bewährt. Das hier beschriebene Verfahren ist natürlich mit dem in dem mehrfach genannten Aufsatze prinzipiell vollkommen identisch, aber bequemer und auch genauer, weil durch Wegfall der zweiten Ablesung eine Fehlerquelle ausgeschaltet wird.

Die behandelte Methode der Wirkungsgradbestimmung läßt sich übrigens auf alle elektrischen Verbrauchsapparate anwenden, deren Verluste aus einem konstanten Teil und einem mit dem Quadrate der Belastung veränderlichen Teile bestehen, zum Beispiel Gleichstromnebenschlußmotoren. Die ungefähr konstanten Verluste sind: Erregerverluste, Eisenverluste, Reibungs- und Ventilationsverluste, die veränderlichen die Verluste im Ankerkupfer. Da hier jedoch die konstanten Verluste aber äußeren mechanischen Einflüssen in immerhin erheblichem Maße unterliegen, ist natürlich die Genauigkeit geringer.

Berlin, 30. April 1914. *Dr. Ing. Karl Katzsch.*

Erwiderung:

Ich gestatte mir zu bemerken, daß die von Herrn Katzsch angegebene Vereinfachung und Verbesserung der graphischen Methode hierorts seit zwei Jahren bekannt ist und benutzt wird, wie beifolgendes Diagramm, Fig. 2 (aus dem Jahre 1912) zeigt. Eine gerade Linie, welche einen Punkt der Skala für die Gesamtverluste mit einem Punkt der Skala für die Eisenverluste verbindet, gibt in den Schnittpunkten mit den bezüglichen Ordinaten die Wirkungsgrade bei verschiedenen Belastungen.

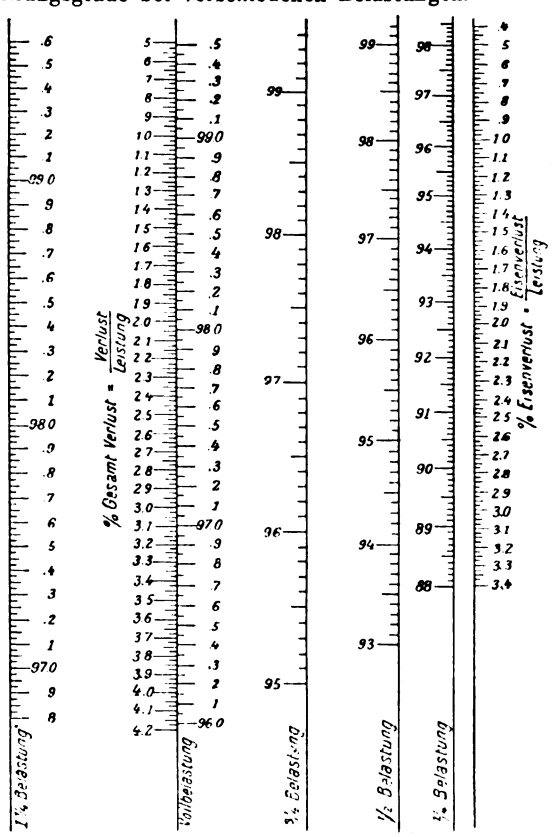


Fig. 2.

Ich unterließ im Interesse der prinzipiellen Darstellung und um nicht zu ausführlich zu werden diese weitere Entwicklung des Verfahrens, welches natürlich in dieser vereinfachteren Form von den in meiner ersten Erwiderung (Heft 19) erwähnten Gesellschaften gebraucht wird.

Pittsfield (Mass.) U. S. A., 27. Mai 1914. *Arthur Palme.*

Schluß der Redaktion am 28. Juli 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie **Redaktion, Administration** und **Expedition** der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der **Jahresbeitrag** beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige **Eintrittsgebühr** beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. **Bezugspreise:** Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro *mm* Höhe und Spalte (45 *mm* Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Das vereinfachte Kreisdiagramm des Repulsionsmotors. Von Dr. techn. Robert Moser 669

Untersuchungen über die Imprägnierung hölzerner Leitungsmaste durch Tränkung. Von Robert Nowotny, Oberbaurat, Wien 677

Rundschau:
- Elektrizitätswerke, Anlagen 682
- Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 683
- Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 683
- Dynamomaschinen, Transformatoren 684
- Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 684
- Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 684
- Funkentelegraphie und -Telephonie 685
- Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen 686
- Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 686

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
- Gasmaschinen 686

Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *429—436*

Das vereinfachte Kreisdiagramm des Repulsionsmotors.

Von Dr. techn. **Robert Moser.**

Einleitung.

Das Kreisdiagramm des Repulsionsmotors wurde bereits in einer größeren Reihe von Arbeiten behandelt, unter denen jene von Osnos*), Blondel**) und Wall***) hervorgehoben werden können. Hier soll über eine besondere Ausgestaltung desselben Mitteilung gemacht werden, welche eine schnelle Übersicht über sämtliche elektrischen Eigenschaften des Motors bei beliebigem Bürstenverschiebungswinkel zu gewinnen gestattet und so der Einführung des Kreisdiagrammes in die Praxis zweckdienlich sein dürfte. Es wird hier gezeigt werden, daß sich aus demselben nicht nur der aufgenommene Strom, die Phasenverschiebung und Leistung, sondern auch das Drehmoment und die Geschwindigkeit in einfachster Weise aus je einer einzigen Größe, und zwar unter Anwendung desselben Maßstabes für alle Bürstenwinkel ablesen lassen. Bei der Zeichnung desselben wird vom Stillstanddiagramm für koaxiale Bürstenstellung ausgegangen, auf dessen Grundlage sich das eigentliche Kreisdiagramm für jeden angenommenen Bürstenwinkel mit wenigen Strichen gewinnen läßt. Der Synchronismuspunkt (Belastungszustand bei Synchronismus) wird hiebei als wichtiges Bindeglied benutzt. Als vereinfachende Voraussetzungen werden, wie es oft geschieht, angenommen, daß erstens die Felder eine sinusförmige Verteilung besitzen und daß zweitens die Ohmschen Widerstände im Ständer und Läufer vernachlässigt werden dürfen. Für die Ableitung des allgemeinen Vektordiagrammes soll der Widerstand im Läuferstromkreis dagegen berücksichtigt werden, weil hiedurch der Zusammenhang mit den meisten älteren Veröffentlichungen hergestellt wird, ferner weil diese Ableitung auch für eine spätere Betrachtung über die Verwendung des Repulsionsmotors als Generator und über die hiebei auftretenden Selbsterregungserscheinungen verwertet werden kann.

A. Das Vektordiagramm bei Berücksichtigung des Läuferwiderstandes.

Der Betrachtung sei zunächst die einfachste Ausführungsform des Repulsionsmotors nach Fig. 1 mit einem Bürstensatz pro Pol zugrunde gelegt. Die notwendigen Ergänzungen für Doppelbürstenmotoren sollen in dem Abschnitte *E* gegeben werden. Man geht am besten vom Ständerstrom als gegebener Größe aus. Denn eine solche Annahme läßt sich leicht verwirklichen, indem man die Spannung am Motor so wählt, daß der angenommene Strom sich einstellt. In Fig. 2 sei *O P* die Richtung des Ständerstromes, *O P* aber vorläufig nicht dieser Strom selbst, sondern das gesamte Feld (Kraftfluß), das dieser Strom für sich allein im Ständer erzeugen würde, wenn die Permeabilität des Eisens jene bei normaler Klemmenspannung (und zum Beispiel offenem Läufer) wäre. Dieses Feld kann auch gesamtes primäres Selbstinduktionsfeld genannt

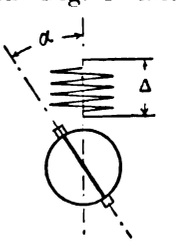


Fig. 1. Einfachbürstenschaltung.

*) E. T. Z. 1903, Seite 904 und 1908, Seite 32 und Zeitschr. f. Elektr. 1904.
**) Écl. électr. 1903, Band 37 und 1904, Band 38.
***) Electrician, London 1911.

Digitized by Google

werden und sei mit $\Phi_{1s}\,(=OP)$ bezeichnet. Davon geht nur der Teil $\frac{\Phi_{1s}}{1+\tau_1}$ in die Läuferwicklung über*),

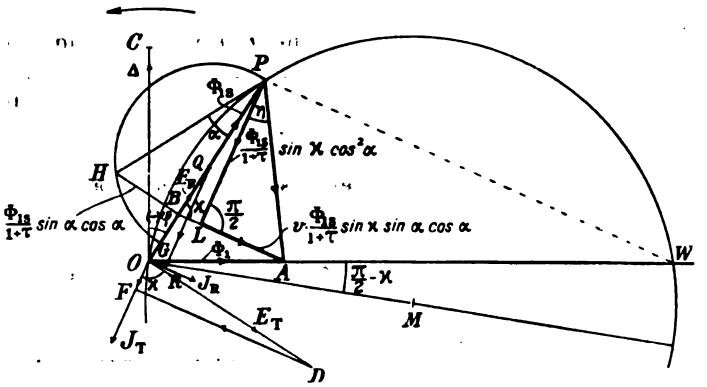


Fig. 2. Allgemeines Vektordiagramm des Repulsionsmotors.

wenn τ_1 den primären Streuungskoeffizienten für koaxiale (Kurzschluß-)Stellung der Bürsten bedeutet**).

Die von dem Felde $\frac{\Phi_{1s}}{1+\tau_1}$ im Kreise der Kurzschlußbürsten erzeugte EMK setzt sich bekanntermaßen aus zwei Komponenten, der Transformator- und der Rotations-EMK zusammen, die ihrerseits durch räumliche Zerlegung des Feldes $\frac{\Phi_{1s}}{1+\tau_1}$ in eine Komponente in Richtung der Bürstenachse, nämlich $\frac{\Phi_{1s}}{1+\tau_1}\cos\alpha$, und eine solche senkrecht dazu, nämlich $\frac{\Phi_{1s}}{1+\tau_1}\sin\alpha$, leicht einzeln zu berechnen sind***). Der Effektivwert der von der ersten Feldkomponente $\frac{\Phi_{1s}}{1+\tau_1}\cos\alpha$ herrührenden Transformator-EMK ist gegeben mit:

$$E_T = C\,\frac{\Phi_{1s}}{1+\tau_1}\cos\alpha \text{ Volt} \quad . \quad . \quad . \quad 1).$$

Die hierin vorkommende Konstante C ist abhängig von der Netzfrequenz ν, der Leiterzahl der Läuferwicklung z_2 und der Zahl der parallelen Stromzweige $2a$. Man erhält bei Durchmesserwicklung für C den Ausdruck†):

$$C = \frac{\nu}{\sqrt{2}}\cdot\frac{z_2}{a}\cdot 10^{-8} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1\,a).$$

Die Transformatorspannung E_T bleibt zeitlich um 90° hinter dem sie erzeugenden Felde zurück und sei daher mit OD senkrecht zu OP angenommen. Die Rotationsspannung ist mit der sie erzeugenden zweiten Feldkomponente $\frac{\Phi_{1s}}{1+\tau_1}\sin\alpha$ in Phase, also auch in Phase mit dem dieses Feld hervorrufenden Ständerstrome J_1 und in Richtung von OP zu zeichnen. Ihre Größe sei mit $E_R = OQ$ angenommen, wobei:

$$E_R = C\,.\,v\,.\,\frac{\Phi_{1s}}{1+\tau_1}\sin\alpha \text{ Volt} \quad . \quad . \quad 2)$$

sein wird. Die Rotationsspannung ist von der wirklichen Drehgeschwindigkeit des Läufers abhängig. Letztere sei durch ihr Verhältnis v zur synchronen Geschwindigkeit bestimmt; dann hat die Konstante C in Gleichung 2) dieselbe Bedeutung wie in Gleichung 1).

Die beiden Teilspannungen E_T und E_R vereinigen sich zu einer resultierenden EMK und verursachen im Kreise der Kurzschlußbürsten einen Strom, der seinerseits ein Selbstinduktionsfeld und weiter eine dieser EMK entgegenwirkende Selbstinduktionsspannung hervorbringt. Ein Teil des vom Kurzschlußkreise gebildeten (Selbstinduktions-)Feldes dringt in die Ständerwicklung ein und vereinigt sich dort mit dem angenommenen Ausgangsfelde Φ_{1s} zu dem resultierenden, die Klemmenspannung balancierenden Ständerfeld Φ_1. Anstatt nun schon die beiden Teilspannungen E_T und E_R zusammenzufassen, kann man die Ströme und Felder betrachten, welche von ihnen einzeln hervorgerufen würden, und diese erst am Schluß zusammensetzen, was wegen der hier zulässigen Superposition der Felder zu dem gleichen Endergebnis führen muß. Es würde also beispielsweise die Teilspannung E_T für sich allein im Kurzschlußkreise einen Strom J_T hervorbringen, welcher wegen der beträchtlichen Selbstinduktion um den nahezu 90° betragenden Impedanzwinkel $\varkappa$ hinter E_T zeitlich zurückbleibt. Der Winkel $\varkappa$ wird bestimmt sein durch die Beziehung:

$$\operatorname{tg}\varkappa = \frac{2\pi\nu L_2}{w_2} = \frac{k_2}{w_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3),$$

worin L_2 der Koeffizient der Selbstinduktion, w_2 der Ohmsche Widerstand und $k_2 = 2\pi\nu L_2$ die Reaktanz des Kurzschlußkreises bedeuten. Macht man den Winkel $DOF = \varkappa$, so wird der Strom J_T in die Richtung von OF fallen, dagegen wird die von J_T hervorgerufene Selbstinduktionsspannung senkrecht dazu aufzutragen und dargestellt sein durch DF, wobei dann ODF das Impedanzdreieck für die Transformator-EMK bildet. OF gibt den Ohmschen Abfall $J_T w_2$ an. Die Selbstinduktionsspannung DF ist nahezu gleich der Transformatorspannung $E_T = OD$, nämlich nach der Figur:

$$DF = OD\sin\varkappa = E_T\sin\varkappa.$$

Diese Beziehung gibt auch die Möglichkeit, das vom Strom J_T gebildete Selbstinduktionsfeld zu bestimmen, weil die Spannungen zu einander im selben Verhältnisse stehen wie die sie erzeugenden Felder und umgekehrt*). Die Transformatorspannung E_T war hervorgerufen durch das Feld $\frac{\Phi_{1s}}{1+\tau_1}\cos\alpha$. Das Selbstinduktionsfeld wird dann daraus gemäß obiger Beziehung zwischen DF und E_T durch das Hinzufügen des Faktors $\sin\varkappa$ erhalten werden, dasselbe ist also

$$\frac{\Phi_{1s}}{1+\tau_1}\sin\varkappa\,.\cos\alpha.$$

*) Vergl. unter anderem die Regeln 17 *a*) bis 17 *d*) in „Der Einphaseninduktionsmotor" E. u. M. 1912, Seite 849.

**) Man stellt sich vor, daß die Grundstreuung bei Verschiebung der Bürsten konstant bleibt, daß aber die gegenseitig in Ständer- und Läuferwicklung induzierten Spannungen (also der gegenseitige Induktionskoeffizient) noch im Verhältnis des Kosinus des Bürstenwinkels α verkleinert werden. Das ist dasselbe, als ob der tatsächliche Gesamtstreuungskoeffizient mit $\tau' = \frac{\tau+\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha}$ angenommen würde, wenn τ derjenige für koaxiale Bürstenstellung ist.

***) In der Arbeit von Osnos wird eine Zerlegung der im Läufer wirksamen EMKe in eine dynamische und statische EMK vorgenommen. Die erstere stimmt mit der hier angenommenen Rotations-EMK überein. Unter letzterer ist dort aber die Summe aus der hier angegebenen Transformator-EMK und der Selbstinduktions-EMK des Läuferstromes verstanden.

†) Für Doppelbürsten und Sehnenwicklung wird im Abschnitt *E* genaueres angegeben werden.

*) Diese Methode zur Bestimmung von Selbstinduktionsfeldern wird auch von Görges zum Beispiel in E. T. Z. 1903, Seite 272 angewendet.

Digitized by Google

Dieses Feld ist in der Läuferwicklung und in Richtung der Bürstenachse wirksam. Will man wissen, welcher Betrag davon auf die Ständerwicklung induzierend einwirkt, so muß man wegen der Kreuzung von Bürsten- und Ständerwicklungsachse noch einen weiteren Faktor $\cos\alpha$ und außerdem wegen der Streuung den Faktor $\frac{1}{1+\tau_2}$ hinzufügen. Es wird also das vom Strome J_T in die Ständerwicklung getriebene Feld betragen:

$$\frac{\Phi_{1S}}{(1+\tau_1)(1+\tau_2)} \cdot \sin\varkappa \cos^2\alpha = \frac{\Phi_{1S}}{1+\tau} \cdot \sin\varkappa \cdot \cos^2\alpha \quad 4),$$

wobei $(1+\tau_1)(1+\tau_2) = 1+\tau$, wenn τ_2 den sekundären Streufaktor (für axiale Bürstenstellung) bedeutet. Der Ausdruck in der Formel 4) läßt sich durch eine einfache Konstruktion darstellen. Man teilt die Strecke OP durch den Punkt G im Verhältnis $\tau:1$, so daß:

$$GP = \frac{OP}{1+\tau} = \frac{\Phi_{1S}}{1+\tau} \quad \ldots \quad 5),$$

beschreibt ferner über GP einen Halbkreis, zieht PH unter dem (Bürsten-)Winkel α gegen OP (also $\sphericalangle GPH = \alpha$) und projiziert den Kreispunkt H auf OP, wodurch der Punkt B erhalten wird. Konstruiert man über der Strecke BP als Hypotenuse ein rechtwinkeliges Dreieck mit dem Impedanzwinkel $\varkappa$ bei B, so bekommt man in der Strecke PL den Ausdruck nach Gleichung 4), wie sich aus der Konstruktion sehr einfach ergibt. Das Teilfeld PL ist zeitlich in Phase mit dem erzeugenden Strome J_T, es hat also PL, da es nach Konstruktion parallel zu OF ist, auch die richtige Phasenlage.

Ähnlich verfährt man, wenn man den von der Rotationsspannung E_R (Gleichung 2) im Kurzschlußkreise hervorgerufenen Teilstrom J_R, dessen Selbstinduktionsfeld und den davon in die Ständerwicklung übergehenden Teil bestimmen will. Konstruiert man über $OQ = E_R$ als Hypotenuse das Impedanzdreieck OQR mit demselben Impedanzwinkel $QOR = \varkappa$, so stellt $OR = J_R w_2$ den Ohmschen Abfall des Teilstromes J_R und QR die vom Selbstinduktionsfelde des Stromes J_R herrührende Selbstinduktionsspannung dar. Nach der Figur ist $QR = OQ \sin\varkappa = E_R \sin\varkappa$ und nach Gleichung 2):

$$QR = C v \frac{\Phi_{1S}}{1+\tau_1} \sin\varkappa \sin\alpha.$$

Bezeichnet man vorübergehend das Selbstinduktionsfeld des Stromes J_R mit Φ_{RS}, so muß die Selbstinduktionsspannung QR andererseits aber auch erhalten werden aus:

$$QR = C \cdot \Phi_{RS},$$

wenn C dieselbe Bedeutung wie in Gleichung 1) hat. Durch diese beiden Beziehungen für QR ergibt sich die Größe des Selbstinduktionsfeldes mit:

$$\Phi_{RS} = v \frac{\Phi_{1S}}{1+\tau_1} \sin\varkappa \cdot \sin\alpha.$$

Um daraus den in die Ständerwicklung übergehenden Teil zu bekommen muß man wieder noch die beiden Faktoren $\cos\alpha$ und $\frac{1}{1+\tau_2}$ hinzufügen, so daß das von dem Teilstrom J_R in die Ständerwicklung getriebene Feld sein wird:

$$\left.\begin{aligned} v \cdot \frac{\Phi_{1S}}{(1+\tau_1)(1+\tau_2)} \cdot \sin\varkappa \sin\alpha \cos\alpha = \\ = v \cdot \frac{\Phi_{1S}}{1+\tau} \sin\varkappa \sin\alpha \cos\alpha \end{aligned}\right\} \quad 6).$$

Die zeitliche Phase dieses Feldes stimmt mit jener des Stromes J_R überein. Im Diagramm wird es also durch eine Parallele zu OR, etwa durch LA, welches die Verlängerung von BL ist, dargestellt werden. Die geometrische Summe PA von PL und LA liefert das gesamte vom Läuferstrome ausgehende und auf die Ständerwicklung zurückwirkende Feld. Mit dem Ausgangsfeld $\Phi_{1S} = OP$ zusammengesetzt, ergibt sich so OA als das resultierende, tatsächlich vorhandene Ständerfeld Φ_1, welches bei Vernachlässigung des Ständerwiderstandes, die der Klemmenspannung Δ das Gleichgewicht haltende Gegen-EMK erzeugt. Bei konstanter Klemmenspannung ist also auch OA eine konstante Größe.

B. Der Diagrammkreis bei Berücksichtigung des Läuferwiderstandes.

Man gelangt auf diesem Wege bereits zu dem Diagrammkreise des Repulsionsmotors unter Berücksichtigung des Widerstandes im Läufer. Man erkennt nämlich, daß der Winkel bei B konstant ist, und zwar $\sphericalangle OBA = \pi - \varkappa$. Infolgedessen bewegt sich der Punkt B in einem Kreisbogen über der konstanten Sehne OA. Außerdem aber teilt der Punkt B die Strecke OP in einem konstanten Verhältnis für gleichen Bürstenwinkel α. Es ist zum Beispiel nach der Figur: $BP = \frac{OP}{1+\tau}\cos^2\alpha$. Daher muß auch der Punkt P einen Kreisbogen bei veränderlicher Belastung beschreiben. Der Mittelpunkt M des Kreises liegt auf einem Strahle, welcher unter dem Winkel $\frac{\pi}{2} - \varkappa$ gegen die Richtung OA gezogen wird. Ändert man den Maßstab und stellt man sich unter OP den Ständerstrom J_1 (statt des proportionalen Selbstinduktionsfeldes Φ_{1S}) vor, so erhält man damit das Strom-Kreisdiagramm. Die Klemmenspannung $\Delta = OC$ steht hierin senkrecht auf OA. Der Winkel zwischen OC und OP ist der Phasenverschiebungswinkel φ und OA wird zum Magnetisierungsstrome J_μ, weil für offenen Läufer der Punkt P mit A zusammenfällt, nachdem die Rückwirkung des Läuferstromes (ausgedrückt durch PA) wegfällt. Ein Maß für den Läuferstrom erhält man in der Strecke PA, worüber noch später zu sprechen sein wird.

C. Vorläufige Darstellung der Geschwindigkeit.

Dividiert man die früher für die Strecken LA und PL in Gleichung 4) und 6) angegebenen Werte, so ergibt sich*):

$$\frac{LA}{PL} = \operatorname{tg} \widehat{LPA} = v \operatorname{tg}\alpha$$

und

$$v = \frac{\operatorname{tg}\eta}{\operatorname{tg}\alpha} \quad \ldots \quad 7),$$

worin $\eta = \sphericalangle \widehat{LPA}$.

Eine andere Derstellung folgt daraus, daß man die Strecke LA durch BH dividiert, es ist dann nach der Figur:

$$\frac{LA}{BH} = v \sin\varkappa$$

oder

$$v = \frac{LA}{BH} \cdot \frac{1}{\sin\varkappa} \quad \ldots \quad 8).$$

*) Vergl. Osnos ETZ. 1903, S. 904.

Digitized by Google

Da aber der Kreisbogen über GP nur als Hilfskonstruktion und nicht als organischer Bestandteil des Diagrammes aufzufassen ist, verdient die Darstellung der Geschwindigkeit nach Gleichung 7) den Vorzug, jedoch ist andererseits der Ausdruck in Gleichung 8) von α unabhängig.

D. Das Kreisdiagramm bei Vernachlässigung des Ständer- und Läuferwiderstandes.

a) Der Kurzschlußpunkt.

Der Kurzschlußzustand (Stillstand bei koaxialer Bürstenstellung) bildet ähnlich wie bei den Induktionsmotoren ein wichtiges Element für den Aufbau des Kreisdiagramms. Der Kurzschlußstromvektor läßt sich leicht unmittelbar bestimmen, man kann ihn aber auch aus Fig. 2 schnell ableiten. Bei Stillstand ist $v = 0$ und demnach für beliebigen Büstenwinkel α auch $\operatorname{tg} \eta = 0$ oder $\eta = 0$ entsprechend Gleichung 7). Es fällt also bei Stillstand der Punkt L mit A zusammen und für verschiedene Bürstenwinkel α liegen wie bekannt die Kurzschlußpunkte auf einem Kreisbogen mit OA als Sehne und dem Peripheriewinkel $\frac{\pi}{2} - \varkappa$ bei P. Vernachlässigt man nun den Läuferwiderstand, setzt man also $w_2 = 0$, so wird nach Gleichung 3) $\operatorname{tg} \varkappa = \infty$ oder $\varkappa = \frac{\pi}{2}$. Dann fällt der Punkt B mit L zusammen und bei Stillstand nach vorhergehendem B auch mit A, wodurch der Punkt P in die Verlängerung von OA gelangt. Für $\alpha = 0$ rückt außerdem B nach G und demnach auch G nach A. Nach Gleichung 5) ist stets $OP = \overline{OG} \cdot \frac{1+\tau}{\tau}$. Denkt

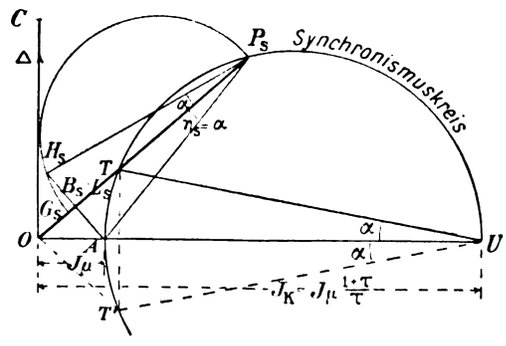


Fig. 3. Synchronismuspunkt und Synchronismuskreis.

man sich daher jetzt die besondere Fig. 3 im Strommaßstab gezeichnet, in welcher durch die Strecke OU der ideelle Kurzschlußstrom J_K unter den vorangeschickten Bedingungen $\left(\varkappa = \frac{\pi}{2} \text{ und } \alpha = 0\right)$ dargestellt werde, so wird auch die Beziehung bestehen:

$$J_K = OU = \overline{OA} \cdot \frac{1+\tau}{\tau} = J_\mu \cdot \frac{1+\tau}{\tau} \qquad 9),$$

da früher in der im Strommaßstab gezeichneten Strecke OA der Magnetisierungsstrom J_μ erkannt wurde.

b) Der Synchronismuspunkt und der Synchronismuskreis.

Wenn man den Synchronismuszustand bei einem beliebigen Bürstenwinkel α kennen lernen will, so hat man nur in Gleichung 7) $v = 1$ zu setzen. Es folgt dann:

$$\eta_1 = \alpha.$$

In Fig. 3 sei dieser Zustand $\left(\text{unter Voraussetzung } \varkappa = \frac{\pi}{2}\right)$ durch den Stromvektor OP_s dargestellt. Es handelt sich nun darum, auf bequeme Weise diesen Synchronismuspunkt P_s bei gegebenem Bürstenwinkel α zu finden. Man kann folgenden Weg einschlagen: Man stellt sich zunächst den Punkt P_s als bereits gefunden vor und führt die Hilfskonstruktion, wie es in Fig. 2 für einen beliebigen Belastungspunkt P geschehen ist, mit dem Kreise über der Strecke $G_s P_s$ aus, wobei nach Gleichung 5):

$$G_s P_s = \frac{OP_s}{1+\tau},$$

dann werden (vergl. auch Fig. 2) die Dreiecke $L_s P_s A$ und $L_s P_s H_s$ Spiegelbilder. Nun zeichnet man vorerst eine ähnliche Figur in größerem Maßstabe über der Strecke OU als Stromvektor, indem man über AU einen Kreis beschreibt und die Strahlen UT und UT' unter dem Winkel α gegen OU zieht. Die Fig. $OAUTT'$ ist dann der Fig. $OG_sP_sH_sA$ vollkommen ähnlich, da nach früherem auch $AU = \frac{OU}{1+\tau}$. Es ist dann so, als ob der Synchronismuspunkt nicht für den Magnetisierungsstrom OA, sondern für einen größeren Magnetisierungsstrom OT' gezeichnet worden wäre. Es folgt nun nur die Aufgabe, die Strecke OU nach Lage und Größe im Verhältnis der Strecken OT' zu OA umzubilden. Das geschieht nun sehr einfach dadurch, daß man den bereits früher angenommenen Strahl OT zieht und bis zum Schnitt P_s mit dem Halbkreise über AU verlängert. Mit dem so erhaltenen Punkt P_s ist der früher angenommene Punkt P_s identisch, wie sich aus folgendem ergibt: Verbindet man den Punkt P_s (betrachtet als Schnitt der Verlängerung von OT mit dem Halbkreise über AU) mit A, so ist der Winkel $\widehat{TP_sA}$ als Peripheriewinkel über TA gleich dem Winkel $\widehat{TUA}$. Ferner ist der Winkel bei O den Dreiecken OP_sA und OUT gemeinsam. Die beiden Dreiecke OP_sA und OUT haben also zwei gleiche Winkel und sind deshalb einander ähnlich. Dann ist aber das Dreieck OP_sA auch ähnlich dem Spiegelbild von OUT, nämlich dem Dreiek OUT'. Es besteht daher die Proportion:

$$OP_s : OU = OA : OT'$$

und es ergibt sich die Strecke OP_s tatsächlich als die im Verhältnis der Strecken OT' zu OA umgebildete Strecke OU, weshalb nach früherem OP_s den Ständerstrom bei Synchronismus nach Lage und Größe darstellt.

Vergegenwärtigt man sich, daß die Konstruktion des Synchronismuspunktes P_s (nämlich Halbkreis über AU, Strahl UT unter Winkel α, Strahl OT bis zum Schnitt P_s mit dem Halbkreis über AU) für ganz beliebige Bürstenwinkel α gilt, so folgt die bemerkenswerte Tatsache, daß der Halbkreis über AU als geometrischer Ort aller Synchronismuspunkte anzusehen ist und deshalb als Synchronismuskreis bezeichnet werden kann*).

c) Konstruktion des Arbeitskreises.

Es kann nun das eigentliche Kreisdiagramm, wie es in Fig. 4 dargestellt ist, besprochen werden. Die Konstruktion des Arbeitskreises geht am einfachsten

*) Man erkennt seine Identität mit dem „einfachen Heylandkreis" für den mehrphasigen Induktionsmotor.

Digitized by Google

vom Synchronsmuspunkte P_s aus, welch letzterer in der früher besprochenen Weise mit Hilfe des Synchronismuskreises gefunden wird. Man hat so zwei Punkte des Arbeitskreises, nämlich P_s und O. Aus

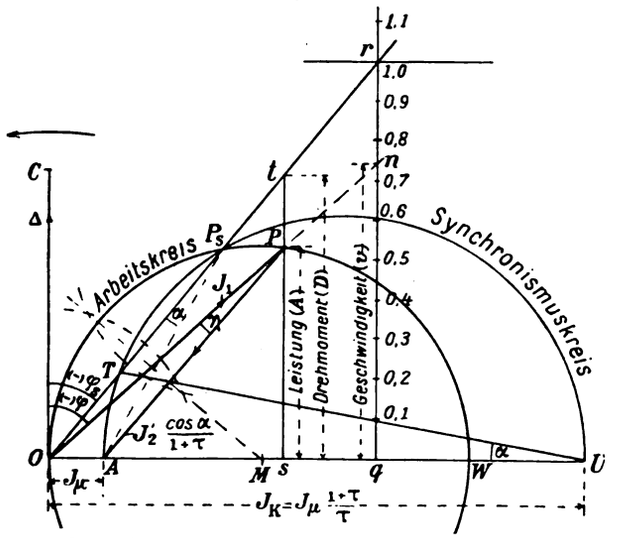


Fig. 4. Vereinfachtes Kreisdiagramm des Repulsionsmotors*).

Fig. 2 folgt, daß der Mittelpunkt M des Arbeiskreises für $\varkappa = \frac{\pi}{2}$ auf dem Strahl OA (X-Achse) liegt. Durch die Symmetrale der Strecke OP_s wird daher der Mittelpunkt M auf der X-Achse herausgeschnitten **).

d) Darstellung des Geschwindigkeitsverhältnisses v.

Die Gleichung 7) läßt sich zwecks einfacher zeichnerischer Darstellung von v folgendermaßen umformen. In Fig. 4 ist wegen $\varkappa = \frac{\pi}{2}$ der Winkel $\widehat{OPA} = \eta$ und nach Abschnitt *b*) war Winkel $\widehat{OP_sA} = \alpha$. Aus Fig. 4 folgt dann:

$$\operatorname{tg}\eta = \operatorname{tg}\widehat{OPA} = \frac{\overline{OA}\cos\varphi}{\overline{OP} - \overline{OA}\sin\varphi} =$$

$$= \frac{\overline{OA}\cos\varphi}{\overline{OW}\sin\varphi - \overline{OA}\sin\varphi} = \frac{\overline{OA}}{\overline{OW} - \overline{OA}}\operatorname{cotg}\varphi$$

und ebenso:

$$\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}\widehat{OP_sA} = \frac{\overline{OA}}{\overline{OW} - \overline{OA}} \cdot \operatorname{cotg}\varphi_s,$$

wenn mit $\varphi = \sphericalangle COP$ und mit $\varphi_s = \sphericalangle COP_s$ die Phasenverschiebungswinkel des beliebigen Belastungspunktes P bzw. des Synchronismuspunktes P_s (unabhängig vom Vorzeichen) bezeichnet werden. Durch die Division vorstehender beiden Gleichungen ergibt sich nach Gleichung 7):

$$v = \frac{\operatorname{tg}\eta}{\operatorname{tg}\alpha} = \frac{\operatorname{cotg}\varphi}{\operatorname{cotg}\varphi_s} \quad \ldots\ldots \quad 10).$$

*) In Fig. 4 soll es heißen $J_s \frac{\cos\alpha}{i+\tau_1}$.

**) Bekanntlich ist der zweite Schnittpunkt W des Arbeitskreises mit der X-Achse vom Impedanzwinkel $\varkappa$ unabhängig. Diesen Punkt kann man unmittelbar mit Hilfe des Halbkreises über AU und der beiden Strahlen UT und OT erhalten, indem man noch in A eine Vertikale errichtet und durch deren Schnittpunkt mit dem Strahl OT eine Parallele zu UT zieht. Diese Parallele schneidet bereits den Kreispunkt W auf der X-Achse heraus. Wie man sich leicht überzeugt, beruht dieses Verfahren auf der Aufgabe, den Ständerstrom in Richtung der X-Achse unter Anwendung einer Proportionalitätskonstruktion zu bestimmen, ähnlich wie es für den Synchronismuspunkt P_s geschehen ist.

Errichtet man an beliebiger Stelle eine Vertikale, zum Beispiel in Punkt q der X-Achse, so schneiden die (gegebenenfalls verlängerten) Strahlen OP und OP_s auf derselben die Abschnitte $\overline{qn}$ und $\overline{qr}$ ab, welche nach der Figur im Verhältnis von $\operatorname{cotg}\varphi$ zu $\operatorname{cotg}\varphi_s$ stehen. Daher:

$$v = \frac{\overline{qn}}{\overline{qr}} \quad \ldots\ldots \quad 10a).$$

Man kann den Abschnitt $\overline{qr}$ mit einer (etwa 100-teiligen) Maßeinteilung versehen (so daß also $\overline{qr} = 1$ oder $= 100$ gesetzt wird), dann wird im Schnitt n des Strahles OP das Geschwindigkeitsverhältnis v unmittelbar abgelesen. Noch bequemer ist es, die Vertikale so zu wählen, daß der Abschnitt $\overline{qr}$ gerade 10 oder 20 cm beträgt, dann kann man v an der Strecke $\overline{qn}$ einfach abmessen. Wird für verschiedene Bürstenwinkel α die Strecke $\overline{qr}$ immer gleich groß (zum Beispiel 10 oder 20 cm) angenommen, so stellt für alle Bürstenwinkel α die jeweilige Strecke $\overline{qn}$ ein unmittelbar vergleichbares Maß für v dar, was (zum Beispiel bei Zeichnung des Diagrammes auf Millimeterpapier) eine recht übersichtliche Beurteilung der Geschwindigkeit ermöglicht.

e) Darstellung des Drehmomentes.

Das Drehmoment wird am bequemsten aus der Leistung abgeleitet. Bezeichnet A die Leistung in Watt (hier abgegebene oder zugeführte) und p die Polpaarzahl, so ist das Drehmoment im mkg:

$$D = \frac{p}{9{\cdot}81 \,.\, 2\pi\nu} \cdot \frac{A}{v}.$$

Setzt man:

$$A = \Delta J_1 \cos\varphi$$

und ist das Diagramm in Fig. 4 im Strommaßstab gezeichnet, so daß die Watt-Komponente des Ständerstromes unmittelbar durch die Ordinate $\overline{sP} = J_1\cos\varphi$ dargestellt wird, wird ferner für v der Ausdruck aus Gleichung 10*a*) eingeführt, so folgt:

$$D = \frac{p\,.\,\Delta}{9{\cdot}81 \,.\, 2\pi\nu} \cdot \overline{sP} \cdot \frac{\overline{qr}}{\overline{qn}}.$$

Verlängert man die Ordinate des beliebigen Belastungspunktes P bis zum Schnitt t mit dem Strahl OP_s, so gilt:

$$\overline{st} = \overline{sP} \cdot \frac{\overline{qr}}{\overline{qn}}.$$

Daher

$$D = \frac{p\,.\,\Delta}{9{\cdot}81 \,.\, 2\pi\nu} \cdot \overline{st} \quad \ldots\ldots \quad 11).$$

Der Bruch in Formel 11) ist eine konstante Größe und auch vom Bürstenwinkel α unabhängig. Die in der angegebenen Weise erhaltene Strecke st gibt also ein unmittelbar vergleichbares Maß für das Drehmoment bei allen Bürstenwinkeln.

E. Einige Rechnungsunterlagen.

Für die Bestimmung des Läuferstromes aus dem Diagramm benötigt man die Formeln für die vom Ständer- und Läuferstrom erzeugten Amperewindungen. Es sollen diesen Formeln der Vollständigkeit halber noch einige andere beigefügt werden, durch welche die bei der Aufstellung des Vektordiagrammes genannten Größen genauer präzisiert werden.

Digitized by Google

Vorausgesetzt sei eine gewöhnliche verteilte Ständerwicklung mit gleich viel Leitern pro Nut, wobei der β_1-fache Teil des Ständers, und zwar mit z_1 in Reihe geschalteten Leitern bewickelt sei. Es ist dann bei Vernachlässigung des Ohmschen Widerstandes der Effektivwert der Klemmenspannung:

$$\Delta = \frac{\pi}{\sqrt{2}} \nu z_1 f_1 \Phi_1 . 10^{-8} \text{ Volt} \quad . \; . \; 12),$$

worin Φ_1 den zeitlichen Höchstwert des Ständerkraftflusses und f_1 den bekannten Spulenfaktor:

$$f_1 = \frac{\sin\left(\frac{\beta_1 \pi}{2}\right)}{\frac{\beta_1 \pi}{2}} \text{ oder } = \frac{1 - \frac{2\beta_1}{3}}{1 - \frac{\beta_1}{2}} \quad . \; 12a)$$

bedeuten*).

Ein beliebiger Ständerstrom J_1 erzeugt Amperewindungen, deren örtlicher Mittelwert und zeitlicher Höchstwert (Kraftlinienpfad pro Pol gerechnet) gegeben ist mit:

$$A W_1 = 0{\cdot}5 f_1' \left(\frac{z_1}{2p}\right) J_1 \sqrt{2} \quad . \; . \; . \; 13),$$

worin f_1' den Wicklungsfaktor:

$$f_1' = 1 - \frac{\beta_1}{2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; 13a)$$

angibt.

Wäre der Ständerstrom für sich allein vorhanden, so würden dessen Amperewindungen $A W_1$ ein totales Ständerfeld:

$$\Phi_{1S} = A W_1 . (1 + \tau_1) \frac{0{\cdot}4 \pi F}{\delta} \quad . \; . \; . \; 14)$$

hervorbringen, welches bei der Aufstellung des Vektordiagrammes benutzt wurde. F bedeutet hierin die wirksame Polfläche und δ den einseitigen Luftspalt, mit Rücksicht auf den magnetischen Widerstand im Eisen korrigiert.

Der Magnetisierungsstrom J_μ ist dadurch definiert, daß er das durch Gleichung 12) gegebene Feld Φ_1 durch seine Amperewindungen allein erzeugt. Führt man also J_μ für J_1 in Gleichung 13) ein und letztere sodann für AW_1 in Gleichung 14), so muß der sich so ergebende Ausdruck dem aus Gleichung 12) berechneten Wert von Φ_1 gleichgesetzt werden können, woraus sich eine Beziehung zwischen J_μ und Δ ergibt. Man findet:

$$J_\mu = \frac{\Delta}{k_1} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 15),$$

worin k_1 die Ständerreaktanz bedeutet und die Form hat:

$$k_1 = \frac{\nu . \pi^2 . z_1^2 . f_1 . f_1' F . (1 + \tau_1)}{p \delta} . 10^{-9}$$

$$= \frac{\nu . \pi^2 . z_1^2 . F . \left(1 - \frac{2\beta_1}{3}\right) . (1 + \tau_1)}{p \delta} . 10^{-9} \quad . \; 15a),$$

wenn man für f_1 den zweiten Ausdruck in Gleichung 12a) und für f_1' die Gleichung 13a) benutzt.

Bei der Betrachtung der entsprechenden Ausdrücke für den Läufer, muß man die Anordnung der Bürsten berücksichtigen, ferner auch, ob Durchmesser- oder Sehnenwicklung (verkürzter Wicklungsschritt) angewendet wird. In ersterer Hinsicht ist außer der Einfachbürstenanordnung nach Fig. 1 noch die Doppelbürstenschaltung von D é r i (Fig. 5) und jene von L a t o u r*) (Fig. 6) zu erwähnen. Für die Einfachbürstenschaltung und Durchmesserwicklung wurde die Spannungsformel in Gleichungen 1) und 1a) bereits angegeben. Bei Doppelbürsten und Sehnenwicklung tritt zu der in Gleichung 1a) angeführten Konstanten C noch ein Faktor f_2 hinzu, so daß

$$C = \frac{\nu}{\sqrt{2}} . \frac{z_2}{a} . f_2 . 10^{-8} \quad . \; . \; . \; . \; . \; 16).$$

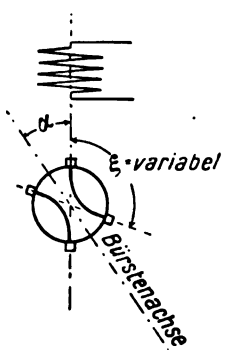


Fig. 5. Doppelbürstenschaltung nach D é r i.

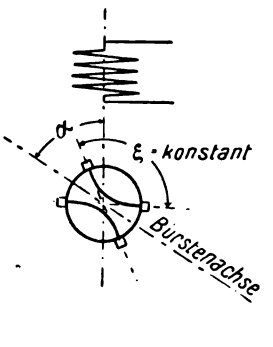


Fig. 6. Doppelbürstenschaltung nach L a t o u r.

Falls also das als sinusförmig angenommene Läuferfeld in Richtung der Büchsenachse zum Beispiel die Größe Φ_A hat, wäre auch bei den Anordnungen nach Fig. 5 und 6 die hiedurch induzierte Transformator-EMK an den beiden auf derselben Seite der Bürstenachse liegenden Bürsten:

$$C . \Phi_A \text{ Volt} \quad . \; . \; . \; . \; . \; 16a).$$

Hätte ferner das Läuferfeld senkrecht zur Bürstenachse die Größe Φ_N, so wäre die Rotations-EMK an den Bürsten:

$$v . C . \Phi_N \text{ Volt} \quad . \; . \; . \; . \; 16b).$$

Der Faktor f_2 hat den Wert:

$$f_2 = \sin\left(\frac{\zeta}{2}\right) . \sin\left(\frac{\lambda \pi}{2}\right) \quad . \; . \; . \; . \; 16c).$$

Unter ζ ist nach Fig. 5 und 6 der Winkel zwischen zwei miteinander kurzgeschlossenen Bürsten zu verstehen, welcher auch den Teil der stromführenden Leiter umschließt. z_2 bedeutet hier die g e s a m t e Zahl der Leiter der Läuferwicklung, ferner λ das Verhältnis des verkürzten Wicklungsschrittes zum vollen, also $\lambda = \frac{y_2 - y_1}{y_1 + y_2}$, wenn y_1 und y_2 die beiden angewendeten Teilschritte sind.

Von einem beliebigen in der Läuferwicklung fließenden Strome J_1, oder an den Bürsten zu messenden Strome J_2 (= Summe der Ströme der halben Bürstenzahl) werden Amperewindungen erzeugt, deren örtlicher Mittelwert und zeitlicher Höchstwert ausgedrückt ist durch:

$$\left.\begin{aligned} AW_2 &= 0{\cdot}25 \left(\frac{z_2}{2p}\right) f_2' J_1 \sqrt{2} = \\ &= 0{\cdot}25 \left(\frac{z_2}{2p}\right) f_2' \left(\frac{J_2}{2a}\right) \sqrt{2} \end{aligned}\right| \quad . \; . \; . \; 17),$$

worin

$$f_2' = \frac{\zeta}{\pi}\left(2 - \frac{\zeta}{\pi}\right) - (1 - \lambda)^2 \quad . \; . \; . \; 17a).$$

*) Erstere Formel gilt für sinusförmiges, letztere für trapezförmiges Feld, das etwa von der Ständerwicklung selbst herrührt.

*) E. T. Z. 1904, Seite 952 ff. Bei dieser Anordnung verändern die Bürsten im Gegensatz zum Déri-Motor ihre gegenseitige Lage nicht, sondern es werden sämtliche Bürsten gleichzeitig zwecks Änderung des Bürstenwinkels α mit der Bürstenbrücke gedreht.

Digitized by Google

Es werden f_2 und f_2' gleich 1 für $\lambda = 1$ und $\zeta = \pi$, also bei Durchmesserwicklung und Einfachbürsten*).

Das vom Läuferstrom erzeugte Eigenfeld in Richtung der Bürstenachse erhält man ähnlich wie es in Formel 14) für die Ständerwicklung angegeben war, mit:

$$\Phi_{2s} = AW_2 . (1 + \tau_2) \frac{0{\cdot}4\,\pi\,F}{\delta} \quad . \quad . \quad . \quad 18).$$

Die an den Bürsten meßbare Reaktanz k_2 für die Läuferwicklung bestimmt sich ebenso, wie es für den Ständer geschehen ist, aus den Gleichungen 16 *a*), 16), 16 *c*), 17), 17 *a*) und 18) mit:

$$k_2 = \frac{\nu\,\pi\,z_2^2\,f_2\,f_2'\,F\,(1 + \tau_2)}{4\,a^2\,p\,\delta} . 10^{-9} \quad . \quad . \quad 19).$$

Für f_2 kann man hierin bei Durchmesserwicklung statt Formel 16 *c*) den nur für die Transformator-EMK und für das trapezförmige Eigenfeld gültigen genaueren Ausdruck benutzen:

$$f_2 = \left(\frac{\zeta}{\pi}\right) . \frac{1 - \frac{2}{3}\left(\frac{\zeta}{\pi}\right)}{2 - \left(\frac{\zeta}{\pi}\right)} . \pi \quad . \quad . \quad . \quad 19\,a).$$

Bei der Bestimmung der Läuferkupferverluste muß man berücksichtigen, daß sich bei der Déri-Anordnung in jeder Bürstenstellung der für den Läuferstrom in Betracht zu ziehende Läuferwiderstand ändert. Ist w_L der Widerstand s ä m t l i c h e r z_2-Ankerleiter, in Reihe geschaltet angenommen, ferner w_B der Widerstand der halben Bürstenzahl (parallelgeschaltet gedacht), so wären die Läuferverluste für die drei genannten Bürstenanordnungen allgemein:

$$V_2 = \left(\frac{w_L}{4\,a^2} \cdot \frac{\zeta}{\pi} + 2\,w_B\right) J_2^2 . \quad . \quad . \quad . \quad 20),$$

wobei als Läuferwiderstand für den Außenstrom J_2 zu gelten hat:

$$w_2 = \frac{w_L}{4\,a^2} \cdot \frac{\zeta}{\pi} + 2\,w_B \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 20\,a).$$

Die Werte für k_2 aus Gleichung 19) und dieser für w_2 aus Gleichung 20 *a*) sind dann in die Formel

$$\operatorname{tg} \varkappa = \frac{k_2}{w_2}$$

zur Bestimmung des Impedanzwinkels nach Gleichung 3) einzusetzen, wenn man das genauere Diagramm nach Fig. 2 entwerfen will**). Die Größenordnung von tg $\varkappa$ ist etwa 20 bis 100 und $\varkappa$ nahezu 90°. Der Mittelpunkt M des Kreises im genauen Diagramm wird daher nahezu auf der X-Achse liegen, weshalb das vereinfachte Diagramm in Fig. 4 ohne großen Fehler verwendet werden kann.

Es wird manchmal Einfachbürstenschaltung mit verkürztem Wicklungsschritt empfohlen*). Bei dieser Anordnung wird das vom Läuferstrom gebildete Feld aus der Dreiecks- in die Trapezform übergeführt, was auch bei Anwendung von Durchmesserwicklung und Doppelbürsten**) nach Fig. 6 eintritt. Interessant ist es nun, diese beiden Fälle mit Rücksicht auf die jedesmaligen Verluste zu vergleichen. Offenbar müssen in beiden Fällen die gleichen Amperewindungen gemäß Formeln 17) und 17 *a*) erzeugt werden. Diese Formeln zeigen nun, daß der Läuferstrom bei Verkürzung des Wicklungsschrittes ($\lambda < 1$) und gleichen AW_2 immer größer wird als bei Durchmesserwicklung, weshalb dieses Mittel zur Änderung der Feldform stets größere Verluste verursacht. Das ist bei der Doppelbürstenschaltung dagegen nicht der Fall. Bei gleichem AW_2 ist gemäß Gleichung 17) und 17 *a*) der Läuferstrom J_2 proportional $\frac{1}{f_2'}$. Vernachlässigt man also in Gleichung 20) den Bürstenübergangswiderstand w_B, so sind, wenn man ausrechnet, die Verluste V_2 proportional:

$$\frac{1}{\frac{\zeta}{\pi} \cdot \left(2 - \frac{\zeta}{\pi}\right)^2},$$

wenn $\lambda = 1$ gesetzt und $AW_2 =$ konstant angenommen wird. Das gibt ein Minimum der Verluste bei $\frac{\zeta}{\pi} = \frac{2}{3}$, und zwar betragen die Verluste dann nur:

$$\frac{1}{\frac{2}{3}\left(2 - \frac{2}{3}\right)^2} = \frac{27}{32} = 84{\cdot}5\,\%$$

der Verluste bei Einfachbürstenschaltung und ebenfalls Durchmesserwicklung, gleiche AW_2 vorausgesetzt. Die Doppelbürstenschaltung nach Fig. 6 hat daher außer dem Vorteile der besseren Feldform auch den der geringeren Verluste für sich, im Gegensatz zur Einfachbürstenschaltung mit verkürztem Schritt***).

F. Bestimmung des Läuferstroms aus dem Diagramm.

Im Abschnitt *A* wurde gezeigt, daß der Läuferstrom in zwei Komponenten J_T und J_R zerlegt werden kann, von welchen die erstere das Eigenfeld

$$\frac{\Phi_{1s}}{1 + \tau_1} \sin \varkappa \cos \alpha$$

und die zweite ein solches von der Größe

$$v . \frac{\Phi_{1s}}{1 + \tau_1} \sin \varkappa \sin \alpha$$

hervorbringt. Diese Eigenfelder stehen zueinander zeitlich in Quadratur, da es auch die erzeugenden Ströme sind. Vom Gesamtstrom J_2 wird die geometrische Summe der beiden Felder erzeugt, nämlich:

$$\Phi_{2s} = \frac{\Phi_{1s}}{1 + \tau_1} \sin \varkappa \sqrt{\cos^2 \alpha + v^2 \sin^2 \alpha} \quad . \quad 21).$$

---

*) Die Ausdrücke für f_2 und f_2' sind von den in „Der Einphaseninduktionsmotor" (E. u. M. 1912, Fußnoten auf Seite 846 und 847, Spalte 2) für Trommelwicklung angegebenen Faktoren f_1 und f_1' etwas verschieden, weil dort unter z_1 nur die stromdurchflossenen und in Reihe geschalteten Leiter verstanden waren $\left(\text{hier wäre diese Leiterzahl gegeben mit } \frac{\zeta}{\pi} \cdot \frac{z_2}{2a}\right)$, ferner weil für die Ständerwicklung eine Einzelspule mit $\beta_1 = 0$ (nach S u m e c „konzentrierte Wicklung") als Grundform angenommen wird, während für den Läufer mit Gleichstromankerwicklung die Einfachbürstenschaltung ($\zeta = \pi$), bei welcher der volle Umfang mit wirksamen Leitern bedeckt ist, als der natürliche Ausgangspunkt erscheint.

**) Für die Déri-Schaltung mit veränderlichem ζ ist zuerst das k_2 für den Sonderfall der koaxialen Bürstenstellung ($\zeta = \pi$) auszurechnen, woraus sich dann bei Durchmesserwicklung nach Formel 19 *a*) für beliebiges ζ genauer ergibt:

$$k_2 = k_{2(\zeta=\pi)} \cdot \left(\frac{\zeta}{\pi}\right)^2 \cdot \left(3 - 2\,\frac{\zeta}{\pi}\right).$$

*) Vergl. Dr. Paul M ü l l e r, E. T. Z, 1912, Seite 330, Spalte 2.

**) Die gleiche Feldform entsteht, wenn bei Einfachbürstenschaltung das λ so groß gemacht wird, wie bei Doppelbürstenschaltung das $\frac{\zeta}{\pi}$.

***) Auch für von außen zu speisenden Läufer ist die Doppelbürstenschaltung anwendbar, nur müssen dann die beiden Bürstenpaare von zwei gesonderten Wicklungen eines Transformators gespeist werden. Die Abflachung des Eigenfeldes unter den Bürsten hat auf die Kommutierung ebenfalls einen günstigen Einfluß.

Digitized by Google

In dieser Gleichung läßt sich das Φ_{1s} mit Hilfe der Formeln 14) und 13) durch den Ständerstrom J_1 ausdrücken, ebenso auch das vom Strom J_2 hervorgebrachte Eigenfeld Φ_{2s} durch J_2 mittels der Formeln 18) und 17), wodurch man zwischen J_2 und J_1 die Beziehung bekommt:

$$J_2 = J_1 \frac{4a}{1+\tau_2} \cdot \frac{z_1 f_1'}{z_2 f_2'} \sin\varkappa \sqrt{\cos^2\alpha + v^2 \sin^2\alpha} \quad 22).$$

Im Diagramm findet sich ein Maß für J_2 in der Strecke PA. Aus Fig. 2 folgt:

$$\left.\begin{aligned} \overline{PA} &= \sqrt{\overline{PL}^2 + \overline{LA}^2} = \\ &= \frac{\overline{OP}}{1+\tau} \sin\varkappa \cos\alpha \sqrt{\cos^2\alpha + v^2\sin^2\alpha} \end{aligned}\right\} \quad 23),$$

da ja im Feldmaßstab $\Phi_{1s} = OP$ gemacht wurde. Durch Division mit Gleichung 22) ergibt sich:

$$J_2 = J_1 \frac{\overline{PA}}{\overline{OP}} \cdot \frac{z_1 f_1'}{z_2 f_2'} \cdot \frac{4a(1+\tau_1)}{\cos\alpha} \quad 24).$$

Ist das Diagramm im Strommaßstab gezeichnet, wie in Fig. 4, also $OP = J_1$, so bekommt man einfacher:

$$J_2 = \overline{PA} \cdot \frac{z_1 f_1'}{z_2 f_2'} \cdot \frac{4a(1+\tau_1)}{\cos\alpha} \quad 24a).$$

Die Bedeutung der Strecke PA im Stromdiagramm (Fig. 4) erkennt man noch deutlicher, wenn man zuerst einen auf die Ständerwicklung „reduzierten" Läuferstrom J_2' annimmt. Derselbe wäre:

$$J_2' = J_2 \cdot \frac{z_2 f_2'}{4a \cdot z_1 f_1'} \quad 25).$$

Aus Gleichung 24a) folgt dann:

$$PA = J_2' \frac{\cos\alpha}{1+\tau_1} \quad 25a).$$

Es kann noch bemerkt werden, daß PA auch die zeitliche Phasenlage des Läuferstroms angibt.

G. Zusammenfassung der Konstruktion des vereinfachten Kreisdiagramms nach Fig. 4.

Zum Entwurfe des Diagramms in Fig. 4 benötigt man erstens den Magnetisierungsstrom J_μ und zweitens den Kurzschlußstrom J_K. Sollen diese beiden Größen durch Messung festgestellt werden, so wird erstere bei normaler Klemmenspannung Δ gemessen, wobei man den Kurzschlußkreis der Bürsten öffnet oder die Bürstenachse senkrecht zur Ständerwicklungsachse stellt, also $\alpha = 90^0$ (bei Déri-Schaltung $\zeta = 0$) macht. Der Kurzschlußstrom ist bei koaxialer Bürstenstellung, also bei $\alpha = 0$ (bei Déri-Schaltung $\zeta = \pi$) zu bestimmen, in der Regel bei erniedrigter Spannung, wobei der so erhaltene Kurzschlußstromwert auf normale Spannung proportional umgerechnet wird. Wird bei Kurzschluß die Phasenverschiebung durch den Wert $\cos\varphi_K$ festgestellt, so kann der ideelle Kurzschlußstrom J_K aus dem durch Messung gewonnenen Wert J_K' noch etwas genauer in bekannter Weise berechnet werden:

$$J_K = \frac{J_K'}{|\sin\varphi_K|} = \frac{J_K'}{\sqrt{1-\cos^2\varphi_K}}.$$

Wenn nun der Entwurf des Diagramms in Fig. 4 nochmals kurz durchgegangen werden soll, so hat man auf der X-Achse die früher erwähnten Werte $OA = J_\mu$, ferner $OU = J_K = J_\mu \frac{1+\tau}{\tau}$ aufzutragen, beschreibt über AU als Durchmesser den Synchronismuskreis, zieht unter dem angenommenen Bürstenwinkel α gegen die X-Achse geneigt den Strahl UT und durch den Schnittpunkt T dieses Strahles mit dem Synchronismuskreis den Strahl OT. Der zweite Schnittpunkt des letzteren Strahles mit dem Synchronismuskreise ist bereits der Synchronismuspunkt P_s. (Bei größeren Bürstenwinkeln α liegt P_s innerhalb des Abschnittes OT.) Die Symmetrale von OP_s schneidet auf der X Achse den Mittelpunkt M des Arbeitskreises heraus, welch letzterer jetzt durch den Koordinatenanfangspunkt O zu ziehen ist. Will man für irgendeine Leistung A die elektrischen Daten bestimmen, so hat man auf der Y-Achse den Wattstrom $= \frac{A}{\Delta}$ abzutragen und findet auf dem Arbeitskreise in dieser Höhe den Belastungspunkt P. Der Winkel zwischen Strahl OP und der Y-Achse gibt den Phasenverschiebungswinkel φ. Zur Bestimmung des Geschwindigkeitsverhältnisses v zieht man etwa in der Höhe von 10 oder 20 cm eine Horizontale, fällt durch deren Schnitt r mit dem Strahl OP_s eine Vertikale $\overline{qr}$ und bringt mit derselben den Stromvektor OP (oder dessen Verlängerung) zum Schnitt. Der Abstand $\overline{qn}$ des Schnittpunktes n von der X-Achse gibt nach Gleichung 10a) unmittelbar den Wert v an, wenn die Vertikale $\overline{qr}$ als Einheit angenommen war. Das Drehmoment findet man, indem man durch den Belastungspunkt P die Vertikale bis zum Schnitt t mit dem Strahl OP_s legt. Aus dem Abstand st dieses Punktes t von der Abszissenachse wird nach Gleichung 11) bereits das Drehmoment mittels der Konstanten $\frac{p\Delta}{9{\cdot}81 \cdot 2\pi\nu}$ berechnet.

Umgekehrt kann man aus dem Diagramm auch für jede angenommene Geschwindigkeit und jedes angenommene Drehmoment durch Annahme der entsprechenden Strecken $\overline{qn}$ bezw. $\overline{st}$ alle übrigen Werte bestimmen.

Der Läuferstrom J_2 wird aus der Strecke PA nach Formel 24a) bezw. 13a) und 17a) berechnet. Auch der Wirkungsgrad läßt sich dann angeben, da man sowohl die Ständerkupferverluste mit dem Strom J_1 wie auch die Läuferkupferverluste V_2 mit J_2 nach Gleichung 20) berechnen kann.

Zeichnet man das Arbeitsdiagramm für verschiedene Bürstenstellungen (α) stets unter Zugrundelegung desselben Kurzschlußstroms bezw. Synchronismuskreises, so macht man die eingangs erwähnte Voraussetzung, daß die Grundstreuung τ konstant bleibt und daß das gegenseitige Induktionsverhältnis nur vom Kosinus des Bürstenverschiebungswinkels abhängig ist. Für die Déri-Schaltung ist diese Annahme noch etwas unsicherer, weil mit jeder Anderung des Bürstenwinkels α auch die Zahl der wirksamen Leiter der Läuferwicklung im Verhältnis $\frac{\zeta}{\pi}$ geändert wird (worin $\zeta = \pi - 2\alpha$).

Es mag zum Schluß noch erwähnt werden, daß sich ein ähnliches Diagramm auch für den Mehrphasen-Reihenschlußmotor entwerfen läßt*). Doch hat dasselbe nicht dieselbe Bedeutung wie hier, weil es dort wegen der unmittelbaren Teilnahme des Läufers an der, die Netzspannung ausbalancierenden, Gesamt-Gegen-EMK nur für ungesättigtes Eisen (gerade Sättigungslinie) gilt, wenn man nicht eine punktweise Ergänzungskonstruktion vornehmen will. Beim Repulsionsmotor kann man dagegen das Kreisdiagramm auch bei höher gesättigtem Eisen mit derselben Berechtigung anwenden wie bei den gewöhnlichen kollektorlosen Induktionsmotoren.

*) Für dessen Veröffentlichung sich vielleicht demnächst Gelegenheit bieten wird.

Digitized by Google

Untersuchungen über die Imprägnierung hölzerner Leitungsmaste durch Tränkung.

Von **Robert Nowotny**, Oberbaurat, Wien.

Allgemeines über die Tränkung.

Eines der Verfahren zur Konservierung des Holzes gegen Fäulnis besteht im Einlaugen der zu schützenden Hölzer in antiseptisch wirkende Flüssigkeiten, in der Tränkung mit fäulniswidrigen Lösungen. Wenn man von den amerikanischen Tränkungsmethoden, bei denen mit stärker erwärmten Flüssigkeiten gearbeitet wird, dem Tankverfahren, absieht, hat man es bei der Tränkung mit dem längere Zeit dauernden, ruhigen Einlegen des vollkommen lufttrockenen Holzes in Imprägnierflüssigkeiten von gewöhnlicher Temperatur zu tun. Die Tränkung wird auch heute noch in großem Umfange in der Imprägniertechnik angewendet; bekanntlich ist die Konservierung des Holzes durch Einlaugen in eine Quecksilberchlorid (Ätzsublimat)-Lösung nach dem Verfahren von Kyan, das eine Reihe größerer Tränkanstalten ausübt, für viele Absatzgebiete von großer Wichtigkeit. Ist dieses Verfahren auch derzeit das zumeist benutzte der Tränkverfahren, so muß es nicht als das ausschließlich verwendbare in dieser Richtung bezeichnet werden; die neuere Imprägniertechnik bemüht sich ja fortdauernd andere, kräftig wirkende Mittel für Tränkungszwecke zu finden. Deshalb ist es von Wichtigkeit, die Erscheinungen während der Tränkung genau kennen zu lernen, da hieraus wertvolle Schlüsse auf die einzuhaltende Arbeitsweise gezogen werden können.

Für die wirtschaftliche Seite der Tränkung ist namentlich die Frage der Tränkungsdauer von Bedeutung, weil diese beim Einlaugen verschiedener Holzarten die größte Rolle spielt. Für die Güte des erzeugten Holzmaterials ist gerade die Einlaugzeit sehr wesentlich. Der Verbraucher hat naturgemäß das größte Interesse daran, preiswerte Ware zu beziehen; wenn sich nun bei Verwendung verschiedener Holzarten — und dazu ist man ja im allgemeinen gezwungen — Unterschiede im Verhalten derselben gegen konservierende Flüssigkeiten ergeben, wird es sehr wichtig sein, die Einzelheiten dieser Abweichungen zu kennen.

Die nachfolgenden, auf zahlreichen Beobachtungen fußenden Darstellungen sollen in erster Linie näheres über den Verlauf der Tränkung, die Aufnahme an Imprägnierflüssigkeit in Beziehung auf Zeit und Holzart bringen; hieran mögen sich Betrachtungen über die Frage schließen, von welchen Umständen die festgestellten Unterschiede in der Tränkung allenfalls abhängen könnten.

Ergebnisse über den Verlauf der Tränkung von Hölzern, vor allem von Langholz, wie es zur Erzeugung von Leitungsmasten für Telegraphen- und Lichtleitungen verwendet wird, liegen bereits vor, da eine Reihe hierauf bezüglicher Untersuchungen von verschiedenen Autoren schon früher ausgeführt wurde; ich habe darauf in meiner Abhandlung „Konservierung hölzerner Leitungsmaste durch

Tabelle I.

Flüssigkeitsaufnahmen von Kiefernstangen.

Nr.	Jahr des Versuches	Angewendetes Tränkungsmittel	Bezeichnung der zug. Schaulinie	Aufnahmen nach 1 Tagen in kg pro m^3	100 kg	2 Tagen m^3	100 kg	6 Tagen m^3	100 kg	7 Tagen m^3	100 kg	14 Tagen m^3	100 kg	21 Tagen m^3	100 kg	28 Tagen m^3	100 kg	35 Tagen m^3	100 kg
				Holz (zumeist 8 m lange Stangen)															
1	1913	Bellitlösung 3%, 3·5° Bé . .	K_v^1	39·9	—	50·3	—	—	—	81·3	—	103·7	—	119·1	—	128·4	—	130·5	—
			K_g^1	—	7·7	—	9·7	—	—	—	15·7	—	19·9	—	22·9	—	24·8	—	24·9
2	1913	Ätzsublimat ²/₃%	K_v^2	—	—	—	—	—	—	94·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	15·7	—	—	—	—	—	—	—	—
3	1912	Bellitlösung 3%, 3·5° Bé . .	K_v^3	30·1	—	42·9	—	66·9	—	71·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	5·5	—	7·8	—	12·3	—	13·0	—	—	—	—	—	—	—	—
4	1912	Bellitlösung 3%, 3·5° Bé . .	—	—	—	—	—	—	—	102·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	20·8	—	—	—	—	—	—	—	—
5	1912	Bellitlösung 3%, 3·5° Bé . .	—	52·7	—	62·3	—	—	—	104·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	10·0	—	12·0	—	—	—	19·8	—	—	—	—	—	—	—	—
6	1908	Saures Zinkfluorid	K_v^6	49·9	—	60·3	—	85·6	—	89·2	—	107·6	—	nach 12 Tagen				—	—
		3·4° Bé	—	—	10·0	—	12·1	—	17·2	—	18·0	—	21·5					—	—
7	1908/1909	Saures Zinkfluorid	—	—	—	—	—	—	—	71·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		5·5° Bé	—	—	—	—	—	—	—	—	14·3	—	—	—	—	—	—	—	—
		(8 m lange Stangen)																	
8	1908/1909	Saures Zinkfluorid	—	—	—	—	—	—	—	69·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		5·5° Bé	—	—	—	—	—	—	—	—	13·8	—	—	—	—	—	—	—	—
		(9 m lange Stangen)																	
9	1908/1909	Bellitlösung 2·25%, 2·5° Bé .	—	—	—	—	—	—	—	62·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	12·4	—	—	—	—	—	—	—	—
		Mittel aus allen Werten . .	—	43·1	8·3	53·9	10·4	76·3	14·8	82·9	15·9	103·7	19·9	119·1	22·9	128·4	24·8	130·5	24·9
		Mittel aus Post 1, 3, 5, 6 . .	—	43·1	8·3	—	—	—	—	86·6	16·6	—	—	—	—	—	—	—	—
		Kiefernstangen mit abgedichteten Endflächen (zu vergleichen mit Post 3).																	
10	1912	Bellitlösung 3%, 3·5° Bé . .	—	23·4	—	38·3	—	60·6	—	67·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	4·2	—	6·5	—	11·8	—	12·3	—	—	—	—	—	—	—	—

Digitized by Google

Tabelle II.

Flüssigkeitsaufnahmen von Fichtenstangen.

Nr.	Jahr des Versuches	Angewendetes Tränkungsmittel	Bezeichnung der zug. Schaulinie	Aufnahmen nach 1 Tagen in *kg* pro m^3	Aufnahmen nach 1 Tagen in *kg* pro 100 *kg*	Aufnahmen nach 2 Tagen in *kg* pro m^3	Aufnahmen nach 2 Tagen in *kg* pro 100 *kg*	Aufnahmen nach 6 Tagen in *kg* pro m^3	Aufnahmen nach 6 Tagen in *kg* pro 100 *kg*	Aufnahmen nach 7 Tagen in *kg* pro m^3	Aufnahmen nach 7 Tagen in *kg* pro 100 *kg*	Aufnahmen nach 14 Tagen in *kg* pro m^3	Aufnahmen nach 14 Tagen in *kg* pro 100 *kg*	Aufnahmen nach 21 Tagen in *kg* pro m^3	Aufnahmen nach 21 Tagen in *kg* pro 100 *kg*	Aufnahmen nach 28 Tagen in *kg* pro m^3	Aufnahmen nach 28 Tagen in *kg* pro 100 *kg*	Aufnahmen nach 35 Tagen in *kg* pro m^3	Aufnahmen nach 35 Tagen in *kg* pro 100 *kg*
				Holz (zumeist 8 *m* lange Stangen)															
1	1913	Bellitlösung 3%, 3·5 Bé⁰ . .	F_v^1	20·0	—	27·1	—	—	—	39·2	—	49·2	—	58·4	—	64·9	—	66·6	—
		.	F_g^1	—	4·1	—	5·6	—	—	—	8·2	—	10·3	—	12·2	—	13·6	—	14·1
2	1913	Ätzsublimat ²/₃%	F_v^2	—	—	—	—	—	—	42·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	8·1	—	—	—	—	—	—	—	—
3	1913	Bellitlösung 3%, 3·5⁰ Bé . .	F_v^3	12·3	—	16·7	—	24·6	—	26·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	2·4	—	3·3	—	4·8	—	5·0	—	—	—	—	—	—	—	—
4	1913	Bellitlösung 3%, 3·5 Bé⁰ . .	—	17·7	—	24·1	—	—	—	37·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	4·1	—	5·8	—	—	—	8·7	—	—	—	—	—	—	—	—
5	1908	Saure Zinkfluoridlösung. . .	F_v^5	20·2	—	24·4	—	36·9	—	39·4	—	49·0	—	nach 12 Tagen		—	—	—	—
		3·4⁰ Bé	—	—	4·0	—	4·9	—	7·4	—	7·9	—	9·8			—	—	—	—
6	1908 1909	Saure Zinkfluoridlösung. . . 5·5⁰ Bé . . . . . (8 *m* lange Stangen)	—	—	—	—	—	—	—	29·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	5·7	—	—	—	—	—	—	—	—
7	1908 1909	Saure Zinkfluoridlösung. . . 5·5⁰ Bé . . . . . (9 *m* lange Stangen)	—	—	—	—	—	—	—	26·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	5·1	—	—	—	—	—	—	—	—
8	1908 1909	Bellitlösung 2·25%, 2·5⁰ Bé .	—	—	—	—	—	—	—	21·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	4·1	—	—	—	—	—	—	—	—
		Mittel aus allen Werten . .	—	17·5	3·6	23·1	4·9	30·8	6·1	32·6	6·6	49·2	—	58·4	—	64·9	—	66·6	—
		Mittel aus Post 1, 3, 4, 5 .	—	17·5	3·6	—	—	—	—	35·5	7·4	—	—	—	—	—	—	—	—
		Fichtenstangen mit abgedichteten Endflächen (zu vergleichen mit Post 3).																	
9	1912	Bellitlösung 3%, 3⁰ Bé . . .	—	12·4	—	15·8	—	23·1	—	24·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	2·3	—	2·9	—	4·6	—	4·8	—	—	—	—	—	—	—	—

Tränkung mit Fluoriden"*) hingewiesen. In den letzten Jahren sind solche Untersuchungen in Österreich weiter fortgesetzt worden, namentlich hinsichtlich der Verhältnisse bei längerer Zeitdauer der Tränkungen, so daß jetzt Ergebnisse von allgemeiner Geltung vorliegen.

Um in Kürze die seinerzeit behandelten Erfahrungssätze zu wiederholen, sei erwähnt, daß sich schon damals ergeben hatte, daß die Fichte bei der Tränkung ein wesentlich anderes Verhalten zeigt wie die Kiefer, daß erstere in gleicher Zeit viel weniger Tränkungslösung aufnimmt und daß sich verschiedene Individuen aus einer Holzart selbst unter gleichen Verhältnissen im Tränkverfahren nie gleich verhalten.

Bevor auf die nunmehr vorliegenden Schlußergebnisse eingegangen wird, mögen noch ein paar Worte über die Durchführung der Versuche selbst eingeschaltet werden. Hiebei handelt es sich nicht um Laboratoriumsversuche an kleinen Holzstücken, sondern um Tränkungen von wirklichen Holzmasten, also Rundhölzern für Stangen, und zwar fast durchgehends von 8 *m* Länge und etwa 15 *cm* Zopfstärke. Auf diese Weise arbeitet man in Verhältnissen, wie sie ganz ähnlich im praktischen Betriebe vorliegen, so daß also die erhaltenen Ergebnisse ohne weiteres auf die große Praxis übertragen werden können. Man findet beim Studium dieser Fragen sehr bald, daß Laboratoriumsversuche mit kleineren Stücken keine brauchbaren Vergleichsziffern liefern, namentlich, weil man die Längendimensionen nicht in entsprechender Weise berücksichtigen kann. Die hier untersuchten Hölzer wurden genau derselben Behandlung unterworfen, wie die üblichen Holzmasten. Im entrindeten Zustande und von den letzten Anteilen des Bastes völlig befreit, wurden die Rundhölzer in luftigen Stapeln mehrere Monate hindurch gelagert, so daß zur Tränkung lufttrockenes Holz vorlag. In gewissen Zeitabschnitten während des Tränkungsprozesses wurden die Versuchshölzer gewogen, überdies wurden zur weiteren genaueren Untersuchung von den fertigen Masten Scheiben abgeschnitten. Außer dem Gewichte der Versuchshölzer wurde auch deren Volumen, nach Bestimmung der mittleren Durchmesser, am oberen und unteren Ende und der Stangenlänge berechnet. Das Einlaugen geschah je nach dem Werkplatze in hölzernen oder Betontrögen, wie sie in Tränkanstalten üblich sind.

Während sich bei den früheren Versuchen die Beobachtungsdauer nicht über 14 Tage hinaus erstreckt hatte, wurde die Einlaugung bei einer Versuchsreihe im Jahre 1913 bis zur Erreichung der maximalen Aufnahme fortgesetzt, was erst nach Ablauf von etwa 35 Tagen eintrat.

Ergebnisse der Versuchstränkungen.

Die folgenden Tabellen I und II enthalten die ermittelten Flüssigkeitsaufnahmen, einmal bezogen auf 1 m^3, dann auf 100 *kg* des lufttrockenen Holzes. Die Angaben beziehen sich auf verschiedene Tränkungsmittel und stellen zumeist Mittelwerte aus Beobachtungen an mehreren Stücken dar. Werte der Flüssigkeitsaufnahmen an einzelnen Masten finden sich in den späteren Tabellen VIII bis X.

Stellt man die den einzelnen Stämmen entsprechenden Flüssigkeitsmengen graphisch dar, so zeigen die erhaltenen Schaulinien alle verwandten Charakter, und zwar ähneln sie Parabeln, später zeigen sie asymptotischen Verlauf; von 30 Tagen an ist die Zunahme nur mehr ganz unbedeutend. Selbstverständlich müssen dann auch die den Mittelwerten

*) E. u. M. 1910, Seite 491.

Digitized by Google

entsprechenden Schaulinien über die Aufnahmen einen ganz ähnlichen Verlauf nehmen.

In Fig. 1 sind einige solcher Linien, die sich auf Kiefern- und Fichtenrundhölzer beziehen, dargestellt; bei einigen sind die Aufnahmen sowohl für 1 m^3 als auch für 100 *kg* berücksichtigt worden.

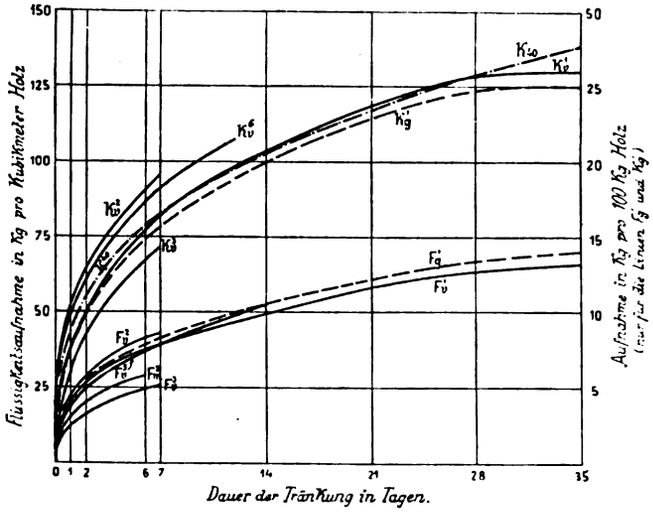


Fig. 1.

Vergleicht man die im Laufe der Tränkungsdauer aufgenommenen Flüssigkeitsmengen miteinander, so findet man die vor mehreren Jahren gefundenen Verhältnisse neuerdings bestätigt. Man sieht, daß die größte Aufnahme unbedingt während des ersten Tages erfolgt und daß nach Ablauf von sieben Tagen fast genau die doppelte Menge aufgenommen wird, wie nach einem Tage. Wird die Höchstaufnahme, die also bei 35 Tagen erreicht wird, mit der nach einem Tage eingedrungenen Menge verglichen, so findet man erstere im Mittel 3·3 mal größer als die letztere. Diese Verhältnisse gelten sowohl für Kiefern wie für Fichten und auch für verschiedene Flüssigkeitsgattungen annäherungsweise; man kann also sagen, daß dieser gesetzmäßige Verlauf allgemein für verschiedene Holzarten und beliebige Flüssigkeiten Geltung hat.

Der verwandte Verlauf der Tränkung bei Kiefern und Fichten tritt namentlich deutlich hervor, wenn man bei beiden Holzarten die nach bestimmten Zeitabschnitten aufgenommenen Flüssigkeitsmengen mit der als Einheit gesetzten Aufnahme nach dem ersten Tage vergleicht; die so erhaltenen Verhältniszahlen fallen, wie die folgende Zusammenstellung III zeigt, für Kiefer und Fichte nahezu gleich aus, woraus folgt, daß die Schaulinien für diese Holzarten denselben Charakter aufweisen müssen.

Tabelle III.

Zusammenstellung der Aufnahmen, bezogen auf die nach einem Tage aufgenommene Menge als Einheit.

Kiefer		Fichte		Mittelwerte	
Dauer des Einlaugens in Tagen	Verhältniszahlen	Dauer des Einlaugens in Tagen	Verhältniszahlen	Dauer des Einlaugens in Tagen	Verhältniszahlen
1	1	1	1	1	1
2	1·26	2	1·36	2	1·31
6	1·77	6	1·76	6	1·77
7	2·04	7	1·96	7	2
14	2·60	14	2·46	14	2·55
21	2·98	21	2·92	21	2·95
28	3·21	28	3·24	28	3·23
35	3·27	35	3·33	35	3·3

Es ist erwähnt worden, daß die Aufnahmeschaulinien parabelähnlichen Verlauf haben, in der Tat entsprechen sie etwa bis zum 30. Tage angenähert kubischen Parabeln. Für die Praxis erscheint es am empfehlenswertesten, wenn man in die betreffende empirische Formel die Aufnahme nach einem Tage einführt. Sei diese bei einem bestimmten Imprägniermittel für die betreffende Holzart für 1 m^3 mit *b kg* ermittelt worden, so gilt für die Aufnahme *y* im weiteren Verlaufe der Tränkung in *kg* pro m^3

$$y^3 = 0{\cdot}05\, b^3 \,.\, x,$$

worin *x* in Stunden auszudrücken ist.

In der Fig. 1 ist die für $b = 40$ *kg* sich ergebende Linie K^{40} eingezeichnet, die also in ihrem Verlaufe nahe an Kv' liegt.

Von Wichtigkeit ist der Vergleich der von Kiefern und Fichtenrundhölzern in gleicher Zeit aufgenommenen Mengen einer und derselben Flüssigkeit. Ein Blick auf die Schaulinien zeigt sofort, daß die Fichte wesentlich weniger im gleichen Zeitabschnitte aufnimmt wie die Kiefer, denn die ganze Schar der Linien für Fichte verläuft viel flacher. Geht man von der siebentägigen Tränkung aus, so beträgt die von der Fichte aufgenommene Menge im Durchschnitt 0·4 von der Menge, die im selben Zeitabschnitte von der Kiefer aufgenommen wird. Die Verhältniszahlen dieser Mengen schwanken bei den einzelnen Versuchsreihen mit verschiedenen Flüssigkeiten zwischen 0·36 bis 0·51.

Noch geringere Aufnahmen als bei der Fichte ergeben sich bei der Rotlärche, was durch Beobachtungen bei der Tränkung mit Quecksilberchlorid festgestellt werden konnte. Während hiebei die Kiefer während einer siebentägigen Einlaugezeit 15·7 Gewichtsprozent, die Fichte 8·1% Flüssigkeit, gerechnet auf das ursprüngliche Holzgewicht, aufnahm, betrug der Zuwachs bei der Lärche nur 5%.

Die den vorbesprochenen Tabellen und Schaulinien zugrunde gelegten Aufnahmen stellen die Gewichtszunahme der beobachteten Hölzer dar; im allgemeinen entsprechen diese Zunahmen unmittelbar der aufgenommenen Flüssigkeit, falls letztere vom Holze in unveränderter Konzentration aufgesogen wird. In diesen Fällen kann man also aus der Gewichtsaufnahme ohne weiteres auf die Menge des aufgenommenen festen Imprägnierstoffes schließen. Anders verhält sich beispielsweise das Sublimat bei der Tränkung, weil hievon vom Holze verhältnismäßig mehr aufgenommen wird, als dem Volumen der aufgesogenen Flüssigkeitsmenge entspricht, es tritt eine sogenannte Überaufnahme ein. Die ermittelten Gewichtszunahmen begreifen also beim Sublimat neben dem Gewichte der Flüssigkeit auch noch die Mehraufnahmen an Sublimat in sich, die allerdings dem Gewichte nach verhältnismäßig nur klein ausfallen. Bei der Sublimattränkung ist das Mehrgewicht infolge der Überaufnahme bei einer Stange so gering (etwa 0·07 *kg*), daß es völlig in die Fehlergrenzen der Wägung fällt. Überaufnahmen müssen daher mit gesonderter Untersuchung bestimmt werden.

Tränkungsaufnahmen der Stangen-, Mantel- und Endflächen.

Gelegentlich der vorangeführten Tränkversuche wurde auch untersucht, welchen Einfluß die beiden Endflächen bei Langhölzern auf die Flüssigkeitsaufnahmen haben, ob deren Ausschluß eine wesentliche Herabminderung der Aufnahmen zur Folge hat. Um eine solche Beeinflussung richtig einschätzen zu können, ist es aber notwendig, die Aufnahmen an Stangenmaterial zu ermitteln, das, wie bei den früher behandelten Versuchsreihen, die in der Praxis üblichen Dimensionen aufweist.

Zu den einschlägigen Versuchen waren die beiden Hirnflächen der lufttrockenen Versuchshölzer mit dickflüssigem Teer bestrichen worden, wodurch sich nach dessen

Digitized by Google

Erstarren ein völliger Flüssigkeitsabschluß erzielen ließ; zum Vergleich wurden in derselben Zeit Hölzer mit freien Querschnitten getränkt. Als Tränkflüssigkeit kam Bellitlösung in Anwendung.

Die Mittelwerte aus den einschlägigen Beobachtungen an Kiefern und Fichten sind am Schlusse der Tabellen I und II ersichtlich gemacht worden. Es ergibt sich hieraus, daß die Kiefer mit abgedichteten Endflächen bei siebentägiger Tränkung durchschnittlich 0·87 jener Menge aufnimmt, die unter Beziehung auf dasselbe Volumen vom gleichdimensionierten Langholz ohne Abdichtung aufgesogen wird; bei der Fichte dagegen ist dieser Unterschied unbedeutend, da hier durch das Abdichten nur etwa 0·05 der vom Holze mit freien Endflächen aufgenommenen Flüssigkeitsmenge abgehalten werden.

Bei beiden Holzarten wird also der Hauptanteil der aufgenommenen Flüssigkeit von der Mantelfläche des Langholzes aufgesogen.

Hierin liegt also ein wesentlicher Unterschied gegen andere Imprägnierverfahren, namentlich gegen das von Boucherie, bei dem die Aufnahme der immunisierenden Flüssigkeit nur in der Längsrichtung des Stammes erfolgt. Bei der Kesselimprägnierung wird ebenfalls ein recht erheblicher Anteil der Flüssigkeit vom Stamm- und Zopfende ins Langholz eingeführt.

Da nun beim Tränkungsverfahren die Lösung von außen her nur auf verhältnismäßig geringe Tiefen eindringt, kann man die Aufnahme der Tränkflüssigkeit im allgemeinen als eine Funktion der Oberfläche ansehen. Es ist nun von Interesse für die Kenntnis des Verlaufes der Tränkungen, wenn man an der Hand der Versuchsdaten den Einfluß der Mastenmantelfläche und der Endflächen auf die Flüssigkeitsaufnahme näher untersucht.

Aus den Abmessungen der Stangen wurde deren Mantel- und Endfläche bestimmt. Bei den Stangen mit Endflächenabdichtung kommen also nur die freien Mantelflächen in Betracht; aus den eingedrungenen Flüssigkeitsmengen kann man die Aufnahme für die Flächeneinheit des Holzes in den verschiedenen Zeitabschnitten ermitteln. Die folgende Zusammenstellung ergibt die bezüglichen Werte für Kiefern und Fichten.

Tabelle IV.

Dauer der Tränkung mit Bellitlösung in Tagen	Aufnahme in Imprägnierflüssigkeit in *kg* pro m^2 Mantelfläche		Verhältnis der Aufnahme bei der Fichte zur Kiefer
	bei Kiefern	bei Fichten	
1	1·01	0·51	0·50
2	1·67	0·66	0·40
3	2·20	0·81	0·37
4	2·53	0·87	0·34
6	2.81	0·96	0·34

Die verschieden große Aufnahmsfähigkeit der Kiefer und Fichte für Flüssigkeit ist auch bei den Versuchen mit abgedichteten Endflächen deutlich wahrnehmbar, nach mehrtägiger Tränkung nimmt die Fichte etwa 0·34 der Menge auf wie die Kiefer.

Die vorstehenden Aufnahmsverhältnisse können benutzt werden, um den Einfluß der Endflächen auf den Verlauf der Tränkung näher zu untersuchen. Gleichlaufend mit den Tränkversuchen der Kiefern- und Fichtenstämme mit abgedichteten Hirnflächen waren, wie schon früher erwähnt, auch solche mit vollkommen freier Oberfläche durchgeführt worden.

Für die Mantelflächen sind die Verhältnisse der Aufnahmen nach der früheren Zusammenstellung bereits bekannt, man kann also, wenn man die Größe der Endflächen in Rechnung zieht, ermitteln, welcher Anteil der Aufnahme auf die Endflächen entfällt. Hierüber geben die nachfolgenden Tabellen genaueren Aufschluß.

Tabelle V.

Flächenaufnahmen bei Kiefern.
(Fünf Stangen je 8 *m* lang: Gesamt-Mantelfläche . . 22·15 m^2, Summe der Endflächen 0·25 m^2, Gesamte Oberfläche . . 22·40 m^2.)

Dauer der Tränkung mit Bellitlösung in Tagen	Gesamte Aufnahme für alle Stangen	Aufnahme für die Mantelflächen allein	Für die Endflächen ergibt sich eine Aufnahme pro m^2	Verhältnis der Aufnahme für die Flächeneinheit der Endfläche zur Mantelfläche	Aus *A* berechnete durchschnittliche Aufnahme pro m^2 in *kg*
	in *kg*				
	A	*B*	*C*	*D*	
1	29·5	22·37	28·5	28	1·32
2	42	37	20	12	1·87
3	51·8	48·73	12·3	5·6	2·31
4	58·8	56·04	11	4·3	2·62
6	65·5	62·24	13	4·6	2·92

Die Gesamtoberfläche der hier zubereiteten Stangen sei O, der eine Gesamtaufnahme *A* entspricht, diese setzt sich zusammen aus der Aufnahme durch die Mantelfläche und die beiderseitigen Endflächen. Die erstere unter *B* eingesetzte Flüssigkeitsmenge berechnet sich unter Anwendung der früher gebrachten Flächenaufnahmen. Bedeutet *E* die Summe der Endflächen und *x* die Aufnahme für die Flächeneinheit derselben, so ist beispielsweise für die Aufnahme *A* bei der Kiefer nach einem Tage

$$A = B + E \,.\, x$$
$$29{\cdot}5 = 22{\cdot}37 + 0{\cdot}25\, x,$$

woraus $x = 28{\cdot}5$ *kg* pro m^2 folgt.

Das besagt also, daß 1 m^2 der Endflächen in derselben Zeit (hier ein Tag) 28·5 *kg* der Tränkflüssigkeit aufnimmt, während von der Flächeneinheit der Mantelfläche nur 1·01 *kg* absorbiert werden; ähnlich ergeben sich die Werte für die Endflächen bei anderer Tränkungsdauer (siehe *C* in der Tabelle). Hienach ist es klar, daß von der gleichen Fläche an den Hirnflächen in derselben Zeit bedeutend mehr Flüssigkeit aufgenommen wird, als auf der Mantelfläche; die zugehörigen Verhältniszahlen für Kiefern sind unter *D* ersichtlich gemacht worden. Aus den Angaben unter *C* ergibt sich, daß die Aufnahme an den Endflächen nach mehreren Tagen wesentlich geringer wird, zum Unterschied von der Seitenflächenaufnahme, die ständig größer wird. Dementsprechend wird das Verhältnis *D* der Aufnahme mit längerer Tränkungsdauer abnehmen müssen.

Bei der Fichte (siehe die folgende Tabelle) ist die Aufnahme an den Endflächen in der ersten Zeit ganz wesentlich kleiner als bei der Kiefer, immerhin aber doch mehrmals größer als an der Mantelfläche, erst im späteren Verlaufe werden wieder Aufnahmen erzielt, die jenen bei der Kiefer fast gleichkommen. Die unter *D* eingesetzten Verhältniszahlen haben hier eine steigende Tendenz.

Bei beiden Holzarten dringt also die Flüssigkeit an den Hirnflächen wesentlich rascher in das Holz ein, in erheblichem Maße namentlich bei der Kiefer. Da aber die Endflächen nur einen verhältnismäßig kleinen Teil der Gesamtoberfläche ausmachen (nur zirka 1% bei 8 *m* langen Stangen), ist der Einfluß der kräftigeren Aufnahme an den Endflächen nicht besonders hervortretend.

Digitized by Google

Tabelle VI.
Flächenaufnahmen bei Fichten.

(Fünf Stangen je 8 *m* lang: Gesamt-Mantelfläche . . 22·03 m^2, Summe der Endflächen 0·25 m^2. Gesamte Oberfläche . . 22·28 m^2.)

Dauer der Tränkung mit Bellitlösung in Tagen	Gesamte Aufnahme für alle Stangen	Aufnahme für die Mantelfläche allein	Für die Endflächen ergibt sich eine Aufnahme pro m^2	Verhältnis der Aufnahme für die Flächeneinheit der Endfläche zur Mantelfläche	Aus *A* berechnete durchschnittliche Aufnahme pro m^2 in *kg*
	in *kg*				
	A	*B*	*C*	*D*	
1	11·9	11·24	2·6	5	0·53
2	16·1	14·54	6·2	9·4	0·72
3	19·3	17·84	6	7·4	0 86
4	21·7	19·17	10	11·5	0 97
6	23·9	21·15	11	11·4	1 07

Über die Verhältnisse bei der Tränkung von Kiefernholz hat F. M.*) vor mehreren Jahren auf Grund von Versuchen einige Mitteilungen gemacht. Er arbeitete mit verschieden abgedichteten Grubenstempeln. Als Hauptergebnis fand er in Übereinstimmung mit den oben gebrachten Darstellungen, daß bei der Kiefer für längere Hölzer als Eindringungsrichtung vor allem die radiale in Betracht kommt. Während die Tränkungsflüssigkeit radial in zehn Tagen 35 *mm* tief eingedrungen war, erfüllte sie den Splint von der Endfläche aus 300 *mm*, den Kern etwa 8 *mm* tief. Man sieht, daß auch hier die Aufnahmsfähigkeit in der Längsrichtung vielmal größer ist. Allerdings verhält sich der Kern wesentlich widerstandsfähiger; die in meinen Beobachtungen angegebenen Werte sind also Durchschnittszahlen aus Splint und Kern, die sich auf die ganzen Endflächen beziehen.

Nach den vorhergehenden Ausführungen wird der Verlauf der Tränkung von Langholz im wesentlichen durch die Aufnahme an der Mantelfläche bedingt; die früher gefundenen Beziehungen zwischen Tränkung und Zeit bei den verschiedenen Holzarten müssen daher ganz ähnliche sein, wie die bei den Mantelflächen feststellbaren.

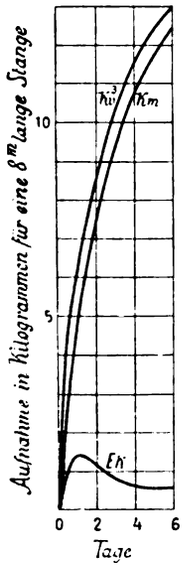


Fig. 2.

Diese Verhältnisse sind aus der graphischen Darstellung klar zu ersehen. In Fig. 2 sind die verschiedenen Flüssigkeitsaufnahmen bei den untersuchten Kiefern dargestellt. Die Schaulinie k_m entspricht der Aufnahme durch die Mantelfläche eines 8 *m* langen Rundholzes. Die Linie E_k wurde unter Rücksichtnahme auf die Größen der Endflächen aus den Daten über die Kiefer in Tabelle V (*C*) konstruiert. Durch Addition der gleichliegenden Ordinaten von E_k und k_m erhält man k_v^3, die Gesamtaufnahme, die bei Umrechnung auf 1 m^3 den in Tabelle I, P. 3 angegebenen Werten entspricht.

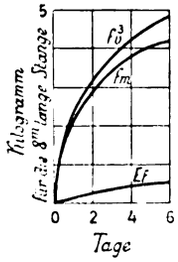


Fig. 3.

Es ist aus der Abbildung ersichtlich, daß die Linien über die Aufnahme durch die Mantelfläche und die ganze Stange einen sehr verwandten Charakter haben.

Ähnlich liegen die Verhältnisse für die Fichte, wie die Fig. 3 zeigt. Auch hier wurde die Linie f_v^3 (siehe Tabelle II, P. 3) durch Summierung der Aufnahmen an der Mantelfläche (f_m) und den beiden Endflächen (Ef) erhalten. Daraus folgt nun, daß annäherungsweise die früher für die Aufnahme der Volumseinheit abgeleitete Formel $y^3 = 0{\cdot}05 \,.\, b \,.\, x$ auch für die Aufnahme durch die Mantelfläche gelten müsse, wobei aber natürlich *b* sowie die beiden Variablen sich auf die Verhältnisse der Mantelflächenaufnahme beziehen.

Diese Ausführungen haben also dargetan, daß die Tränkungsaufnahmen Funktionen der Stangenoberfläche sind. Ist dies aber der Fall, so kann die Aufnahme im allgemeinen nicht den Volumen der getränkten Hölzer direkt proportional sein, das heißt man kann nicht ohne weiteres aus der Größe der Aufnahme eines bestimmten Stangenvolumens, auf die Menge der aufgenommenen Flüssigkeit bei einer Stange von anderem Volumen mit Benutzung der Volumenverhältnisse rechnen, weil die Aufnahmen durch die Oberfläche bedingt sind und diese nicht im selben Verhältnisse stehen wie die Volumina.

Näheren Aufschluß über diese Verhältnisse gibt die folgende Zusammenstellung VII. In derselben wurden für verschiedene Mastengattungen die Aufnahmen an Bellitlösung unter Berücksichtigung der früher gebrachten Ergebnisse für Kiefer und Fichte berechnet. Die Aufnahmen beziehen sich auf eine Tränkungszeit von sechs Tagen und wurden wie folgt berechnet:

Bei der Kiefer nach der Formel A = Mantelflächenaufnahme + Endflächenaufnahme $= M \times 2{\cdot}81\ kg + E \times 12\ kg$; für die Fichte $A_1 = M \times 0{\cdot}96\ kg + E \times 10\ kg$, worin für M die Mantelfläche und für E die beiden Endflächen in m^2 einzusetzen sind.

Berechnet man nun auf Grund des Rauminhaltes beispielsweise der 8 *m* langen Stangen aus deren Aufnahme die bezüglichen Aufnahmen für andere Mastengattungen, so ergeben sich weit größere Flüssigkeitsmengen als der wirklichen Aufnahme entspricht, und zwar gilt dies für Kiefern wie für Fichten. Die Fehler, die man dabei macht, können sehr erheblich sein und betragen hier 9 bis 35%. Bestimmend hiefür wird das jeweilige Verhältnis zwischen Volumen und Oberfläche sein. Allenfalls kann sich auch eine gute Übereinstimmung ergeben. Geht man zum Beispiel bei der Berechnung der Aufnahme für 11 *m* lange Stangen von der 9 meterigen aus, so erhält man fast ganz übereinstimmende Werte.

Ermittelt man, wie dies sonst üblich ist, aus den an bestimmtem Stangenmaterial gefundenen Aufnahmen die auf die Raumeinheit entfallende Flüssigkeitsmenge, so erhält man im allgemeinen voneinander abweichende Zahlen, woraus ja auch folgt, daß die Tränkflüssigkeit nicht im Verhältnis der Volumänderung aufgenommen wird. Diese Tatsache ist den Praktikern, die sich mit Tränkungen beschäftigten, längst bekannt.

Beispielsweise ergab sich bei Tränkungen mit Zinkfluorid, die in den Jahren 1908 und 1909 durchgeführt worden waren*), als Mittelwert für 1 m^3 Kiefer bei siebentägiger Tränkung 71 *kg*, während, wenn man 9 *m* lange Masten unter gleichen Umständen tränkt, 69 *kg* erhalten wurde; für Fichte ergab sich ähnlich, wenn man von 8 *m*

*) „Verhalten von Kiefernholz gegen Eindringen von Imprägnierungsflüssigkeiten". E. T. Z. 1909, H. 52, Seite 1255.

*) „Konservierung hölzerner Leitungsmaste durch Tränkung mit Fluoriden." R. Nowotny. E. u. M. 1910, Seite 491, 493.

Digitized by Google

Tabelle VII.

Gattung der Stangen	Durchmesser in *cm*		Mantelfläche	Beide Endflächen	Gesamt-Oberfläche	Volumen in m^3	Berechnete Flüssigkeitsaufnahme nach sechs Tagen in *kg*		Aufnahme aus dem Volumen der 8 *m* langen Stange, berechnet in *kg*		Aufnahme pro m^2 aus den Oberflächen-Aufnahmen berechnet	
	am Stammende	am Zopfende	in m^2				Kiefer	Fichte	Kiefer	Fichte	Kiefer	Fichte
8 *m* lang	20	15	4·4	0·05	4·45	0·19	13*)	4·7**)	(13)	(4·7)	68·4	24·7
9 *m* „	20·7	15·5	5·12	0·05	5·17	0·24	15	5·4	16·4	5·9	62·5	22·5
11 *m* „	21·3	16	6·46	0·05	6·51	0·30	18·8	6·7	20·5	7·4	62·7	22·3
10 *m* „ (starke)	29	20	7·69	0·10	7·79	0·48	24·4	—	32·8	—	50·6	—

*) Aus den Wägungen 13·1 *kg*. — **) Aus den Wägungen 4·8 *kg*.

langen Hölzern ausging, 29 *kg*, wenn 9 *m* lange zubereitet wurden, nur 26 *kg* pro m^3.

Man kann also sagen, daß bei der Tränkung allgemein gültige Angaben über die Flüssigkeitsaufnahmen, bezogen auf die Volumseinheit, nicht gemacht werden können. Wenn hier nicht beigefügt wird, von welchem Mastenmaterial bei der Berechnung der Aufnahmen auf die Volumseinheit ausgegangen wurde, haben derartige Angaben nur verhältnismäßig geringen Wert, da man erhebliche Fehler bei ihrer Verwertung, namentlich für Material von wesentlich verschiedener Volumsgestaltung, mit in Kauf nehmen muß.

Nach alledem muß es wohl als richtiger, den Tatsachen besser entsprechend, bezeichnet werden, wenn man zur Beurteilung der bei der Tränkung angestrebten oder erzielten Ergebnisse die Aufnahmen auf die Stangenoberflächen bezieht. Allerdings liegt die Sache auch hier nicht einfach, da man wegen der verschieden großen Aufnahmsgeschwindigkeiten für Mantel- und Endflächen eigentlich mit den früher entwickelten Formeln rechnen sollte.

Für praktische Erfordernisse erscheint es aber vorteilhafter, mit einem für die ganze Oberfläche geltenden Mittelwerte der Aufnahme für die Flächeneinheit zu rechnen. Die nähere Überlegung ergibt, daß sich ein solcher Durchschnittswert für eine Gruppe ähnlich dimensionierter Masten, zum Beispiel für sehr starke Lichtmasten, für Telegraphenstangen, für kurze Grubenstempel recht gut anwenden läßt. Solche Durchschnittswerte ermittelt man für einzelne Stücke als Quotienten der Gesamtaufnahme und der Gesamtoberfläche.

Die Aufnahmen (an Bellitlösung) für Kiefern- und Fichtenstangen von 8 *m* Länge, bei einer Tränkungszeit von sechs Tagen, sind aus den Tabellen V und VI ersichtlich, sie betragen 2·92 und 1·07 kg/m^2; die Mittelwerte für Stangen ähnlicher Gestaltung berechnen sich aus den Werten für 8, 9 und 11 *m* hohe zu 2·90 und 1·05 kg/m^2. Rechnet man mit derart bestimmten Mittelwerten, so findet man, daß die Übereinstimmung mit den wirklichen Aufnahmen eine weit bessere ist, als wenn man die Aufnahme für die Volumseinheit zugrunde legt.

Das Studium der Tränkungsverhältnisse an Rundhölzern hat also ergeben, welchen großen Einfluß die Dimensionen der Versuchsstücke und ihre gegenseitigen Verhältnisse auf die Menge der aufgenommenen Flüssigkeit haben. Man erkennt ohne weiteres, daß es nicht angeht, von Aufnahmen an kleinen, kurzen Laboratoriumsversuchsstücken auf die Verhältnisse bei Rundhölzern der praktisch verwendeten Dimensionen zu schließen. Bei kurzen Stücken macht sich der größere Einfluß der Endflächen verhältnismäßig stark geltend, man erhält also viel zu hohe Aufnahmen. Um richtige Grundlagen zu erhalten, muß man Versuchstränkungen mit richtig dimensionierten Rundhölzern in der früher geschilderten Weise vornehmen, wobei auch die Dimensionen und Oberflächen festzustellen sind. Will man einen genaueren Einblick in die Tränkungsverhältnisse gewinnen und Daten erhalten, die für das betreffende Tränkungsverfahren und Mittel allgemeiner anwendbar sind, so werden einige Versuchsstücke mit Endflächenabdichtung versehen und die Aufnahmen der beiden Gattungen unter möglichst gleichen Voraussetzungen bestimmt.

(Schluß folgt.)

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke Dortmund-Dresden für das Jahr 1912 bezw. 1912/13*). Die Neuausgabe umfaßt 364 Werke (gegen 346 im Vorjahre) und zeigt im wesentlichen dieselbe Einteilung und Spaltenangaben wie im Vorjahre. Die Zahl der neu aufgenommenen Werke beträgt 43 (i. V. 42), der gestrichenen 25. Von allen Werken liegen 294 mit nahezu 30 Millionen Einwohnern (i. V. 281 Werke) in Deutschland, der Rest (15 Millionen Einwohner) im Auslande.

Die Zahl der städtischen und kommunalen Unternehmungen beträgt 189 (i. V. 192), jene der privaten (gesellschaftlichen) Anlagen 174 (i. V. 154); die Zunahme entfällt daher fast ausschließlich auf die privaten Werke. Nach der Stromart geordnet beträgt die Zahl der Gleichstromwerke 89 (i. V. 104), der Phasenstromwerke (Wechsel- und Drehstrom) 95 (i. V. 81) und der Werke mit gemischter Stromart 179 (i. V. 161); die Gleichstromanlagen (1909: 146 Werke) zeigen daher zugunsten der Drehstromwerke und gemischten Anlagen eine ständige Abnahme. Nach der Antriebsart geordnet sind die Dampfmotoren (172 Werke) vorherrschend, wogegen nur 19 Werke mit Gasmotoren, 5 mit Wassermotoren und 25 mit Elektromotoren von anderen Werken betrieben werden; der Rest entfällt auf Anlagen mit gemischtem Betrieb. Die Werke mit Gasmotoren (1909: 34) zeigen eine ständige Abnahme, jene mit Strombezug von fremden Werken (1909: 13) dagegen eine ständige Zunahme.

Die Stromabgabe erfolgt bei 194 Werken (1909: 216 Werke) für Licht- und Kraftzwecke, bei 2 nur für Bahnbetrieb und bei 168 Werken für Licht-, Kraft- und Bahnbetriebe (1909: 108 Werke). Die Werke mit Bahnstromabgabe zeigen demnach eine bedeutende Vermehrung, jene mit reiner Licht- und Kraftstromabgabe eine Verminderung der Gesamtzahl. Nach dem Alter geordnet sind 165 Werke mit weniger als 12 Betriebsjahren in der Statistik enthalten (hierunter 32 mit weniger als 3 Betriebsjahren)**).

In E. T. Z. 1914, Heft 26, Seite 736, hat Herr Dr. Ing. Siegel bei Besprechung dieser Statistik einige interessante Ergebnisse im Vergleich mit den Ergebnissen der älteren Statistiken angeführt, von denen wir folgende wiedergeben:

Die Zahl der Überlandzentralen, welche mehr als zwei Orte mit Strom versorgen, stieg von 99 (1910) auf 153 (1912), die Zahl der angeschlossenen Orte von 4153 auf 6434. Die angeführten Werke versorgten 1912 ein Gebiet von 39 255 km^2 gegen 28 315 km^2 im Jahre 1910, hievon entfallen auf vorwiegend landwirtschaftliche Gebiete 65·8% gegen 26·8% im Jahre 1910 (!). Die gesamte Maschinenleistung stieg von 1·53 Millionen *kW* im Jahre 1910 auf 2·08 Millionen *kW*, wovon bei 98 Werken mit über 5000 *kW* rund 81% der Gesamtleistung entfallen, gegen 59·2%

*) Vergl. den vorigjährigen Bericht E. u. M. 1913, Seite 562.

**) Vergl. E. u. M. 1912, Seite 164.

Digitized by Google

im Jahre 1910. Es ist dies ein deutlicher Beweis der fortschreitenden Konzentration der Krafterzeugung, was auch daraus zu ersehen ist, daß von den in der Statistik enthaltenen Werken 111 etwa 383 Millionen *kWh* (1910: 178 Millionen *kWh*) von fremden Unternehmungen bezogen haben. Der gesamte Anschlußwert pro 1000 Einwohner ist auf nahezu 100 *kW* angewachsen, wobei der Kraftanschluß mit 53·5% beteiligt ist, jedoch ohne Einrechnung des Anschlusses, bei welchem ein gemeinsamer Tarif für Licht und Kraft verrechnet wird; letzterer erreicht bereits den Wert von 31·8 *kW* pro 1000 Einwohner. (!) Die Zahl der Pauschalabnehmer ist von 85 100 im Jahre 1910 bezw. 105 000 im Jahre 1911 auf zirka 151 000 (!) angewachsen, ein Beweis der Beliebtheit dieses Tarifes bei Kleinabnehmern.

Die Brennstoffkosten pro *kWh* werden mit 2·98 Pfg. bei Kohle (197 Werke), 5 Pfg. bei Leuchtgas (5 Werke) und 2·76 Pfg. bei Rohöl (16 Werke) berechnet. Es wird darauf hingewiesen, daß eine besondere Überlegenheit des Dieselmotors daraus nicht resultiert, wogegen beim Dampfkessel immer mehr minderwertiges Brennmaterial zur Verwendung gelangt.

Die Stromabgabe stieg von 34·6 auf 48·9 *kWh* pro 1000 Einwohner, in den letzten zwei Jahren daher um nahezu 40% (!), wovon jedoch etwa 62% auf Kraftstrom entfallen (1910: 55% (!). Der Ausnutzungsfaktor der Anlagen im letzten Jahre ist hingegen nur von 18·8 auf 19·1% angestiegen, die Energieverluste jedoch von 18·6 auf 16·6% zurückgegangen (1905 nach Hoppe 25% bei einem Ausnutzungsfaktor von nur 11% (!). Das entspricht der Zunahme der Hochspannungsanlagen und Stillegung kleiner, schlecht arbeitender Zentralen (meist Gleichstromanlagen). Pro Mark Herstellungskosten wurden 1·29 *kWh* abgegeben, was einer Verbesserung um 14% bezw. 31·5% gegen 1911 und 1910 entspricht. Die Betriebseinnahmen (mittlere Verkaufspreise pro *kWh*) sind im letzten Jahre von 21·6 auf 19·5 Pfg. pro *kWh* ermäßigt worden (bei 184 Werken), wogegen sich dieselben im Jahre 1900 noch mit 34 Pfg. berechneten, und zwar mit 21 Pfg. für Kraft und 52 Pfg. für Licht gegen 14·8 Pfg. bezw. 36 Pfg. im Jahre 1912. Trotzdem stiegen die Gesamteinnahmen auf 21·5% der Anlagekosten gegen 19·4% im Jahre 1910; die Ermäßigung der Durchschnittspreise hatte somit eine Erhöhung des Verbrauches zur Folge. Dementsprechend fielen die gesamten Betriebskosten pro nutzbar abgegebene *kWh* bei Dampfkraftwerken von 15·75 Pfg. im Jahre 1900 auf 8·29 Pfg. im Jahre 1911 bezw. 8·52 Pfg. pro 1912. Die geringste Ziffer zeigen die Oberschlesischen Elektrizitätswerke mit 1·85 Pfg. pro *kWh*.

Der kleine Rückgang des Bruttoüberschusses von 12·8 auf 12·3% im letzten Jahre (1905: 8·5%) ist im wesentlichen auf die höheren Betriebskosten zurückzuführen, wobei die Kapitalsrücklagen auf 4·5% gegen 4·1% im Jahre 1911 anstiegen.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Neuere hochwertige Kondensationsanlagen. E. Josse, Charlottenburg, bespricht diese Frage auf dem Verbandstag Deutscher Elektrotechniker in Magdeburg. Die von hochwertigen Kondensationsanlagen zu erfüllenden Forderungen sind: Hohes Vakuum, möglichste Verminderung der Kühlfläche und damit des Raumbedarfes, betriebssichere Hilfsmaschinen ohne hin und her gehende Bewegung.

Das Vakuum hängt von der Temperatur des abfließenden Kühlmittels ab, die niedriger ist als die im Kondensator herrschende. Der Kondensator ist umso vollkommener, je geringer diese Differenz ist, die gewöhnlich 3 bis 5° beträgt, aber bis auf weniger als 1° herabgemindert werden kann.

Die Bemessung der Kühlfläche hängt ab von der Wärmeübergangszahl, das ist von der auf 1° Temperaturunterschied und 1 m^2 Kühlfläche übertragenen Wärmemenge. Bei Oberflächenkondensatoren nimmt die Wärmeaufnahme durch das Kühlwasser mit der Temperaturdifferenz zu, und zwar schwankt der Temperaturexponent zwischen 0·9 und 1·9 je nach der Temperaturdifferenz Dampf-Wasser, der Wassergeschwindigkeit und Dampfdichte. Beim Wärmeübergang von Luft an Kühlwasser spielen Geschwindigkeit, Wirbelung und Dichte der Luft eine Rolle. Bei Oberflächenkondensatoren ist auch die Beschaffenheit des Kühlwassers von Bedeutung. Bei der Verwendung von Luft als Kühlmittel ist zu beachten, daß Luft nur ein Viertel der spezifischen Wärme des Wassers und eine wesentlich geringere Wärmeübergangszahl besitzt, so daß eine große Kühlfläche erforderlich ist. (Als Beispiel einer Oberflächenkondensationsanlage mit Luft als Kühlmittel wird das Kraftwerk der Firma Rudolf Otto Meyer in Hamburg mit einer 250 *KW*- und einer 150 *kW*-Dampfturbine beschrieben.)

Zu den Hilfsmaschinen gehören die elektrisch oder durch Turbinen angetriebenen Schleuderpumpen für den Umlauf des Kühlwassers und das Absaugen des Kondensats und die mit Wasser oder Dampf wirkenden Strahlluftpumpen für die Luftabsaugung. Zu den ersteren zählen die Westinghouse-Leblanc-Pumpe (Balcke & Cie), die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft-Pumpe und die Thyssen-Pfleiderer-Pumpe, zu den letzteren die Apparate von Brown, Boveri & Cie., Franco Tosi, Schwarz & Co. und Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg. Wasserstrahlen mit hoher Geschwindigkeit (60 m/Sek.) und geringer Wassermenge erfordern besondere Schleuderradpumpen oder eine besondere Pumpenstufe für den Betrieb des Strahlsaugers. Bei großer Wassermenge und mäßiger Geschwindigkeit (25 m/Sek.) genügt die Kühlwasserumlaufpumpe, die für die vom Sauger erforderte größere Förderhöhe von 4 bis 7 m eingerichtet wird. Bei Luftabsaugung mittels Dampfstrahles kann die Luft aus einem 90%igen Vakuum abgesaugt und gegen die Atmosphäre gedrückt werden. Bei Turbinen geschieht dies durch zwei hintereinander geschaltete Dampfstrahlapparate, deren Verbrauch nur 1½ bis 2½% jenes der Turbine beträgt.

Hochwertige, mit Dampfstrahlpumpen arbeitende Kondensatoren erfordern die Dampfstrahl-Kältemaschinen des Dr. Ing. Geusecke: Wasser oder Soole wird unter einem Druck von nur wenigen Millimeter Quecksilber verdampft und die Flüssigkeit durch Entziehen der Verdampfungswärme abgekühlt. Die durch eine Dampfstrahlpumpe abgesaugten Dämpfe werden in einen hochevakuierten Oberflächenkondensator gepreßt, wo diese Dämpfe und der Betriebsdampf der Strahlpumpe niedergeschlagen und die vorhandene Luft durch Wasserstrahlsauger entfernt wird. Als Beispiel wird die Anlage im Virchow-Krankenhaus in Berlin beschrieben, die 15 000 WE/Std. leistet und mit 1 kg Betriebs(Ab-)dampf 180 WE Kälteleistung bei —5° Verdampfertemperatur erzielt. Es sind aber schon 200 bis 250 WE pro kg Betriebsdampf erzielt worden.

Die Verbesserung des Vakuums, das die Wirtschaftlichkeit des Kraftwerkes in so hohem Maße beeinflußt, wird erreicht durch eine Steigerung der Kühlwassermenge bis zu jenem Punkt, bei dem die Mehrleistung der Turbine durch verbessertes Vakuum kleiner würde als die Steigerung des Arbeitsbedarfes für die Kondensation. Bei diesem Punkt wird der maximale Wirkungsgrad erreicht. Beispielsweise beträgt bei einer Anlage, die bei einem stündlichen Dampfverbrauch von 20 000 kg von 300° C und 13 Atm. und bei einem Gütegrad von 0·7 eine Leistung von 3250 *kW* erzeugt, der spezifische Kühlwasserverbrauch rund 20 kg. Die maximale Leistung ergibt sich bei 130 kg mit 16% = 515 *kW*. Praktisch wird man die 60fache bis 80fache Menge nehmen.

Die Pumpenaggregate werden elektromotorisch oder durch Hilfsturbinen oder mit beiden Arten angetrieben. Im letzteren Falle erfolgt das Anlassen der Kondensation mit der Turbine und die Umschaltung erfolgt, wenn die richtige Stromspannung erreicht ist, was auch automatisch geschehen kann.

Schließlich werden eine Reihe bestehender Ausführungen der Firmen Brown, Boveri & Cie (4400 *kW*-Dampfturbine), Franco Tosi in Legnano, Maschinenbaugesellschaft Augsburg-Nürnberg (10000 *kW*-Turbine, 96% Vakuum), L. Schwarz & Co. in Dortmund und der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft zum Teil an der Hand von Zeichnungen näher besprochen.

(E. T. Z., 21. und 28. 5. 1914.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Die Saugstrahlturbinen. Prof. Dr. Hans Baudisch. Der Verfasser leitet das Wesen der Saugstrahlturbinen aus den voll beaufschlagten Freistrahlturbinen ab, bei welchen eine Luftzufuhr in den Spalt hintangehalten wird. Die Leitradaustrittsgeschwindigkeit wird größer als die Gefällsgeschwindigkeit und das Laufrad wirkt auf das Leitrad saugend zurück, so zwar, daß im Spalt zwischen Leit- und Laufrad ein Unterdruck unter den Atmosphärendruck herrscht. Hieraus ergibt sich, daß die Saugstrahlturbinen geradeso wie die Grenz- und Preßstrahlturbinen des Vorteils der Saugrohraufstellung teilhaftig werden können, daß sie aber auch geeignet sind, größere Wassermengen zu verarbeiten, als wenn sie als Freistrahlturbinen laufen würden. Der Verfasser stellt die Gleichungen für Preßstrahlturbine, Grenzturbine und Saugstrahlturbine bei axialer Beaufschlagung auf und vergleicht die Wirkungsweise dieser drei Turbinengattungen bei der Arbeitsabgabe in den Laufradzellen. Bei der Saugstrahlturbine erfolgt die letztere vornehmlich durch Verzögerung des Wassers in den Laufradzellen. Die Forderung der möglichst starken Umlenkung des Wasserstrahles in der Laufradzelle wird ebenso wie bei den Preßstrahlturbinen zurücktreten. Hieraus ergeben sich Schaufelformen, die große Umfangsgeschwindigkeiten zur Folge haben. Es sind weiters bei der Saugstrahlturbine nur kleine Leitradbreiten und kleine Leitradhöhen erforderlich, woraus sich die Vorteile einer Ermäßigung der Regelarbeit und größerer Steifheit des Leitrades ableiten, was bei kleinen Gefällen eine bedeutende Ersparnis an Baukosten ergibt. Der Verfasser gelangt weiters zu der Folgerung, daß die Saugstrahlturbine eine große Entlastungsmöglichkeit des Axialschubes in sich birgt und im allgemeinen eine der Preßstrahlturbine gleichwertige Wasserkraftmaschine darstellt. Die schwerwiegendsten gegen die Saugstrahl-

Digitized by Google

turbinen sprechenden Bedenken liegen in der geforderten Relativverzögerung des Wassers in der Laufradzelle. Diese Bedenken werden jedoch bei der Saugstrahlturbine in ihrer Ausführungsform als Radialturbine bezw. als Turbine gemischten Systems zerstreut. Durch graphische Behandlung und Aufstellung der betreffenden Gleichungen untersucht der Verfasser das Verhalten von Preßstrahlturbinen, Grenzturbinen und Saugstrahlturbinen für die verschiedenen Fälle von: $w_2 > w_1$, $w_2 = w_1$ und $w_2 < w_1$, wobei w_1 Eintrittsgeschwindigkeit und w_2 Austrittsgeschwindigkeit aus der Laufradzelle bedeutet.

Die graphischen Darstellungen dieser drei Fälle in Anwendung auf die genannten drei Turbinengattungen zeigen, daß die Saugstrahlturbine ein reiches Feld der Ausführungsmöglichkeit hat. Am günstigsten für die Ausführungen der Saugstrahlturbine ist der Fall: $w_2 \geqq w_1$. Hiedurch sind auch die zu erwartenden Laufradformen der Saugstrahlturbinen bereits festgelegt.

Der Verfasser weist durch seine Untersuchungen nach, daß die Saugstrahlturbine den Wertungsbereich der Wasserkräfte wesentlich erweitert. Sie ist nicht so sehr bestimmt große Gefälle auszunutzen, als vielmehr kleine Gefälle einer wirtschaftlichen Wertung zuzuführen. Ein dankbares Feld der Saugstrahlturbine wird insbesondere die Hochwasserturbine, die Stromturbine und die Turbine zur Ausnutzung der Kraft der Gezeiten sein.

(Z. f. d. ges. Turbinenwesen" vom 10. u. 20. Mai 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Amerikanisches Verfahren zur Herstellung von Maschinen. G. Pontecorvo berichtet über das bei der Westinghouse Company ausgeübte Verfahren zur Herstellung von gangbaren Maschinen- und Motorentypen aus gewalztem Stahl, der dem Stahlguß nicht nur wegen seiner besseren magnetischen Eigenschaften, dem Mangel an Lunkern und Blasen und der größeren Festigkeit (4220 kg pro cm² Zugbeanspruchung gegen 3880 kg bei Gußstahl) vorzuziehen ist.

Um das Gehäuse herzustellen, wird zuerst eine Stahlplatte von einer bei Gleichstrommaschinen durch die Größe des Fußes bestimmten Stärke geschnitten, eventuell (bei Wechselstrommaschinen) Lüftungslöcher hineingestanzt, dann die Platten durch eine Spezialmaschine in zylindrische Form gebracht, indem die rotheiße Platte um einen Dorn gerollt wird. Die Gehäuse werden dann verschweißt oder ein kleiner Spalt freigelassen. Gehäusefüße, Lagerschilder, Gleitschienen, Grundplatten werden ausgestanzt und dann wird ihnen durch eine hydraulische Presse für 100 *t* mit 150 minutlichen Hüben die gewünschte Form gegeben. Die Füße werden an das gewalzte Gehäuse durch eine besondere Maschine angenietet.

Bürstenhalter und Büchsen von Gleichstrommaschinen werden aus Stahl gepreßt, Schleifringe sind aus Stahl ausgestanzt und Lager werden aus Stahlrohr geschnitten und mit Weißmetall ausgegossen. Nur für die Käfiganker der Induktionsmotoren hat man ein Gußverfahren beibehalten. Die Stäbe werden in die Nuten mittels Spezialmaschinen einzementiert und dann werden die Ringe um die Stäbe gegossen, so daß sie ein massives Ganzes bilden und Stab- und Ringquerschnitt keinen Spielraum mehr zeigt, ein Verfahren, das die Siemens-Schuckert-Werke, Berlin, seit Jahren ebenfalls ausführen.

Man hat zuerst einige hundert solcher Motoren in Größen von 0·37 bis 185 *PS* hergestellt und sie in den Werkstätten der Firma unter außergewöhnlich ungünstigen Umständen betrieben. Die Motoren haben diese Proben alle ausgezeichnet bestanden; selbst ein vom Kranhaken abstürzender Motor hat durch den Fall keine größere Beschädigung, nicht einmal eine Veränderung des Luftspaltes erlitten. (E. T. Z. Heft 26, 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Schutz von elektrischen Leitungen und Maschinen gegen Überspannungen. Oboukhoff. Es wird eine neue Anordnung der Überspannungsschutzapparate beschrieben, auf die der Verfasser durch folgende Überlegung gekommen ist: In Fig. 1 stellt die rechts gezeichnete Wicklung den Anker einer Maschine dar. Er besitzt eine verteilte Selbstinduktion L und eine verteilte Kapazität C gegen Erde. Bei einem Kurzschluß an den Klemmen $p\ p$ steckt in der Wicklung eine Energie $\frac{L \cdot J^2}{2}$ wenn J der normal fließende Strom ist. Diese Energie gerät infolge des Impulses und des Vorhandenseins von C und L in Schwingungen; in der Mitte der Wicklung entsteht ein Knotenpunkt, an den Enden aber Spannungsbäuche, die ein Durchschlagen der Isolation bewirken können. Der Wert der Überspannung läßt sich berechnen aus: $\frac{L \cdot J^2}{2} = \frac{C E^2}{2} \cdot \frac{2}{\pi}$, ($\frac{2}{\pi}$ kommt dadurch in die Rechnung, daß man sich die verteilte Kapazität zu einem einzigen Kondensator vereinigt denkt), $E = J \sqrt{\frac{\pi}{2} \frac{C}{L}}$.

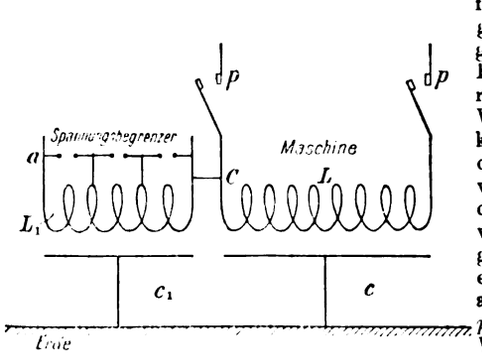


Fig. 1.

Wird nun der in der Figur rechts dargestellte Spannungsbegrenzer eingeschaltet so wird sich unter der Annahme, daß $L = L_1$ und $C = C_1$ sei, im Falle einer Überspannung in der Mitte zwischen den Spulen L und L_1 ein Schwingungsknoten einstellen, die beiden Schwingungsbäuche rücken nach a und P', die an $P\ P'$ auftretende Überspannung ist also nur noch halb so groß; sie wird aber durch das Vorhandensein des Kondensators C' noch verkleinert. Die wirksame Kapazität ist $C + C_1 = 2C$, die Energiegleichung lautet jetzt: $\frac{L J^2}{2} = \left(\frac{2}{\pi} \cdot 2C\right) \cdot \frac{E_1^2}{2}$ wobei E_1 die jetzt auftretende Überspannung ist. Es ist dann $E_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} E$. Da aber nur die Hälfte davon an L auftritt, ist die gefährliche Überspannung jetzt $E_2 = \frac{1}{2\sqrt{2}} \cdot E$. Man kann noch eine weitere Reduktion von E erzielen. Es muß ja nur das Produkt $LC = L_1 C_1$ sein, damit sich der Schwingungsknoten nach b verschiebt. Man kann ihn aber noch weiter gegen a zu bringen, wenn man $C_1 > C$ und dementsprechend $L_1 < L$ macht; dann wird die an $P\ P'$ auftretende Überspannung noch kleiner. An L_1 sind überdies noch Funkenstrecken angebracht, die dann, wenn die auf L entfallende Überspannung eine gefährliche Größe erreicht, ansprechen. Der Spannungsbegrenzer hat also zwei Wirkungen: Herabminderung von E_2 durch passende Wahl von C_1 und Ableitung der überschüssigen Energie durch die Funkenstrecke.

Man kann den Apparat noch weiter verbessern, wenn man $CL > C_1 L_1$ macht, der Knotenpunkt rückt dann noch weiter gegen a, die Funkenstrecke wird aber jetzt öfter ansprechen, muß also verläßlich sein. Will man Maschinen oder Transformatoren, die an Fernleitungen angeschlossen sind, schützen, so schaltet man vor dem Anschluß der Freileitung eine Drosselspule ein und vor diese den beschriebenen Apparat ein, Klemme b zum Beispiel an die Drosselspule, Klemme a bleibt frei, C_1 an die Erde. Es muß in diesem Falle, wenn man die Anordnung $CL = C_1 L_1$ wählt, $L_1 C_1$ gleich dem Produkt von Selbstinduktion und Kapazität jener Länge der Leitung sein, die 1/4 ihrer elektrischen Wellenlänge entspricht.

Der Verfasser hat im Laboratorium der Universität London praktische Versuche über die Wirkungsweise seiner Anordnung gemacht, die er eingehend in dem genannten Aufsatze beschreibt und hat dabei ein der Theorie entsprechendes Funktionieren nachgewiesen sowie auch gefunden, daß ein in die Spule L_1 eingeschalteter Ohmscher Widerstand die Wirkung noch verbessert. (La Lumière Electrique, 16. 5. 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Untersuchungen über die Magnetisierbarkeit von Mangan und Chrom in massivem und pulverförmigem Zustande. W. Lepke, Marburg. Die Untersuchungen Lepkes fußen auf den im Marburger Institut ausgeführten Messungen von W. Gebhardt und vor allem von K. Ihde (1912), die für Mangan und Chrom Ferromagnetismus in bezug auf die Abhängigkeit des Suszeptibilitätswertes von der Feldstärke zwischen 1000 und 5500 Gauß ergeben hatten. Diese Substanzen zeigten in Pulverform zunächst ein Ansteigen der Suszeptibilitätswerte bis zu einem Maximum bei etwa 2000 Gauß und dann einen allmählichen Abfall, während sie in massivem Zustande nur einen Abfall der Suszeptibilitätswerte erkennen ließen, so daß das Maximum bei Feldstärkenwerten vor dem erwähnten Feldstärkenbereich liegen muß. Ihde hat ferner gefunden, daß die Pulver einen bedeutend höheren Wert der Suszeptibilität zeigten als die massiven Substanzen und dies damit erklärt, daß die Zerkleinerung einer massiven schwach magnetisierbaren Substanz eine Vergrößerung der Oberfläche bewirke. Die an der Oberfläche liegenden Elementarmagnete unterliegen leichter dem Einfluß des magnetischen Feldes und es muß bei derselben Feldstärke die Intensität der Magnetisierung und damit die Suszeptibilität bei Pulvern größer sein als bei massiver Substanz desselben Materials. Diese Annahme kann durch Messungen bei hohen Feldern geprüft werden, denn je höher die auf die Probe wirkenden Felder sind, um so stärker muß auch das Innere magnetisiert werden und um so geringer wird der Einfluß der an der Oberfläche liegenden

Digitized by Google

Elementarmagnete gegenüber dem der inneren Elementarmagnete auf die Suszeptibilität sein, deren Werte für massive und pulverförmige Substanz sich mit zunehmender Feldstärke immer mehr nähern müssen. Schließlich hat Ihde festgestellt, daß der Suszeptibilitätswert des massiven Mangans sich änderte, wenn man die hocherhitzte Probe abschreckte und wenn man sie alterte. Richarz erklärt diese Veränderung durch Komplexbildung (Polymerisation), wodurch auch allotrope Modifikationen erklärt werden, so daß also Ihde bereits 1912 für Mangan das Vorkommen allotroper Modifikation gezeigt hat, was E. Cohen dann für Zinn, Wismut, Kadmium und Zink und neuerdings für Kupfer ebenfalls nachgewiesen hat. Aus den Ihdeschen Messungen ergeben sich noch zwei weitere Aufgaben: Die Feststellung des Maximums der Suszeptibilitätswerte von massivem Mangan und Chrom und die experimentelle Prüfung des Ihdeschen Erklärungsversuches für die Differenz der Suszeptibilitätswerte massiven und pulverförmigen Mangans und Chroms durch Feststellung dieser Werte bei möglichst hohen Feldern. Zur Untersuchung verwendete Lepke außerordentlich grobkörniges und im Achatmörser sehr fein pulverisiertes Mangan und Chrom (von Merck) mit etwa 1% Eisen. Die mittleren Werte der spezifischen Suszeptibilität steigen mit wachsender Feldstärke bis zu einem Maximum an, um dann allmählich wieder abzufallen, so daß sich aus den Untersuchungen von Lepke derselbe Schluß ergibt wie aus denen von Ihde: Mangan und Chrom erweisen sich in bezug auf die Variabilität der Suszeptibilität mit der Feldstärke als ferromagnetisch. Da in allen Fällen die untersuchten Proben Eisengehalt hatten, so muß erwogen werden, ob nicht die Abhängigkeit der Suszeptibilität von der Feldstärke auf diesen Eisengehalt zurückzuführen ist. Frühere Untersuchungen haben nun gezeigt, daß, wenn das Eisen als Verbindung mit dem Hauptmetall vorkommt oder eisenarme Mischkristalle vorliegen, keine Einwirkung auftritt, wenn der Eisengehalt kleiner als 2% ist. Da nun die untersuchten Proben sicher Mischkristalle waren angesichts der großen Neigung von Mangan und Chrom, Mischkristalle mit Eisen zu bilden, so ist der beobachtete Ferromagnetismus zweifellos eine Eigenschaft des Mangans und Chroms selbst. Übrigens zeigte auch das chemisch reine Mangan Ihdes ebenfalls Ferromagnetismus. Was die erste Aufgabe der Arbeit anbetrifft, so hat sich, wie aus den Kurven ersichtlich ist, auch bei massivem Mangan und Chrom ein Maximum ergeben, das bei etwa 1100 Gauß liegt. Die Werte nehmen in beiden Fällen zunächst rascher, dann sehr langsam ab. Was die Suszeptibilitätswerte der Mangan- und Chrompulver angeht, so fällt auch hier gegenüber kompakten Stücken die erhöhte Magnetisierbarkeit auf. Es tritt diese Erhöhung in so bedeutendem Maße erst dann ein, wenn man das Mangan bezw. Chrom fast vollkommen zu Staub pulverisiert; immerhin besteht sie und bleibt lange aufrecht. Bei wachsender Feldstärke nähern sich die Suszeptibilitätswerte für Pulver und massive Substanz und es kann kein Zweifel bestehen, daß für genügend hohe Feldstärken die Werte für Pulver und massive Substanz zusammenfallen werden. Damit erscheint die Annahme von Ihde erwiesen.

(Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 8, 1914.)

Ionometer. Dr. H. Greinacher. Dieser zum Messen der Radium- und Röntgenstrahlung dienende, von Siemens & Halske A.-G. gebaute Apparat (Fig. 2) besteht aus zwei parallelen Platten $P_1 P_2$, die auf der einander zugewendeten Seite mit einer radioaktiven Substanz ($U_3 O_8$) bedeckt sind. Zwischen beiden wird durch den Rand R der Luftwiderstand L gebildet. P_2 ist mit einer mit dem einen Pol einer mit dem anderen am Gehäuse liegenden Gleichstromquelle (200 V-Trockenelemente) verbunden, P_1 bildet mit dem Elektroskop E und dem Zerstreuungsstift Z ein isoliertes System, das sich auf das Potential von P_2 durch den Luftwiderstand ladet; die Blättchen des Elektroskops schlagen weit aus. Ionisiert man die Luft um den Stift herum, so fließt ein Strom von Z zum Gehäuse und zur Luft und die entstehende Potentialdifferenz gibt zu einem Strom von P_2 nach P_1 Veranlassung. Ist der von Z ausgehende Strom gleich dem in L fließenden, so herrscht Gleichgewicht; die Blättchen gehen dann auf eine bestimmte Entfernung zusammen.

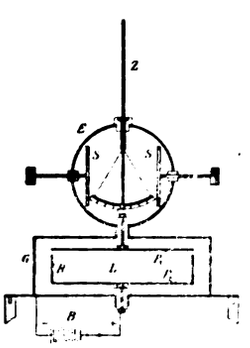


Fig. 2.

Zur absoluten Eichung legt man verschiedene Spannungen ($V_2 - V_1$) an L und mißt die zugehörigen Ströme; man erhält so $i = f(V_2 - V_1)$. Dann bestimmt man die Spannungseichkurve $\alpha = \varphi(V_1)$. Da $V_2 = 220$ V konst. ist, so kann man aus beiden Messungen die Eichkurve $i = \Psi(\alpha)$ aufstellen.

Zur Untersuchung radioaktiver Gase schraubt man auf Z ein Metallgefäß mit Einlaß- und Auslaßhahn, das diese Gase enthält und liest am Elektrometer ab. Zur Messung der Emanation stellt man den Apparat in die betreffende Atmosphäre. Um zwei Meßbereiche zu erhalten, wählt man zwei abwechselbare Stifte von 15 und 30 cm und zwei Skalen für die Blättchen.

Zur Bestimmung der Intensität und Härte von Röntgenstrahlen schraubt man auf Z eine Kammer aus Metall, die vorne eine einstellbare Irisblende trägt. Zwischen einer dünnen Aluminiumplatte und der eigentlichen Auffangsplatte, die mit dem Stift Z in Verbindung steht, wird die eigentliche Ionisierungskammer gebildet. Durch die Blende und die Aluminiumplatte läßt man nun die Röntgenstrahlen in den Raum eintreten. Man reguliert nun an der Blende so lange, bis die Blättchen zu einer bestimmten Marke zusammenfallen; die Strahlenintensität verhält sich dann umgekehrt wie die Blendenöffnung und kann an einer Skala an der Blende abgelesen werden. Wenn man andererseits bei konstanter Blendenöffnung eine Aluminiumplatte vorschiebt, so fallen die Blättchen ebenfalls zusammen; je mehr Strahlen dort absorbiert werden, desto kleiner ist der Ionisierungsstrom, desto weniger fallen die Blättchen zusammen. Man kann also die Skala des Elektroskops in Härtegrade eichen. (Bulletin S. E. V. Nr. 6, 1914.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Versuche mit wagerechten Antennen. H. Brand beschreibt die Resultate von Sendeversuchen, die mit eindrähtigen horizontalen Antennen am deutschen Telegraphenversuchsamt angestellt wurden. Die längste 270 m lange Antenne, die an das im vierten Stock gelegene Versuchslaboratorium sich anschließt, verläuft nach Osten und liegt 5 bis 10 m über den Dächern. Bei Leistungen von 1·5 bis 2 kW im Luftleiter gelang es, Telegraphierentfernungen bis 630 km zu erzielen, dabei wurden Kennworte mit 1100 bis 2300 m langen Wellen gesendet; zumeist war das Antennenende frei, sonst mit einer Endkapazität von 28 m versehen. Die Empfangsstellen liegen zum Teil bis zu 50° aus der Längsrichtung der Antennen. Die Verständigung war überall eine gute doch mußte für eine einwandfreie Übermittlung auf 600 km bei so ungünstigen Verhältnissen die Sendeenergie verstärkt werden.

Um die Belastungsfähigkeit der horizontalen Antennen festzustellen, vergleicht der Verfasser dieselbe mit einer Schirmantenne von gleicher wirksamer Kapazität C, gleicher Selbstinduktion L, gleichen Dämpfungswiderständen. Wellenlänge $\lambda = 2\pi\sqrt{LC}$, Dekrement $\delta = \pi . R \sqrt{\frac{C}{L}}$ und Dämpfungskonstante $r = \frac{R}{2L}$ seien gleich. Nimmt man die Leistungen in den beiden Antennen gleich an, so verhalten sich die Höchstwerte der Feldstärken an den Oberflächen beider Antennen:

$$\frac{\mathfrak{E}_1}{\mathfrak{E}_2} = \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{O_2}{O_1} \cdot \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} = \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{O_2}{O_1} = \sqrt{\frac{R_2}{R_1}}.$$

Die mit 1 bezeichneten Werte beziehen sich auf eine Schirmantenne, die mit 2 gekennzeichneten auf eine niedrige wagerechte Antenne. Der Ausdruck p ist das Verhältnis der Teilladung pro Gesamtladung, also =

$$= \frac{\text{Oberfläche} \times \text{größte Dichte der Ladung}}{\text{Kapazität} \times \text{Spannungsmaximum am Antennenaußenende}}.$$

Der Wert von p hängt von der Bauart und Länge der Antenne ab. Vergleicht man eine Schirmantenne mit 30 m langen Drähten mit einer 240 m langen wagerechten Antenne, so ist $\frac{p_1}{p_2} \sim 8$. Es ist also $\mathfrak{E}_2 \ll \frac{O_1}{O_2} \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} . \mathfrak{E}_1$.

Der Höchstwert der Feldstärke ist also bei der letzteren Antennenform viel kleiner, infolgedessen kann diese Antenne viel stärker belastet werden, weil Gleit- und Sprühentladungen nicht so bald eintreten. Nimmt man an, daß die statische Kapazität C_s einer eindrähtigen wagerechten Antenne gleichmäßig auf der ganzen Länge verteilt ist und bezeichnet O_g die gesamte Oberfläche der freien Antennendrähte, λ_0 die Eigenwelle, λ die aufgedungene, N die Leistung, n die Funkenzahl pro Sekunde, so ist

$$p = \frac{1}{l} \cdot \frac{\frac{\pi}{2}\frac{\lambda_0}{\lambda}}{\sin \frac{\pi}{2}\frac{\lambda_0}{\lambda}}$$

und

$$\mathfrak{E} = \frac{4\pi}{O_g} \cdot \sqrt{2\frac{N}{n}} \cdot C_s \cdot \sqrt{\frac{\frac{\pi}{2}\frac{\lambda_0}{\lambda}}{\sin \frac{\pi}{2}\frac{\lambda_0}{\lambda}}}.$$

Man konnte eine Antenne für 900 m, bei $\lambda_0 = 3800$ m, $C_s = 38$ m, 8 mm Drahtdicke mit 100 kW Schwingungsleistung von $\lambda = 6500$ m belasten. (Archiv f. El. Band 2, Heft 11.)

*) Vergl. E. u. M. 1914, Seite 429.

Digitized by Google

Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen.

Die Zugfernbremsung mittels elektrischer Wellen (System Christoph Wirth). Böttinger. Dieses System benutzt elektrische Wellen zur Auslösung der selbsttätigen Zugbremsapparate in solchen Fällen, wo dem Zuge während der Fahrt zwischen bestimmten Streckenabschnitten eine Gefahr droht, von der die Zugbeamten nicht oder nicht mehr rechtzeitig verständigt werden können. Die Auslösung der Bremsen kann in diesen Fällen von einer Station, einem Wärterposten oder durch einen Streckengeher erfolgen. Die wesentlichsten Bestandteile des Systems sind die „Sendestationen" und der Empfänger. Die Sendestation besteht aus einem Funkeninduktor mit dem Wellensender und dem automatischen Kontrollzeichengeber, der Empfangsapparat aus dem Wellenempfänger, dem Stromverteiler mit der Signalglocke, dem Fernbremsmechanismus und dem Rückstellapparat. In ihrer neuesten Ausgestaltung ist die Einrichtung auch mit einem die Betriebsbereitschaft kontrollierenden Apparate und einem automatischen Geschwindigkeitsregler ausgestattet. Als Sendeantenne wird die Streckentelephonleitung mitbenutzt, die Empfangsantenne befindet sich auf dem Wagendache.

Werden nun durch den Wellensender von einer der oben gedachten Stellen aus rasch nacheinander 16 kurze Zeichen gegeben, so entstehen Wellenimpulse, die von der Sendeantenne ausgestrahlt und von der Empfangsantenne empfangen, im Empfänger selbst aber in Stromimpulse umgewandelt werden. Jeder Stromimpuls bewirkt aber ein Anziehen des Ankers eines Elektromagneten, durch dessen Bewegung ein Sperrad mittels einer Sperrklinke beliebig weit je nach der Anzahl der ausgelösten Stromimpulse fortgeschaltet werden kann. Mit dem Sperrad steht ein Kontaktrad durch Verzahnung in Verbindung. Mit dem Kontaktrad bewegt sich ein Isolationsstück so weit, daß ein „Brems"kontakt geschlossen wird, der wieder so auf ein Relais einwirkt, daß dieses einen Motor einschaltet, der durch Vermittlung eines Räderwerkes das Öffnen des Bremshahnes bewirkt. Ist dies geschehen, so wird durch einen sinnreich angeordneten Mechanismus wieder ein zweiter Elektromagnet erregt und dessen Anker mit dem daran befindlichen oben erwähnten Kontaktrade angezogen. Dadurch kommt letzteres außer Eingriff mit dem Sperrade, wodurch das Kontaktrad mit dem Isolationsstück mittels einer Feder wieder in die Ausgangsstellung zurückgebracht wird. Die Bremskontakte öffnen sich und der Motor wird stromlos, während die Bremsleistung so lange geöffnet bleibt, bis der Bremshebel von Hand wieder in die Abschlußstellung zurückgebracht wird.

Eine andere damit verbundene Einrichtung ermöglicht, die Zugbeamten schon vor Auslösen der Bremse aufmerksam zu machen, daß etwas Außergewöhnliches zu erwarten ist. Es wird nämlich schon nach acht Impulsen durch das Kontaktrad ein weiterer Kontakt geschlossen, wodurch ein Licht- oder auch ein Glockensignal als Warnungssignal gegeben wird.

Das von Störungen durch atmosphärische Elektrizität unabhängig gemachte und allen betriebstechnischen Forderungen entsprechende System fand seine praktische Erprobung auf der Lokalbahnstrecke zwischen Nürnberg-Nordostbahnhof und Heroldsberg mit vollem Erfolge.

(Ztg. d. Ver. deutsch. Eisenbahnverw. Nr. 23 ex 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über den Einfluß eines magnetischen Feldes auf den elektrischen Widerstand von Metallen. Walter A. Jenkins, W. Morris Jones und J. E. Malam. Die Versuche von Jenkins wurden zu dem Zwecke unternommen, einen Beitrag zu der noch nicht hinreichend geklärten Frage des Einflusses eines magnetischen Feldes auf den elektrischen Widerstand der Metalle zu liefern. Sie wurden an Nickel durchgeführt mit Rücksicht auf die bekannte Erscheinung der Ausdehnung dieses Materiales unter der Einwirkung eines longitudinalen magnetischen Feldes, welche Erscheinung mit dem oben genannten Einfluß des Magnetfeldes auf den Widerstand in Zusammenhang zu stehen scheint. Jenkins hat Hysteresiskurven für longitudinale und transversale Felder bei verschiedenen Temperaturen aufgenommen. Es zeigte sich, daß der Effekt in einem transversalen Felde aus zwei Teilen besteht, einem, der eine Zunahme aufweist und ein Maximum erreicht und einem anderen, der eine Abnahme zeigt und kein Maximum erreicht. Der longitudinale Effekt und der erste Teil des transversalen Effektes besitzen ähnliche Charakteristiken. Zwischen der Dimensionsänderung im magnetischen Felde und dem Widerstandseffekte besteht eine Beziehung, jedoch kein kausaler Zusammenhang. Hingegen scheinen beide durch eine Strukturänderung bedingt zu sein. Die gewöhnliche Theorie für den Effekt im transversalen Effekt vermag die erhaltenen Resultate nicht zu erklären. Der Effekt ist möglicherweise einer weiteren Strukturänderung zuzuschreiben. Morris Jones und Malam haben ähnliche Versuche unternommen, in erster Linie zu dem Zwecke, die Differenz zwischen den Ergebnissen zweier anderer Forscher, Owen und Heaps, aufzuklären. Owen untersuchte den longitudinalen Effekt bei Nickel und fand, daß die Widerstandsänderung bei einem Felde von 2800 C. G. S. ein Maximum erreicht und dann zu einem konstanten Minimum bei einem Felde von 24 000 C. G. S. absinkt. Heaps hingegen kam zu dem Ergebnisse, daß ein Maximum erreicht werde, sodann aber kein Abfallen stattfinde. Die Versuche von Jones und Malam fielen im Wesen zugunsten von Heaps aus. Die Ergebnisse Owens scheinen durch Einflüsse der Dimensionierung des Probestückes und durch Mängel der Orientierung im Felde bewirkt zu sein. Auch Jones und Malam gelangen zu dem Schlusse, daß die untersuchten Effekte durch besondere Strukturänderungen bedingt seien. (Phil. Mag. Nr. 160, 1914.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Gasmaschinen.

Arbeitsverfahren.

Ein Verfahren zur Einführung des Brennstoffes in mehreren Stufen wird von J. S. H. Hein & Sonner in Randers (Dänemark) in der Weise durchgeführt, daß der erste Teil des flüssigen Brennstoffes in den Zylinder der Verbrennungskraftmaschine in mechanisch zerstäubter Form, also ohne Zerstäubungsluft, vorzugsweise während des Saughubes gelangt und durch die steigende Verdichtungswärme verdampft wird, worauf der Rest des Brennstoffes ebenfalls in mechanisch zerstäubter Form (ohne Luft) in das Gemisch etwas vor dem Moment, in dem die Selbstzündung erreicht wird, in den Zylinder gelangt. Die erste Brennstoffmenge kann auch leicht flüchtiger Natur sein und erst während des Verdichtungshubes eingeführt werden und die später eingespritzte Menge von schwer flüchtiger Beschaffenheit sein. Das sowohl für Vier- als auch für Zweitaktmaschinen anwendbare Verfahren macht einen Einblaseluftkompressor entbehrlich und gestattet eine Steigerung des Kompressionsgrades. (B. P. Nr. 4666 A. D. 1913.)

Die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G. in Augsburg gibt ein Verfahren zur Verbrennung schwer entzündlicher Brennstoffe in Dieselmaschinen an, darin bestehend, daß bei abnehmender Maschinenleistung das Brennstoffventil längere Zeit vor dem Totpunkt geöffnet wird und kürzere Zeit geöffnet bleibt als bei größerer Belastung. Zur Durchführung dieses Verfahrens wird für die Steuerung des Brennstoffventils bei Leerlauf und kleiner Belastung ein Nocken mit großem Voröffnen und kleiner Gesamtöffnungsdauer, bei großer Belastung ein Nocken mit kleinerem Voröffnen und größerer Gesamtöffnungsdauer verwendet. Das Verfahren ermöglicht die Verarbeitung schwer entzündlicher Brennstoffe auch ohne Anwendung eines Zündbrennstoffes. Bei stark schwankender Belastung ist es gut, neben der Veränderung von Eröffnungsdauer und Eröffnungsbeginn des Brennstoffventils auch den Druck der Einblaseluft mit abnehmender Belastung zu verringern. (Schweiz. P. Nr. 63 205.)

Für Gleichdruckverbrennungskraftmaschinen mit Vorverdichtung der Verbrennungsluft schlägt die Schmidt'sche Heißdampf-Gesellschaft m. b. H. in Cassel-Wilhelmshöhe vor, die Verbrennungsluft auf 2 bis 5 Atm. zu verdichten und den Verdichtungsgrad im Verbrennungszylinder 12—24 zu wählen. Die Vorverdichtungsarbeit leistet eine mit den Abgasen betriebene Heißluftmaschine (Kolbenmaschine oder Turbine), die den Kompressor für die Vorverdichtung antreibt. Die Nutzarbeit wird zur Gänze im Verbrennungszylinder geleistet, so daß die Heißluftmaschine keine andere Arbeit als die der Vorverdichtung zu leisten hat. (Ö. P. Nr. 65 003.)

Dr. W. Schmidt in Cassel-Wilhelmshöhe führt bei Verfahren der letztgenannten Art die Regelung der Leistung nicht bloß durch Veränderung des Brennstoffeinlasses durch, sondern auch durch Veränderung der Verbrennungsluftmenge. Letzteres erfolgt durch Veränderung der Vorverdichtung in der Weise, daß eine die Abgase der Verbrennungskraftmaschine ausnutzende Heißluftmaschine bei allen Belastungen Abgase von nahezu gleichbleibender Temperatur erhält. (B. P. Nr. 15 474 A. D. 1913.)

Bei jenen Maschinen, bei denen nach jedem Verbrennungshub eine Spülluftladung in den Arbeitszylinder eingeführt, verdichtet und wieder ausgedehnt wird, wird von A. Simon in Dortmund der Kompressionsraum so zum Kolbenraum angeordnet, daß die während des Ladevorganges in den Kolbenraum eingeführte Luft in den Kompressionsraum nicht eintreten kann. Letzterer ist zu diesem Zweck mit dem Kolbenraum durch einen engen, sich nach dem Kolbenraum erweiternden Kanal verbunden. Auf jeden Verbrennungshub entfallen zwei Ladevorgänge, wodurch die Ladezeit verdoppelt wird. Die andere Kolbenseite kann als Spülpumpe benutzt werden. Die Erfindung ist für luftgekühlte, schnellaufende Maschinen besonders geeignet, bei denen entweder während des fünften und sechsten oder beim dritten und vierten Takt Luft verdichtet wird und expandiert, die Verbrennung also im Vier- oder Zweitakt erfolgt. (D. R. P. Nr. 268 848.)

Eine Erfindung von E. A. Rundlöf in Stocksund bei Stockholm betrifft eine besondere Art der Lufteinführung. Bisher wurde die Luft, die zur Verbrennung, Brennstoffzerstäubung, Mischung mit dem vergasten Brennstoff und Reinigung der Verbrennungskammer dient, periodisch eingeführt in der Weise, daß die durch eine oder mehrere Öffnungen einströmende Luft jedesmal vollständig von der Maschine abgeschlossen wurde, und zwar ein oder mehrere Male in jedem Kreislauf. Das Charakteristische der Erfindung besteht nun darin, daß während des Betriebes ein oder mehrere Luftströme ununterbrochen oder nahezu fortdauernd in die Maschine bezw. in deren Verbrennungskammern

Digitized by Google

eingelassen werden, wobei die Luftströme entweder nur für die Luftspülung oder Luftzirkulation in der Verbrennungskammer, im Zylinder oder in beiden Räumen oder während eines Teiles des Kreislaufes für die Mischung mit dem flüssigen oder vergasten Brennstoff und während des anderen Teiles des Kreislaufes für die Spülung oder Luftzirkulation verwendet werden. Der Eintrittsdruck der Luft ist größer als die Explosionsspannung, so daß keine Unterbrechung in der Lufteinströmung stattfindet. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht zunächst in einer möglichst langen Spülzeit und gründlichen Spülung und weiters in der fortdauernden Zirkulation der Luft oder des Gasgemisches. Zuweilen kann der Einlaßdruck der Luft auch geringer sein als der höchste Zylinderdruck, in welchem Fall die Lufteinfuhr für kurze Zeit eine Unterbrechung erleidet. In das Luftrohr kann ein von Hand oder vom Regler zu betätigendes Regelventil eingebaut sein. (B. P. Nr. 3463 A. D. 1914.)

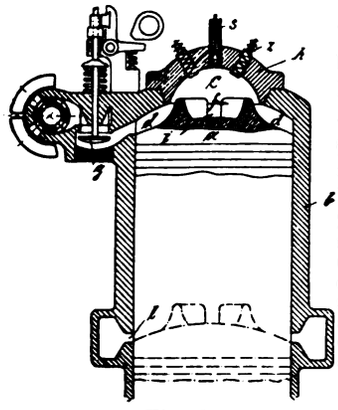


Fig. 1.

Die in Fig. 1 dargestellte Maschine von F. Gouin in Paris arbeitet in folgender Weise: Bei der untersten Kolbenstellung (strichliert) wird der Auspuff *l* freigegeben und Spülluft durch das gesteuerte Ventil *g* eingelassen. Bei der Aufwärtsbewegung des Kolbens schließt sich *g* und die Luft wird verdichtet. Kurz vor oder in der oberen Totlage wird durch *s* Brennstoff in den Raum *c* eingeführt und durch die Zündkerzen *z* entzündet. Dazu genügt eine kleine Brennstoffmenge (infolge des kleinen Raumes *c*), durch die eine mäßige Druckerhöhung erzielt wird. Dabei kann ein Druckausgleich durch die Durchbrechung *i* des Kolbenansatzes *f* stattfinden. Bei der Abwärtsbewegung des Kolbens wird durch *s* weiter Brennstoff zugeführt, um die Verbrennungsperiode in bekannter Weise zu verlängern. Statt Luft kann auch ein schwaches Gemisch verdichtet werden, das aber selbst durch künstliche Zündung nicht entzündbar sein darf, um Frühzündungen jedenfalls zu vermeiden; dies hätte den Vorteil, daß bereits von vornherein eine innigere Mischung der Luft mit dem Brennstoff gesichert ist. (D. R. P. Nr. 271 522.)

Ein Betriebsverfahren, insbesondere für Schwerölbetrieb, bei dem Brennstoff mit Wasser durch eine gemeinsame Düse eingeführt werden, wird von der Explosions-Turbine-Studiengesellschaft m. b. H. in Berlin-Wilmersdorf in der Weise durchgeführt, daß das Wasser mit dem Brennstoff außerhalb des Arbeitsraumes durch ein Rührwerk oder dgl. zweckmäßig bis zur Bildung einer Emulsion innig gemischt und in diesem Zustand in den Verbrennungsraum eingeführt wird. Dadurch wird der Einspritzvorgang erleichtert und die Verdampfung des Brennstoffes begünstigt, weil das Öl in der Emulsion dünner wird und durch die Wasserteilchen beim Einspritzen und Verdampfen besser zerteilt und zerstäubt wird. Auf diese Weise konnte Rohöl mit gewöhnlichen Vergasern ohneweiters zum Betrieb von Benzinmotoren verwendet werden. (D. R. P. Nr. 275 944.)

J. D. Roots in London bildet Maschinen mit Wassereinspritzung in der Weise aus, daß um ein zentrales Brennstoffventil im Zylinderdeckel in gleichmäßiger Verteilung, zum Beispiel vier Wassereinspritzventile angeordnet sind, die nahe der Zylinderwand liegen. Das Brennstoffventil kann in einen von einem Fortsatz des Zylinderdeckels gebildeten Raum münden, der entweder mit dem ebenen Kolbenboden oder mit einem zylindrischen Kolbenansatz in der Totlage des Kolbens eine geschlossene Kammer darstellt, die sich erst beim Arbeitshub öffnet. Der um diese Kammer herum befindliche Ringraum ist dann mit den Wassereinspritzventilen versehen, die eher etwas nach dem Brennstoffventil betätigt werden und eine die Zylinderwand gegen die Hitze schützende Wasserschichte erzeugen. (B. P. Nr. 29 968 A. D. 1912.)

A. Ulrich in Obora (Böhmen) leitet bei seiner Maschine (Ö. P. Nr. 59 556, siehe E. u. M. 1914, Seite 129) den im Kühlmantel gebildeten Wasserdampf zuerst in einen mit Abgasen geheizten Überhitzer und dann in einen Dampfsammler, der zwischen dem gesteuerten Dampfventil des Zylinders und einem gegen den Überhitzer abschließenden Rückschlagventil angeordnet ist. Dieser Dampfsammler erhält somit vom Überhitzer aus die für jeden Krafthub erforderliche Menge überhitzten Dampfes. Nach jeder Verbrennung dringen die verbrannten Gase in den Sammler ein, um sodann mit Dampf gemischt, wieder in den Zylinder zwecks Arbeitsleistung zurückzutreten. Auf diese Weise wurden dem Dampf vor seinem Mischen mit den verbrannten Gasen die Eigenschaften permanenter Gase gegeben, womit eine Erniedrigung der mittleren Arbeitstemperatur und eine höhere Arbeitsleistung der Maschine erzielt wird. Die Erfindung kann sowohl für Viertakt- als auch für Zweitaktverpuffungs- und Gleichdruckmaschinen angewendet werden. Ö. P. Nr. 64 518.)

Zweitaktmaschinen.

O. Schulze in Hamburg ordnet bei doppeltwirkenden Maschinen mit steuernden Kolbenschiebern die Zylinderkanäle in der Weise an, daß von den zwei an beiden Zylinderenden angeordneten Kanälen, die vom Kolben nacheinander überlaufen werden, der eine abwechselnd als Einlaß für die untere und als Auslaß für die obere Zylinderseite und der andere abwechselnd als Auslaß für die untere und als Einlaß für die obere Zylinderseite dient. (D. R. P. Nr. 274 799.)

F. W. Rogler in Wien bringt eine neue Anordnung von doppeltwirkenden, zweizylindrigen Zweitaktverbrennungskraftmaschinen mit zwei gegenläufigen Arbeitskolben in jedem Zylinder. Fig. 2 zeigt, daß die beiden nebeneinander angeordneten Arbeitszylinder 1, 2 an beiden Enden in stets offener Verbindung miteinander stehen und hier somit gemeinsame Verbrennungsräume 9, 10 besitzen. Die Maschine hat somit vier Arbeitsräume 9—12. In dem einen Arbeitszylinder 1 steuert der eine Arbeitskolben 3 die Auslaßschlitze 35 dieses Zylinders und der mit diesem Kolben gleichlaufende Arbeitskolben 5 des anderen Arbeitszylinders steuert dessen Einlaßschlitze 39. Der andere Kolben 4 des Zylinders 1 steuert dessen Einlässe 36 und der andere Kolben 6 des zweiten Zylinders 2 dessen Auslässe. Die Ein- und Auslaßschlitze eines jeden Zylinders dienen sowohl für den zwischen den gegenläufigen Kolben befindlichen Arbeitsraum als auch für die gemeinsamen Arbeitsräume an den Zylinderenden als Ein- und Auslaß. Der Vorteil dieser Maschine liegt in ihrer großen Leistung trotz kleiner Zylinder und gedrungener Anordnung sowie in der geringen Belastung des Gestelles und der Lager. Die Maschine ist für hohe Tourenzahlen geeignet. (Ö. P. Nr. 64 145.)

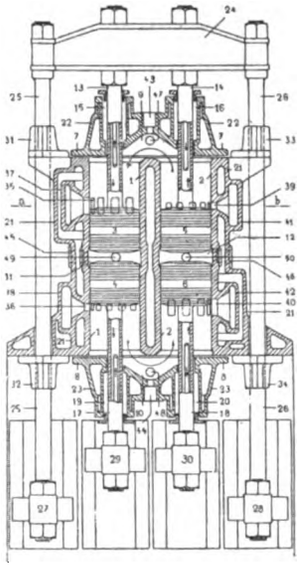


Fig. 2.

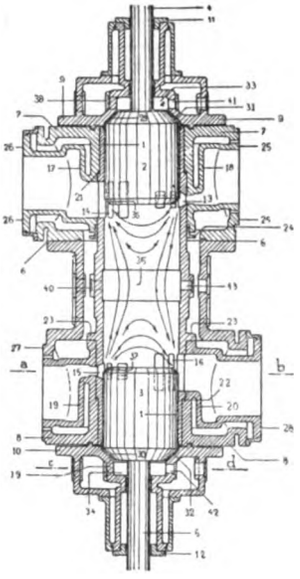


Fig. 3.

Von demselben Erfinder rührt die Anordnung nach Fig. 3 her, die gleichfalls eine Zweitaktmaschine, insbesondere für flüssige Brennstoffe, mit zwei gegenläufigen doppeltwirkenden Arbeitskolben darstellt, von denen jeder Ein- und Auslaßschlitze steuert. Die Einlaßschlitzreihen 13, 15 sind gegeneinander ebenso wie die Auslaßschlitzreihen 14, 16 gegeneinander um einen Winkel, am besten von 180° versetzt, wodurch, wie die Pfeile andeuten, eine vollkommene Ausspülung des Zylinders in der Quer- und Längsrichtung erzielt wird. Auch bei dieser Maschine dienen dieselben Schlitze als Ein- und Auslaß sowohl für den mittleren Arbeitsraum 35 als auch für die Arbeitsräume 33, 34 an den Zylinderenden. (Ö. P. Nr. 65 004.)

Die in Fig. 4 dargestellte Zweitaktmaschine des J. Douglas in East Sheen (England) wird gewöhnlich mit zwei doppeltwirkenden Zylinder ausgeführt, von denen die Zeichnung nur die der Kurbelwelle abgewendete Hälfte eines Zylinders darstellt. Im Zylinder *A* mit seinen Verlängerungen *B* bewegt sich der dreiteilige Kolben *D*, der mittels Zwischenstücken d^3 justiert werden kann und Öffnungen D^2 besitzt. Die hohlen geschlossenen Kolbenenden D^3 besitzen Öffnungen D^5, die mit Öffnungen B^1 des Zylinders zusammenwirken. B^1 steht durch Kanal B^2 mit der freien Luft in Verbindung. Im hohlen Kolben *D* gleitet ein voller Kolben *F*, der durch die Stange F^1, das Joch F^2 und die Stangen F^3 auf dieselbe Welle wie *D* aber um 180° versetzt und mit größerem Kurbelarm als *D* wirkt. A^{10} A^{13} führt zum Auspuff, A^{11} A^{14} zum Karburator. In der dargestellten Lage befindet sich in *H* verdichtetes Gemisch vor der Zündung. Der Raum in *D* oberhalb *F* ist größtenteils mit Gemisch und ganz oben mit reiner Luft erfüllt. Nach der Zündung geht *D* ab- und *F* aufwärts. D^2 und D^5 werden verschlossen und die Ladung in *D* verdichtet. Am Ende des Arbeitshubes wird A^{13} freigelegt, so daß der Auspuff erfolgt. Hierauf tritt D^5 aus *B* heraus, wodurch der Pumpen- mit dem Arbeitsraum in Verbindung tritt und die verdichtete Ladung aus dem hohlen Kolben in den Arbeitsraum *H* strömt, wobei der vordere, aus reiner Luft bestehende Ladungsteil den Zylinder zunächst spült. Hierauf wechselt die Bewegungsrichtung beider Kolben, die Öffnungen D^5 werden verschlossen, ebenso D^2 durch *F*. Es bildet sich in *D* ein Vakuum, bis durch D^2, wenn sie wieder freigegeben werden, neues Gemisch angesaugt wird. Schließlich gelangt D^5 mit B^1 zur Deckung und es strömt reine Luft in den oberen Kolbenhohlraum, ohne sich wesentlich mit der übrigen Ladung zu mischen. Während des Aufwärtsganges ist die Ladung in *H* verdichtet worden, worauf ein neuer Zyklus beginnt. Bei dieser Ausbildung der Maschine fördert die Pumpe eine größere Ladung als nötig ist, um den Arbeitsraum mit Gemisch von geeigneter Spannung zu füllen. Das Plus des Ladevolumens wird zur Spülung verwendet. (D. R. P. Nr. 272 949.)

P. Daniel in New York läßt bei einer Zweitaktmaschine Ein- und Auslaß in der Weise regeln, daß beim Schließen des Auslaßventils ein kleiner Teil der Abgase im Zylinder verbleibt, der durch die einströmende Ladung gekühlt wird, wodurch die Einlaßgeschwindigkeit der Ladung eine Erhöhung erfährt. Ein- und Auslaß werden derart

Digitized by Google

gesteuert, daß die Zeit, die von der Eröffnung des Auslasses bis zu jener des Einlasses verstreicht gleich ist jener Zeit, die zwischen dem Schluß des Auslasses und dem darauffolgenden Schluß des Einlasses liegt. Das Ansaugen und Verdichten der Ladung bewirkt ein Ventilator, dessen Gehäuse mit einem abhebbaren Deckel ausgestattet ist, der für gewöhnlich durch Federn in seiner Abschlußstellung festgehalten wird. Bei plötzlich auftretenden Drucksteigerungen im Ventilatorgehäuse wird der Deckel zur Schaffung eines Druckausgleichs abgehoben. Die Patentschrift beschreibt eine Maschine mit paarweise im spitzen Winkel gegeneinander gestellten Zylindern, wobei der Gasbehälter im Winkelraum längs der Zylinderreihe angeordnet ist.

(B. P. Nr. 13 457 A. D. 1913 und F. P. Nr. 459 080.)

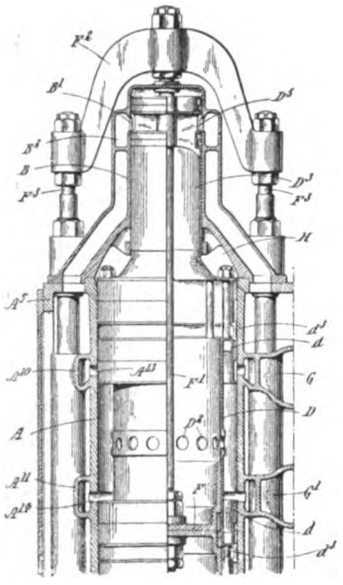


Fig. 4.

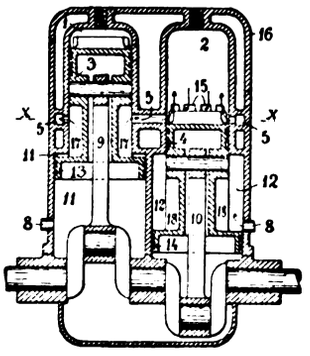


Fig. 5.

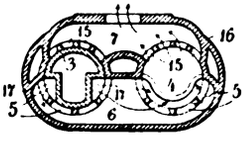


Fig. 5 a.

Die in den Fig. 5 und 5 a dargestellte Maschine der Firma Levahn Motor Co. A. S. in Christiania besitzt zwei Arbeitszylinder 1, 2 mit den Kolben 3, 4 und zwei Pumpenzylinder 11, 12 mit den Kolben 13, 14 in Stufenanordnung. Die Kolbenstangen 9, 10 arbeiten auf die um 180° gegeneinander versetzten Kurbeln. Zwischen den Zylindern und dem Mantel 16 ist ein Kanal 6 vorhanden, von dem Öffnungen 5 in den Zylinderwänden in das Innere der Zylinder 1, 2 führen. Die Öffnungen 15 führen zum gemeinsamen Auslaß 7. Die Kolben haben am Umfang Kanäle 17, 18, die in der Nähe der oberen Kolbenstellung die unteren Zylinderstufen mit den Öffnungen 5 verbinden. Bei 8 tritt die Ladung ein. In Fig. 5 ist 3 am Anfang des Arbeits- und 4 am Anfang des Verdichtungshubes. Bei der folgenden Bewegung wird in 12 Ladung verdichtet, während in 11 ein Unterdruck entsteht. Wenn 8 von 13 abgedeckt wird, strömt die Ladung nach 11 und gleichzeitig findet durch die von 3 freigegebenen Öffnungen 15 die Ausströmung statt. Gleich darauf wird in 1 auch 5 abgedeckt und gleichzeitig 12 durch 18 und 5 mit 1 verbunden, so daß die verdichtete Ladung aus 12 nach 1 strömen kann und die Abgase durch 15 austreibt. Hierauf wird in 1 und 11 verdichtet, während in 2 Verbrennung und Expansion und in 12 die Unterdruckbildung vor sich gehen, worauf sich das Spiel wiederholt. Die wechselweise Beschickung der Arbeitsstufen beider Zylinder durch die Pumpen erfolgt somit durch denselben Kanal 6, was den Bau der Maschine sehr vereinfacht und eine gute Kühlung des Stufenkolbens, dessen ganze Innenfläche von frischer Ladung bestrichen wird, herbeiführt. (Schw. P. Nr. 63 875.)

Dionigi Ruva in Turin hat für jene Maschinen mit steuerndem Kolben, die die Ladung durch das Kurbelgehäuse ansaugen und mittels eines Überströmkanals in den Zylinder einführen, die Neuerung getroffen, daß der Überströmkanal nicht wie bisher gänzlich in der Zylinderwand als Bohrung angeordnet wird, sondern als nach innen offene Nut, die während der Überströmperiode von der Kolbenmantelfläche begrenzt wird. Der Kanal, der im wesentlichen parallel zur Zylinderachse verläuft, mündet senkrecht zu dieser Achse in den Zylinder. Mit dieser Anordnung wird einerseits eine gute Kühlung des Kolbens durch das überströmende Gemisch auch an der Außenfläche erzielt und andererseits eine allmähliche Ablenkung der Ladestrahlen von der axialen in die radiale Richtung und dadurch eine gründliche Auswaschung des Zylinders herbeigeführt. (B. P. Nr. 11 588 A. D. 1913.)

Um bei Maschinen der letztgenannten Art ein Rückschlagen der Flamme oder brennender Gase nach dem Kurbelgehäuse zu verhindern, ordnet H. H. Brautigam in Bridgeport (Connecticut) im Überströmkanal eine Reihe paralleler flacher distanzierter Platten an, die mit seitlichen, die benachbarte Platte berührenden Vorsprüngen versehen sind, so daß trotz der erwähnten Verhinderung des Rückschlagens eine freie Strömung der Ladung nach dem Zylinder möglich ist. (U. S. P. Nr. 1 085 844.)

Die Fig. 6 und 6 a zeigen eine Anordnung von H. Borchers in Elbing, bei der die in den Zylinder *b* führende und vom Kolben *d* gesteuerte Einlaßöffnung *a* mit leitschaufelartigen Einbauten *c* ausgestattet ist, die gegen den Zylinderdeckel geneigt sind, so daß die eintretende Spülluft in der Pfeilrichtung den Zylinder durchströmt und bei *f* verläßt. Zur Unterstützung der Leitschaufelwirkung ist auch der Kolben mit einer entsprechend gekrümmten Ablenkungsfläche versehen, die gewissermaßen eine Ergänzung der Leitschaufeln darstellt. Letztere sind aus dünnem Material hergestellt und mit dem Zylinder vergossen oder in diesen eingesetzt. (B. P. Nr. 19 784 A. D. 1913.)

D. Crayssac in Lyon-Villeurbanne konstruiert eine zweizylindrige stehende Maschine mit gemeinsamer Verbrennungskammer am oberen Ende. Von den beiden synchron bewegten Kolben steuert der eine den Ein- und der andere den Auslaß. Die Ladung wird durch das Kurbelgehäuse angesaugt, dessen Einströmung durch die als Rotationsschieber ausgebildete Kurbelscheibe gesteuert wird. Aus dem Kurbelgehäuse strömt die Ladung in den hohlen, die Einlässe in den Zylinder steuernden Kolben, dessen am oberen Ende angeordnete Öffnungen am Ende des Arbeitshubes mit Kanälen des Zylinders zur Deckung gelangen, wodurch die Ladung in den Zylinder einströmen kann. Sie gelangt nun durch die Verbrennungskammer hindurch in den zweiten Zylinder, dessen Auslässe der zweite Kolben am Arbeitshubende freilegt, und treibt die Abgase ins Freie. Bei der nun folgenden Aufwärtsbewegung schließen beide Kolben alle Zylinderöffnungen und es findet die Verdichtung statt. (B. P. Nr. 5217 A. D. 1913.)

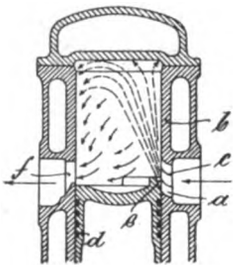


Fig. 6.

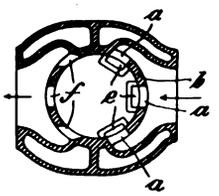


Fig. 6 a.

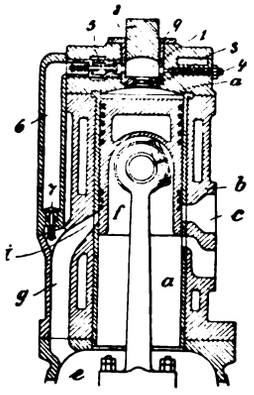


Fig. 7.

Die in Fig. 7 dargestellte Zweitaktmaschine mit Kurbelkastenluftpumpe und besonderer Zündkammer von N. P. Nielsen und J. E. S. Nielsen in Nyköping (Dänemark) arbeitet wie folgt: In den Raum 1 der Zündkammer, der durch ein Loch 3 mit dem Inneren *a* des Zylinders *b* ständig verbunden ist, wird Brennstoff während der Aufwärtsbewegung des Kolbens *f* durch ein Mundstück 4 mittels einer Pumpe eingespritzt. Gleichzeitig wird durch 3 ein kräftiger Luftstrom (durch *f* erzeugt) eingeblasen, der einen Teil des Brennstoffes zerstäubt und verdampft, wogegen der Rest sich um 3 herum ablagert. Bei der Aufwärtsbewegung von *f* erhöht sich der Verdichtungsdruck in *a* schneller als in 1 (infolge der Enge von 3), so daß der Zündungsdruck in 1 erst dann erreicht wird, wenn *f* fast in die Endstellung gelangt ist. Durch die Entzündung und Drucksteigerung in 1 wird der um 3 herum lagernde Brennstoff nach *a* getrieben, hier durch die verdichtete Luft zerstäubt, mit ihr gemischt und verbrannt. Am Arbeitshubende gibt *f* den Auspuff *c* frei, wogegen die im Kurbelgehäuse *e* verdichtete Luft durch die Kanäle *g* und *i* nach *a* strömt, wodurch der Zylinder gereinigt und mit frischer vorverdichteter Luft gefüllt wird. Ein Teil der Luft strömt aber auch durch Ventil 7 in den Kanal *b* und durch Ventil 5 nach 1, zur Reinigung der Zündkammer. Der den Raum 1 enthaltende Einsatz 9 ist verstellbar, um den Verdichtungsdruck immer konstant halten zu können. Durch Einstellung des Stöpsels 8 kann 1 verändert werden, um eine frühere oder spätere Zündung entsprechend der Drehgeschwindigkeit der Maschine zu erzielen. (D. R. P. Nr. 270 973.)

Eine für gewöhnlich mit langsamer Verbrennung (also im Gleichdruckverfahren) arbeitende Maschine wird von H. Schneebeli in Paris so eingerichtet, daß sie im Falle eines Leitungsbruches durch eine einfache Verstellung der Steuerung auch als Explosionskraftmaschine (Verpuffungsmaschine) mit Selbstzündung arbeiten kann, um dann, nach Vornahme der nötigen Reparaturen wieder als Gleichdruckmaschine weiter laufen zu können. (Ö. P. Nr. 65 580.)

J. W. Mowbray und J. H. Chambers in Winnipeg (Kanada) treffen bei Maschinen mit als Ladepumpe wirkendem Kurbelgehäuse und einem zum oberen Zylinderende führenden Überströmkanal die Anordnung, wonach sich der Überströmkanal von unten nach oben erweitert und in seinem unteren Ende die Zündkerze trägt, so daß letztere stets von frischer Ladung umgeben ist und die Zündung im Zylinder mit Rücksicht auf den Weg in dem sich erweiternden Kanal erst nach der Totlage des Kolbens erfolgt. (D. R. P. Nr. 275 108.)

(Fortsetzung folgt.)

Schluß der Redaktion am 4. August 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804 423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro *mm* Höhe und Spalte (45 *mm* Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Nachtstrom als billige Betriebskraft für Wasserversorgungen. Von Dr. Ing. Adolf Ludin 689
Untersuchungen über die Imprägnierung hölzerner Leitungsmaste durch Tränkung. Von Robert Nowotny, Oberbaurat, Wien (Schluß) 692
37. Hauptversammlung der National Electric Light Association 695
Rundschau:
- Elektrizitätswerke, Anlagen 695
- Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 696
- Dynamomaschinen, Transformatoren 696
- Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 696
- Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 697
- Elektrische Apparate 698
- Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 698
- Strahlungslehre 699
- Wirtschaftliches 699

Literatur-Bericht 699
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
- Gasmaschinen (Fortsetzung) 700

Briefe an die Redaktion 704
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *437—444*

Nachtstrom als billige Betriebskraft für Wasserversorgungen.

Von Dr. Ing. **Adolf Ludin**, Gr. Bauinspektor in Forbach, Bad. Schwarzwald.

Es ist bekannt, daß die schlechte Ausnutzung der Krafterzeugungs- und Übertragungsanlagen in den meisten Überlandzentralen das schlimmste Hindernis einer guten Rentabilität, und die Verbesserung der Belastungsverhältnisse daher ein Hauptgegenstand der Sorge der Betriebsleiter ist.

Durch besonders aufgestellte Tarife für „Tageskraft" und durch weitgehende Preisermäßigungen für Dauerabnehmer suchen die Elektrizitätswerke vielfach den Stromverbrauch so zu regeln, daß er sich dem Ideal der vollkommenen Ausnutzung, der Belastungskurve mit niedrigen Spitzen und hoch aufgefüllten Tälern möglichst nähert. Die wirtschaftliche Berechtigung, solche Preisermäßigungen eintreten zu lassen, ist für alle Anlagen, auch die mit Wärmekraftmaschinen arbeitenden, ohneweiteres gegeben, ihre Grenzen sind aber besonders weit gesteckt in Netzen, deren Versorgung in der Hauptsache von einem nicht speicherfähigen Wasserkraftwerk aus besorgt wird.

Unter den vielerlei in dieser Richtung in Betracht kommenden stromverbrauchenden Betrieben (Holzschleifereien, Mühlen, handwerklichen und gewerblichen Motorenanlagen) sollen hier die Pumpwerke für Wasserversorgungsanlagen hervorgehoben werden.

Die Tatsache, daß Wasserversorgungsanlagen — von den immerhin auf besondere Verhältnisse beschränkten „Anlagen ohne Hochbehälter" abgesehen — stets mit Ausgleichbehältern ausgerüstet werden, befähigt sie in hohem Grade, sich in der jeweiligen Kraftabnahme den Bedürfnissen der kraftliefernden Zentrale anzupassen.

Sie können dabei entweder eine sehr gleichmäßig über 24 Stunden verteilte Leistung abnehmen oder sogar die Abnahme stundenweise in den Zeiten der Höchstbelastung der elektrischen Zentrale aussetzen und nur die in gewissen anderen Stunden überschüssige Maschinenleistung bezw. Wasserenergie in Anspruch nehmen.

Für die Anwendung dieser Grundsätze sind praktisch ausgeführte Beispiele im großen verschiedentlich vorhanden, so zum Beispiel das 24stündig durcharbeitende Turbinenpumpwerk der Stadt Bochum bei Blankenstein an der Ruhr*).

Als ein Beispiel anderer Art ist zu nennen das in der Entstehung begriffene große Kanalspeisepumpwerk bei Minden, daß die elektrisch über 80 *km* übertragene Wasserkraft des Weserwehres bei Dörverden vorwiegend des Nachts ausnutzen wird**), während unter Tags hauptsächlich Überlandkraftversorgung stattfinden soll.

Von Ausführungen in kleinerem Maßstabe ist dagegen wenig bekannt. Und doch würde gerade die Einbeziehung der in manchen Gegenden recht zahlreichen und örtlich günstig verteilten kleinen ländlichen Pumpwerke geeignet sein, die Betriebsverhältnisse von Überlandzentralen merklich zu verbessern, während sich gleichzeitig auch für den Betrieb der Pumpwerke selbst erhebliche wirtschaftliche Vorteile ergäben, wenn es gelänge, die Betriebsgestaltung der Leistungsfähigkeit der Überlandzentrale so anzupassen, daß diese ohne Schmälerung ihres Gewinnes bedeutende Strompreisermäßigungen eintreten lassen könnte.

*) Vergl. Ludin, Die Wasserkräfte usw. Verlag von Julius Springer, Seite 284 ff.
**) Ebendaselbst, Seite 301 ff.

Digitized by Google

Der Verfasser hatte vor einiger Zeit Gelegenheit, bei der Erstellung einer kleinen ländlichen Gruppenwasserversorgung im Bezirk der Kulturinspektion Freiburg i. Br. die angedeuteten Betriebsgrundsätze praktisch anzuwenden und zu erproben:

Das bei Munzingen, im Amtsbezirk Freiburg i. Br. gelegene Grundwasserpumpwerk der Tuniberggruppe versorgt vier Ortschaften mit insgesamt rund 3000 Seelen.

Der tägliche Wasserbedarf beträgt in der dortigen Gegend im Sommer etwa 120 *l* für den Kopf, daher im ganzen rund 360 m^3 im Tag.

Der seitlich an den Hauptdruckrohrstrang angeschlossene Haupthochbehälter erhielt einen Fassungsraum von 550 m^3.

Die manometrische Förderhöhe beträgt rund 65 *m*, die Fördermenge der mehrstufigen Hochdruckkreiselpumpe 13 *l*/Sek., so daß der volle größte Tagesbedarf in etwas weniger als acht Stunden gefördert werden kann. Die elektrisch angetriebene Pumpe ist der Betriebssicherheit halber in doppelter Besetzung angeordnet worden.

Zur Zeit der Einleitung der Bauvergebungen, im Winter 1911/12, war die Frage der Wahl der Betriebskraft noch offen.

Elektrischer Strom war am Orte zunächst nicht verfügbar, wohl aber Aussicht vorhanden, von zwei von Norden und Süden her bereits auf je etwa 15 *km* Entfernung gegen das Pumpwerk vorgestreckten Überlandnetzen aus Anschluß zu bekommen, wenn es gelang, gleichzeitig die allgemeine Licht- und Kraftversorgung in den Verbandsorten und einigen benachbarten Gemeinden einzuführen, so daß im Verein mit dem Bedarf des Pumpwerkes eine hinreichende Ausnutzung der neu zu erstellenden Fernleitungen gewährleistet werden konnte.

Bei den ziemlich langwierigen Verhandlungen über diese Frage hatte der Verfasser von vornherein den Grundsatz aufgestellt, die Anlage und den Betrieb des Pumpwerkes so einzurichten, daß es als reiner Nachtkraftabnehmer den Stromlieferanten möglichst günstige Bedingungen bieten, umgekehrt auch solche von ihnen erlangen konnte.

Die Verhandlungen führten endlich zum Abschluß zweier Verträge mit dem einen Elektrizitätsunternehmen. Dieses (wie übrigens auch das zweite anfänglich in Betracht gezogene Werk) arbeitet in der Hauptsache mit Wasserkraft, nämlich derjenigen einer alten umgebauten Mühle und neuerdings der durch Fernleitung angeschlossenen Großwasserkraftanlage bei Laufenburg am Oberrhein.

Der eine der beiden mit diesem Werk abgeschlossenen Verträge betrifft die allgemeine Licht- und Kraftversorgung der einzelnen Ortschaften und unterscheidet sich nicht von den anderwärts vielfach im Lande abgeschlossenen Verträgen, für die neuerdings durch das Ministerium des Innern bezw. die Abteilung für Wasserkraft und Elektrizität bei der Großh. Oberdirektion des Wasser- und Straßenbaues in Karlsruhe einheitliche Normalformen aufgestellt sind. Es braucht hier nicht näher auf diesen Vertrag eingegangen zu werden*).

Der zweite Vertrag bezieht sich ausschließlich auf die Kraftlieferung für das Verbandspumpwerk und soll hier auszugsweise, soweit sein Inhalt zum Verständnis erforderlich ist, und Interesse verdient, wiedergegeben werden:

§ 1.

Die E. U. C. O. liefert dem Verband elektrische Energie zum Betriebe des bei Munzingen zu erstellenden Pumpwerkes bis zu einer Leistung von 20 *kW*. Die Lieferung erfolgt in Form von Drehstrom mit einer Spannung von 3×8000 *V* und einer Periodenzahl von 50 in der Sekunde . . . . .

§ 2.

Die E. U. C. O. erstellt auf ihre Kosten die Zuführungsleitung bis an die Hochspannungsklemmen des Transformators.

Der Verband übernimmt dagegen auf seine Kosten alle weiteren Einrichtungen zur Nutzbarmachung der elektrischen Energie, insbesondere die Gestellung des Transformatorengebäudes und des Transformators.

§ 3.

Die Messung der elektrischen Energie erfolgt in 8000 *V*-Spannung durch einen Doppeltarifzähler. Die Anschaffung des Zählers wird von den Vertragsschließenden je zur Hälfte getragen, für die Unterhaltung wird der Verband eine jährliche Pauschalgebühr von Mk. 25 an die E. U. C. O. entrichten.

§ 4.

Der Betrieb des Pumpwerkes soll Nachts, und zwar in den Stunden von 10 Uhr abends bis 6 Uhr morgens erfolgen.

Für den in dieser Zeit verbrauchten Strom beträgt der Preis:

Für die ersten innerhalb eines Jahres verbrauchten 20 000 *kWh* je *kWh* 5 Pfg.

Für die nächsten innerhalb eines Jahres verbrauchten 10 000 *kWh* je *kWh* 4 Pfg.

Für den innerhalb eines Jahres darüber hinausgehenden Verbrauch je *kWh* 3·5 Pfg.

Reicht die vorgenannte Zeit für den Betrieb vorübergehend nicht aus, so darf der Betrieb aushilfsweise auch am Tage stattfinden, jedoch niemals in der Zeit von 5 bis 8 Uhr abends in den Monaten Oktober und Februar sowie von 4 bis 8 Uhr abends in den Monaten November, Dezember und Januar.

Der Preis der während des Tagesbetriebes verbrauchten elektrischen Energie beträgt 9 Pfg je *kWh*.

Als Mindestverbrauch an elektrischer Energie garantiert der Verband der E. U. C. O. vom zweiten Betriebsjahr ab jährlich 25 000 *kWh*.

§ 7.

Sollte die E. U. C. O. einem anderen Abnehmer mit 3000 Betriebsstunden oder weniger die elektrische Energie für Nachtbezug zu einem günstigeren Preise abgeben, so ist dem Verband die gleiche Vergünstigung einzuräumen.

§ 8.

Die Dauer dieses Vertrages beträgt 15 Jahre, beginnend am ersten Tage desjenigen Monats, in dem die Inbetriebsetzung stattfindet, und verlängert sich stillschweigend um je ein weiteres Jahr, wenn nicht jeweils 6 Monate vor Ablauf von einer der beteiligten Seiten eine schriftliche Kündigung erfolgt.

Die Jahresausgabe für den jährlichen Strombedarf von rund 35 000 *kWh* (hochspannungsseitig) stellt sich nach diesem Vertrag auf Mk. 1575. Der Durchschnittspreis der hochspannungsseitig abgenommenen Kilowattstunde berechnet sich daraus auf 4·5 Pfg.

Für einen Abnehmer von so geringer Anschlußgröße und Ausnutzungsdauer, dazu in einem rein ländlichen Versorgungsnetz, ist dies gewiß ein vorteilhafter Bezugspreis!

Es darf zum Vergleich bemerkt werden, daß in einem benachbarten Pumpwerk von ähnlicher Größe, das Tagesbetrieb mit unbeschränkter Stundenwahl hat, für die niederspannungsseitig gemessene Kilowattstunde 12 Pfg. bezahlt werden und daß unter dem in obigem Vertrage mit enthaltenen Preis von 9 Pfg./*kWh* hochspannungsseitig für Tagesbetrieb mit Sperrzeit unter ähnlichen Verhältnissen im Lande wohl nirgends Kraft abgegeben wird.

Für den Wasserversorgungsverband ergibt sich somit aus der Anwendung von Nachtkraft gegenüber Tagesbetrieb eine Ersparnis von rund Mk. 1600 im Jahre, was im vorliegenden Falle ungefähr 12% der gesamten Jahreskosten (einschließlich Zins und Tilgung) ausmachte.

Die tatsächliche Durchführung des Nachtstrombezuges bedingte nun natürlich auch andere Maßnahmen und Anordnungen bezüglich der Betriebsgestaltung sowie der maschinellen und elektrischen Einrichtung.

*) Vergl. Bericht der Gr. Oberdirektion des Wasser- und Straßenbaues (Abteilung für Wasserkraft und Elektrizität) über die „Elektrizitätsversorgung des Landes", Karlsruhe 1914.

Digitized by Google

Das dafür vom Verfasser ausgearbeitete, der Vergebung der Maschinenanlage zugrunde gelegte Programm sah von vornherein davon ab, einen rein handbedienten Betrieb zuzulassen. Denn dies hätte nicht nur den wirtschaftlichen Erfolg der Betriebsweise — die dann eine erhebliche Lohnerhöhung für den das Pumpwerk bedienenden Brunnenmeister bedingt hätte — sondern auch die Sicherheit und Güte der Bedienung selbst in Frage gestellt.

Es war vielmehr von vornherein ein halbselbsttätiger Betrieb nach folgenden Richtlinien vorgeschrieben:

Das Anlassen der Pumpe, abends nach Ablauf der Sperrzeit, sollte jeweils von Hand durch den Brunnenmeister, der vom nächsten Dorfe, Munzingen seinem Wohnsitz, aus das Pumpwerk mit Fahrrad in zehn Minuten bequem erreichen kann, bewirkt werden. Der Mann sollte dann noch eine kurze Weile zur Beobachtung des einwandfreien Ganges der Maschinen, der Lagererwärmung und zur Vornahme kleiner Aufräumungsarbeiten im Pumpwerk bleiben und dann wieder in seine Wohnung zurückkehren, so daß die Pumpe die Nacht durch unbeaufsichtigt weiterlief.

Bei Eintritt der Füllung des Hochbehälters, der, wie auch sonst üblich, ohnedies durch elektrischen Fernpegel mit dem Pumpwerk und der Wohnung des Brunnenmeisters zu verbinden war, sollte durch einen Schwimmerkontakt die Fernausschaltung der Pumpe bewirkt werden.

Zur weiteren Sicherheit für allfälliges Versagen dieser Auslösung war am Ausguß des Steigrohres in dem Hochbehälter ein selbsttätiges Schwimmerabschlußventil der allgemein bekannten Anordnung vorgesehen. Wenn also die elektrische Fernausschaltung versagt hätte, so wäre eine Überflutung des ohne Überlauf angelegten Hochbehälters (bezw. ein unnötiger Arbeitsverbrauch) durch diese Einrichtung mechanisch verhindert worden, ohne daß schädliche Druckerhöhungen bei dem Kreisel pumpenbetrieb zu befürchten gewesen wären. Auch eine übermäßige Erhitzung der Pumpe war nicht zu erwarten, weil ein geringer Wasserverbrauch infolge des Vorhandenseins von Rohr- und Hahnenundichtigkeiten auch des Nachts immer zu erwarten war.

Am Morgen, gegen Schluß der Betriebszeit oder kurz nachher, sollte dann der Brunnenmeister oder sein Gehilfe das Pumpwerk abermals aufsuchen, um nachzuschauen und die nötigen Unterhaltungsarbeiten auszuführen.

Zur Sicherung gegen eine Ausdehnung des Pumpenbetriebes über die Sperrzeit hinaus — etwa infolge außergewöhnlichen Wasserverbrauchs in der Nacht — war noch die Anordnung einer gewöhnlichen Schaltuhr im Programm als erwünscht bezeichnet, die mit Eintritt der morgendlichen Sperrstunde die Abschaltung des Motors veranlassen sollte, wenn diese nicht schon vorher infolge Vollaufens des Behälters eingeleitet worden sein sollte.

Unter den Angeboten, die bei der Ausschreibung der Arbeiten auf Grund dieses Programms einliefen, fiel die Wahl aus verschiedenen Gründen auf dasjenige der Firma Brown, Boveri und Cie. in Mannheim, deren Vorschläge vollständige Einhaltung der Programmgrundsätze versprachen und sogar insofern darüber hinaus gingen, als noch ein Schwimmerkontakt für selbsttätiges Anlassen der Pumpe für den Fall einer tagsüber unerwartet eintretenden allfälligen Entleerung des Hochbehälters vorgesehen war. Ein Anlaufen in der vertraglichen Sperrzeit sollte dabei durch entsprechende Einstellung der Schaltuhr verhindert werden.

In Fig. 1 ist das Schaltungsschema der mit diesen Erweiterungen ausgeführten Anlage wiedergegeben. Dazu ist noch folgendes zu bemerken:

Der Ölschalter *OS* auf der Hochspannungsseite dient dazu, den Spannungswandler bei Reinigungsarbeiten usw. spannungslos zu machen. Er könnte auch, bei täglicher

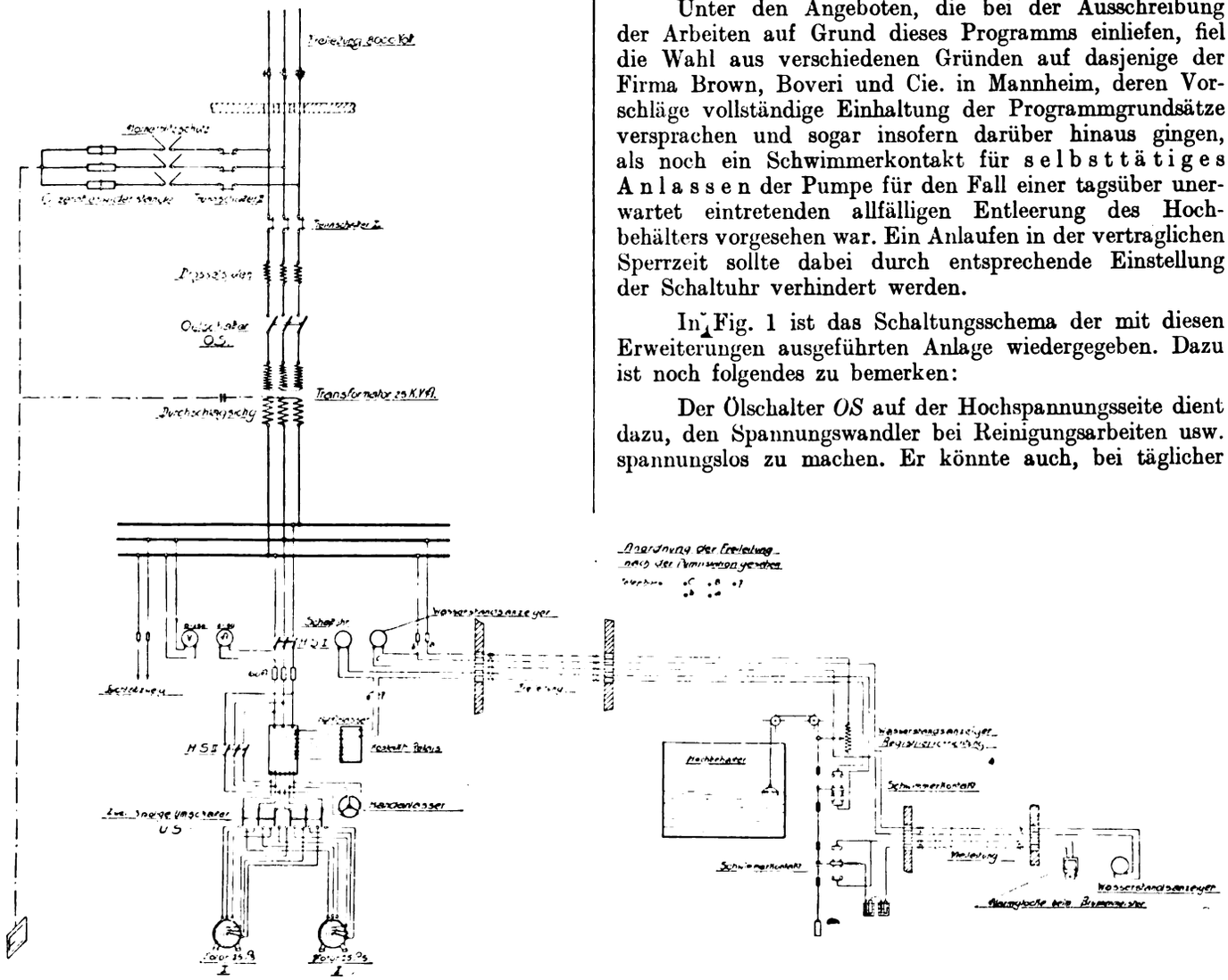


Fig. 1

Digitized by Google

Betätigung, benutzt werden, um den ständigen Energieverlust im Spannungswandler während des Stillstandes der Motoren zu vermeiden, doch unterläßt man dies lieber wegen der schädlichen Einwirkung der häufig wiederholten wechselnden Abkühlung und Erwärmung auf den Spannungswandler.

Das Anlassen und Abschalten der Pumpe kann von Hand oder selbsttätig erfolgen.

Zu allernächst ist in jedem Fall der willkürlich für den Betrieb vorgesehene Motor I oder II durch Betätigung der dreipoligen Umschalter *U S* an die Strombahn zu legen. Für Anlassen von Hand ist sodann der Handschalter I und darauf derjenige Nr. II zu schließen, worauf durch Betätigung des Handanlassers der Motor in üblicher Weise in Gang gesetzt werden kann. Wenn das Ausschalten hernach selbsttätig durch die Schwimmersteuerung bewirkt werden soll, so ist der Schalter *H S* II wieder zu öffnen.

Beim rein selbsttätigen Betrieb bleibt der Schalter *H S* II von vornherein geöffnet und es wird das Ein- und Ausschalten durch den mit einem kleinen Hilfsmotor betriebenen selbsttätigen Anlasser bewirkt, der seinerseits durch die mit einem Kontaktrelais verbundene Schwimmersteuerung betätigt wird.

Zur Vermeidung von Beschädigungen der Motoren — falls nach einem etwaigen Aussetzen der Spannung während des Betriebes diese plötzlich wieder einsetzen sollte — ist der selbsttätige Anlasser mit einer Nullspannungsauslösung versehen. Durch diese wird die Statorwicklung selbsttätig vom Netz abgetrennt, wenn die Spannung während des Betriebes ausbleibt. Beim Wiedereintreten der Spannung tritt der Steuermotor des selbsttätigen Anlassers in Tätigkeit, wodurch zunächst die Anlaßwiderstände vorgeschaltet werden. Darauf erfolgt dann das ordnungsgemäße Wiedereinschalten, so lange der Schwimmerschalter auf „Eingeschaltet" steht.

Zur Sicherheit gegen längeres Unterdrucksetzen der Steigleitung bei abgeschlossenem Hochbehälter oder umgekehrt gegen Leerlaufen des Hochbehälters ist noch ein zweiter Schwimmerkontakt mit etwas weiteren Grenzanschlägen angeordnet, der auf eine in der Wohnung des Brunnenmeisters untergebrachte Alarmglocke wirkt.

Die Anlage ist jetzt anderthalb Jahre im Betrieb und hat sich dabei vollkommen bewährt.

Die Mehrkosten der Erstellung, die allerdings dabei durch das Hinzukommen des selbsttätigen Anlassers und zweier weiteren Drähte auf der Freileitung zwischen Pumpwerk und Hochbehälter bedingt sind, werden in den Jahreskosten weit überwogen durch die Einsparung am Gehalt des Brunnenmeisters, der bei der gewählten Anordnung fast gar keinen Nachtdienst zu tun hat und unter Tags für die Unterhaltung der Rohrnetze verfügbar bleibt.

Die oben nachgewiesene bedeutende Ersparnis an Stromkosten bleibt dabei ganz frei und die Aussicht auf sie sollte bei den guten Betriebserfahrungen dazu angetan sein, auch anderwärts zur Einrichtung des wirtschaftlich für Wasserversorgungs- wie Überlandzentralenunternehmer gleich wertvollen Nachtbetriebes anzuregen.

Untersuchungen über die Imprägnierung hölzerner Leitungsmaste durch Tränkung.

Von **Robert Nowotny**, Oberbaurat, Wien.

(Schluß von Heft 32, Seite 677.)

Nutzanwendung für die Praxis.

Die erhaltenen Ergebnisse, wie sie sich in den Tabellen und namentlich in den Schaulinien ausdrücken, geben wertvolle Anhaltspunkte für die Durchführung der Tränkungen in der Praxis. Vor allem sieht man, welchen Einfluß die Dauer der Einlaugung auf die Menge der einzubringenden Flüssigkeit ausübt. Ohne weiteres ist klar, daß im späteren Verlaufe der Tränkung die Aufnahme verhältnismäßig gering ausfällt, daß also mit der übermäßigen Verlängerung der Einlaugezeit nicht viel erreicht wird, weil die Betriebskosten durch die längere Inanspruchnahme der Anlage wesentlich höher ausfallen.

Bei der Kiefer läßt sich durch längeres Einlaugen eher noch eine halbwegs merkliche Zunahme erzielen, bei der Fichte dagegen sind die Aufnahmen verhältnismäßig klein, daher nicht mehr lohnend.

Am günstigsten für den Tränkprozeß sind offenbar die ersten Abschnitte der Aufnahmeschaulinien, wo erhebliche Mengen zugeführt werden können. Dies legt den Gedanken nahe, die Zufuhr des Antiseptikums dadurch zu beschleunigen, daß man verhältnismäßig starke Lösungen des Imprägniermittels anwendet, aber die Zeit des Einlaugens verkürzt. Indes kann diese Art der Zuführung aus verschiedenen Gründen nicht allzuweit getrieben werden. Wenn die Zeit des Einlaugens nur kurz bemessen wird, so erreicht man nur eine sehr geringe Eindringungstiefe, das pilzwidrige Mittel bleibt oberflächlich nur in einer dünnen Holzschicht verteilt und kann späterhin nicht so ausgiebig schützen, wie wenn es auf größere Tiefen verteilt wird. Das ist der Grund, weshalb man es vorziehen wird, den Tränkungsprozeß längere Zeit währen zu lassen.

Ebenso wichtig ist ein anderer Umstand, der in mechanisch-chemischen Verhältnissen begründet ist. Treibt man die Konzentration der Imprägnierflüssigkeit hoch, um damit in möglichst kurzer Zeit entsprechend große Aufnahme zu erreichen, so wird die äußere Holzschicht mit starken Salzlösungen erfüllt, die die Holzfaser allenfalls chemisch angreifen und sehr leicht die Festigkeitsverhältnisse der getränkten Holzschichten ungünstig beeinflussen können.

Noch in anderer Richtung sind die oben erwähnten Ergebnisse für die Praxis der Imprägniertechnik von Wichtigkeit; sie lehren, daß die Kiefer bei gleicher Behandlung im Tränkungstroge immer wesentlich mehr Imprägnierflüssigkeit aufnimmt, als die Fichte oder Lärche. Da nun die Haltbarkeit des konservierten Holzes in erster Linie von der Menge des von ihm aufgenommenen antiseptischen Stoffes abhängt, können Fichtenstangen, die gleichartig zubereitet wurden wie Kiefernstangen, als nicht gleichwertig in der Güte bezeichnet werden.

Für die Praxis hat dieser Umstand naturgemäß große Bedeutung; es ist hienach klar, daß man völlig ungleichwertiges Holzmaterial erhält, wenn man in ein und derselben Trogbeschickung Kiefern und Fichten gleichzeitig der Tränkung unterwirft. Soll also möglichst gleichartiges Material erzeugt werden, so muß man in derselben Charge Holz gleicher Gattung verwenden, überdies aber, soweit es angeht, nur Holz möglichst gleicher Abstammung, gleicher Trockenheit und vom selben Stapel des Lagerplatzes einlaugen. Wie man durch genaueres Studium des Verfahrens mit Erfolg auf gleichwertiges Material hinarbeiten kann, habe

Digitized by Google

ich unlängst hinsichtlich der Erzeugung von kyanisierten Holzstangen gezeigt*).

Will man die getränkte Fichte in ihrer Güte der Kiefer näher stellen, so muß man die Aufnahmen an Imprägniermittel bei Fichten erhöhen, was durch längeres Einlaugen oder innerhalb der im betreffenden Falle zulässigen Grenzen durch Verwendung stärker konzentrierter Flüssigkeiten geschehen kann. Tritt Überaufnahme des wirksamen Stoffes auf, wie zum Beispiel bei Sublimat, so können bei verhältnismäßig stärkerer Überaufnahme bei der Fichte in nicht all zu sehr verschiedenen Zeitabschnitten gleiche Mengen des Imprägniermittels dem Holze zugeführt werden, wie bei der Kiefer.

Diese Verhältnisse wird sich namentlich der Verbraucher vor Augen halten müssen, um hienach bei den Lieferungsvereinbarungen die Qualitätsverschiedenheit der einzelnen Holzarten auseinanderzuhalten; es wird sich dieses verschiedene Verhalten bei Beachtung wirtschaftlicher Überlegungen auch im Preise des verschiedenwertigen Materials ausdrücken müssen.

Die Richtlinien für den Betrieb lassen sich nach den voranstehenden Darlegungen im allgemeinen unschwer finden. Erfolgt die Aufnahme der Konservierungsflüssigkeit in ungeänderter Zusammensetzung, findet also keine Überaufnahme statt, so ersieht man an der Hand der früher gebrachten Ergebnisse, welche Aufnahme im bestimmten Falle etwa zu erwarten sein wird, wie man also den Betrieb wird führen müssen, um das beabsichtigte Ziel zu erreichen. Hat man es bei einem bestimmten Mittel mit Überaufnahmen zu tun; so wird man allerdings durch besondere Untersuchungen noch feststellen müssen, wie gearbeitet werden muß, um Material bestimmter Wertigkeit herzustellen.

Tränkungsverlauf und Holzeigenschaften.

Der Vornahme der früher besprochenen Tränkungsversuche lag noch eine andere Absicht zugrunde: Die Untersuchung der Frage, ob eine Abhängigkeit des Tränkungsverlaufes von verschiedenen, leichter zu beurteilenden Eigenschaften der getränkten Hölzer bestehe; für den praktischen Betrieb hätte die Feststellung derartiger Beziehungen mancherlei Vorteile. Ihr Wert läge namentlich darin, daß man es dann vielleicht erzielen könnte, halbwegs gleichartiges Material für Trogbeschickungen zu wählen, wodurch sich dann gleichwertige Hölzer erzeugen ließen.

Um für diese Versuche brauchbares Material zu erhalten, waren Kiefern und Fichten in Form von Rundholz in möglichst verschiedener Beschaffenheit dem Tränkverfahren unterworfen worden, wodurch möglichst große Abweichungen in der Flüssigkeitsaufnahme erreicht werden konnten. Die Versuchshölzer wurden dann in verschiedener Richtung genau untersucht und die erhaltenen Daten mit den Aufnahmen in Beziehung gebracht.

Die Ergebnisse sind in den Tabellen VIII bis X übersichtlich dargestellt, und zwar geordnet nach fallenden Flüssigkeitsaufnahmen, was leicht festzustellen gestattet, ob dieselben in gewissen einfachen Beziehungen zu verschiedenen Eigenschaften stehen. Ein Teil der Hölzer war wie schon früher erwähnt, an beiden Endflächen flüssigkeitsdicht gemacht worden, hier treten also die Wirkungen der Mantelfläche unbeeinflußt hervor, es konnte demnach der Zusammenhang zwischen Holzeigenschaften und Tränkung hier am klarsten beobachtet werden.

*) R. Nowotny. „Einfluß des Holzmaterials auf die Kyanisierung von Leitungsmasten." E. u. M., 1913, Seite 511.

Vorerst wurde das Raumgewicht der verschiedenen Versuchshölzer bestimmt; es liegt nahe, an einen anderen Verlauf der Tränkung bei dichten, schweren Hölzern als wie bei leichteren von lockerer Struktur zu denken. Es läßt sich jedoch keine derartige Abhängigkeit feststellen. Dann wurde (in Tabelle VIII) versucht, das Raumgewicht der äußeren Holzschichten allein mit den Aufnahmen in Beziehung zu bringen, da beim Tränkungsprozeß eigentlich doch nur die äußerste Holzschichte die Aufnahme beeinflussen kann. Aber auch hier folgen die Werte regellos aufeinander, und zwar gilt dies sowohl für die lufttrockenen wie für die bei 100° wasserfrei gemachten Holzpartien.

Tabelle VIII.

Beziehungen zwischen den Flüssigkeitsaufnahmen und verschiedenen Holzeigenschaften. 8 *m* lange Stangen, geordnet nach abnehmenden Flüssigkeitsaufnahmen, getränkt im Jahre 1913 mit Bellitlösung (3%) durch 35 Tage.

A. Kiefer.

Fortlaufende Nummer der Stange	Flüssigkeitsaufnahme in *kg* pro m^3	Raumgewicht, aus der lufttrockenen Stange berechnet	Raumgewicht des lufttrockenen Stangenholzes aus den äußeren Holzschichten	Trockengewicht des bei 100° C getrockneten Stangenholzes aus den äußeren Holzschichten	Zahl der Jahresringe in der 10 *mm* breiten äußeren Zone
1	159·7	543	591	552	7
2	136·2	555	537	519	9
3	132·1	472	553	520	14
4	132	504	585	568	18
5	108·6	532	637	596	24
6	104·5	515	667	651	15
Mittel	130·5	520	595	568	—
		B. Fichten.			
1	79·6	477	538	497	14
2	78·9	454	462	428	18
3	66·7	484	479	454	18
4	54·9	479	585	541	12
5	52·8	495	508	479	21
Mittel	66·6	478	514	479	—

Das Raumgewicht der Rundhölzer und ihrer äußeren Holzschichten ist sonach ohne Einfluß auf den Verlauf der Tränkung.

Ein beim Holze leicht festzustellendes Kennzeichen ist die Zahl der auf die Längeneinheit im Radius entfallenden Jahresringe; falls hier gesetzmäßige Beziehungen zur Flüssigkeitsaufnahme vorhanden wären, müßten sie sich leicht ermitteln lassen. Ich habe an einer Reihe der getränkten Stämme die Jahresringe in den äußersten Zonen, und zwar in 3, 5, 10 und 20 *mm* Breite bestimmt und in die Tabellen VIII bis X eingesetzt. Es kann aber auch hier kein Zusammenhang zwischen Tränkungsaufnahmen und der größeren und kleineren Zahl der Jahresringe nachgewiesen werden. In manchen Fällen nimmt das engringige Holz mehr auf, manchmal wieder ergeben die Hölzer mit breiten Jahresringen in den Außenzonen bessere Eindringung.

Digitized by Google

Tabelle IX.

8 *m* lange Stangen, an beiden Endflächen abgedichtet, mit Bellit (3·5° Bé) sieben Tage lang getränkt.

A. Kiefer.

Fortlaufende Nummer der Stange	Flüssigkeitsaufnahme in *kg* pro m^3	Flüssigkeitsaufnahme in *kg* pro m^2 Stangenoberfläche	Raumgewicht, aus der lufttrockenen Stange berechnet	Zahl der Jahresringe in der 10 *mm* breiten äußeren Zone	Beobachtungen in der 5 *mm* breiten äußeren Zone: Zahl der Jahresringe	Breite des Frühholzes in *mm*	Verhältnis des Frühholzes zum Spätholz	Mittlere Breite der Spätholzringe in *mm*	Zahl der Jahresringe in der 3 *mm* breiten äußeren Zone	Breite der Spätholzringe in dieser Zone in *mm*	Mittlere Tiefe des Eindringens der Gelbfärbung des Bellits in *mm*
1	91·8	4	647	15	9	2·5	1	0·28	8	0·17	3
2	72·6	3·3	482	13	8	3·4	2·12	0·20	—	—	2·5
3	60·4	2·5	506	11	5	2·8	1·27	0·44	—	—	3
4	58·6	2·5	519	7	4	3·3	1·94	0·42	—	—	2·5
5	52·1	2·3	574	13	6	3	1·5	0·33	4	0·38	2
Mittel	67·1	2·9	546	—	—	—	—	—	—	—	2·6
B. Fichten.											
1	43·8	1·74	531	10	5	3	1·5	0·40	—	—	1·2
2	20	0·86	427	10	6	3	1·5	0·33	—	—	1·3
3	19·7	0·87	490	8	4	3·1	1·63	0·47	—	—	1
4	19·3	0·86	544	20	12	2·8	1·27	0·18	—	—	2·5
5	17·7	0·70	494	19	10	2·3	0·85	0·27	—	—	1
Mittel	24·1	1·01	493	—	—	—	—	—	—	—	1·4

Tabelle X.

8 *m* lange Stangen, ohne Abdichtung der Endflächen, mit Bellit (3·5° Bé) sechs Tage lang getränkt.

A. Kiefer.

Fortlaufende Nummer der Stange	Flüssigkeitsaufnahme in *kg* pro m^3	Raumgewicht, aus der lufttrockenen Stange berechnet	Zahl der Jahresringe (in der 10 *mm* breiten äußeren Zone)	Breite des Frühholzes in *mm* (in der 10 *mm* breiten äußeren Zone)	Zahl der Jahresringe (in der 20 *mm* breiten äußeren Zone)	Breite des Frühholzes in *mm* (in der 20 *mm* breiten äußeren Zone)	Splintbreite in *mm*
1	85·4	603	8	6·2	15	12·9	47
2	71·0	560	38	7·5	58	15	18
3	63·1	516	—	—	—	—	—
4	61·9	516	—	—	—	—	—
5	53·2	618	14	6	24	11·6	37
Mittel	66·9	562	—	—	—	—	—
B. Fichten.							
1	25·4	500	12	6·1	21	11·8	—
2	25·1	525	13	6·3	20	12·8	—
3	24·9	498	—	—	—	—	—
4	24·4	500	—	—	—	—	—
5	23·1	518	26	5·8	47	12	—
Mittel	24·6	508	—	—	—	—	—

Es wurde dann noch untersucht, ob nicht eine Abhängigkeit zwischen Aufnahme und näherer Beschaffenheit der Jahresringe vorhanden sei. So wurde die gesamte Breite des Frühholzes in der untersuchten Zone gemessen, ferner das Verhältnis des Frühholzes zum Spätholze bestimmt und die mittlere Breite der Spätholzringe berechnet. Aber auch diese Eigenschaften stehen in keinem unmittelbaren Verhältnis zur Flüssigkeitsaufnahme.

Weil die Markstrahlen an der Flüssigkeitsaufnahme und -weiterleitung wohl jedenfalls einen starken Anteil haben, ermittelte ich bei zwei Kieferstämmen von möglichst verschiedener Aufnahmsfähigkeit die Zahl der Markstrahlen in der Flächeneinheit des Tangentialschnittes. Es ergab sich in beiden Fällen fast genau die gleiche mittlere Zahl, nämlich 16·6 im Quadratmillimeter.

Bei dem so stark voneinander abweichendem Verhalten der einzelnen Hölzer darf es dann auch nicht Wunder nehmen, wenn beispielsweise die Tiefe des Eindringens der Gelbfärbung der Bellitlösung (von Dinitrophenol herrührend) nicht proportional ist mit der Menge der aufgenommenen Flüssigkeit (siehe Tabelle IX), so daß also in manchen Fällen bei verhältnismäßig niedrigen Aufnahmen eine breitere Zone der Gelbfärbung beobachtet werden konnte.

Es zeigt sich also bei all diesen Untersuchungen immer wieder, daß in der makroskopischen Struktur der Hölzer nicht der Grund für die verschiedene Aufnahmsfähigkeit des Holzes liegen könne. Offenbar ist es das feinere Gefüge des Holzes, dessen besondere chemische und physikalische Beschaffenheit, der Harzgehalt usw., worin die letzteren Ursachen der verschieden großen Aufnahmsfähigkeit der einzelnen Stämme zu suchen sind. Für praktische Zwecke kann man sich aber selbstverständlich auf mühsame, mit besonderen Hilfsmitteln vorzunehmende Untersuchungen nicht einlassen. Hier könnte man nur leicht wahrnehmbare Verhältnisse der Holzbeschaffenheit zur Beurteilung wählen. So muß also die Praxis wie bisher wohl auch weiterhin vorläufig darauf verzichten, eine Auswahl unter den Stämmen treffen zu können, um sie nach voraussichtlich größerer oder kleinerer Aufnahme für die Tränkung zu gruppieren.

Digitized by Google

37. Hauptversammlung der National Electric Light Association*).

Die diesjährige Hauptversammlung der 13 000 Mitglieder umfassenden Vereinigung der Elektrizitätswerke in den Vereinigten Staaten fand vom 1. bis 5. Juni in Philadelphia statt; im nachstehenden wird ein auszugsweiser Bericht über die wichtigsten Vorträge und Komiteeberichte wiedergegeben.

Nach dem Berichte des Sekretärs H. Scott hat sich die Mitgliederzahl im letzten Berichtsjahre um 239 vermehrt. Es wurden 130 000 Propagandaschriften ausgegeben, daneben wichtige Handbücher, darunter „Meterman's Handbook" und „Electrical Salesman Handbook". Die Zahl der Elektrizitätswerke beträgt 6129, welche ein Gebiet mit 46 Millionen Einwohnern mit Strom versorgen; von diesen sind 2619 größere Werke in Händen von 140 Unternehmungen, welche ein Gebiet von 36 Millionen Einwohnern umfassen.

Das Komitee für öffentliche Angelegenheiten hat einen Bericht über elektrische Unfälle und deren Verhütung ausgearbeitet. Es wird festgestellt, daß 92% der in Betracht gezogenen Unfälle durch eigenes Verschulden herbeigeführt wurden. Nach einer im Staate New York geführten Statistik entfallen auf 1000 Werksangestellte 4·67 tödlich Verunfallte in den kleineren und 1·93 in größeren Werken. Es wurde zur Belehrung des Personales die Bestimmung getroffen, daß jeweils 10% aller Werksangestellten an einem sechsmonatlichen Lehrkurs teilzunehmen haben. Da die meisten Unfälle durch Berührung stromführender Leitungen herbeigeführt werden, dienen Lichtbilder (Films) unter Vorführung der Gefahren und Vorsichtsmaßregeln bei Handhabung stromführender Leitungen und Apparate zur Belehrung.

Über Tarifangelegenheiten berichtet E. W. Lloyd. Die Bestimmung der Strompreise soll im allgemeinen auf Grund der Selbstkosten erfolgen, wiewohl auch die allgemeine Wertschätzung als Basis für die Differenzierung (Höchstpreise) dient. Als Grundsätze haben dabei zu gelten: 1. Die Strompreise sind so zu bemessen, daß eine angemessene Verzinsung des Anlagekapitals gewährleistet wird und eine Erhöhung desselben leicht durchführbar ist. 2. Die Strompreise (Tarife) der einzelnen Abnehmer sollen so bemessen sein, daß die Selbstkosten für jeden Abnehmer ein Minimum und die Ausnutzung der Zentrale ein Maximum erreicht (Begünstigung der Stromabnahme außerhalb der Belastungsspitzen). Überschreitet die Verzinsung einen bestimmten Prozentsatz, so kann eine Ermäßigung der Strompreise festgesetzt werden, oder der Mehrgewinn als Abgabe (Steuer) oder in Form von Gratisstrom für öffentliche Zwecke abgeführt werden. Für Großabnehmer und sehr kleine Abnehmer sind besondere Tarife auszuarbeiten. Im Wettbewerb mit Gas und elektrischen Einzelnanlagen soll das Prinzip des freien Wettbewerbes zur Geltung kommen.

Über Fortschritte im Bau von Betriebsmaschinen berichtet Moultrop. Die Fortschritte bestehen in den Einrichtungen zur Erzielung einer raschen und wirksamen Verbrennung von minderwertigen Kohlen, Verhinderung des Aschenfluges, Erhöhung der Kesselkapazität usw. Die Verwendung der Gasmaschinen zeigt zugunsten der Dampfturbinen einen ständigen Rückgang, wenngleich die Zahl der industriellen Unternehmungen zur Erzeugung von Gas- und Rohölmaschinen eine Zunahme erfahren hat. Die Fortschritte im Bau von Wasserkraftmaschinen beziehen sich auf Verbesserung der Lagerung, Erhöhung des Wirkungsgrades und der Leistung; nach Coldwell können die Wasserkraftmaschinen selbst bei einer Erhöhung der Anlagekosten um 50% im Vergleiche mit Dampfmaschinen noch mit bedeutend geringeren Betriebskosten (etwa 10 bis 20%) arbeiten. Gegenwärtig werden nach Leastone für kleine Leistungen die horizontalen, für größere Leistungen bei kleinen und mittleren Gefällen in Amerika die vertikalen Turbinen bevorzugt. Die gleichzeitige Regelung von mehreren mehrstufigen Turbinen kann von einer gemeinsamen Stelle von Hand aus erfolgen.

Über den Einfluß der Temperatur auf die Leistungsfähigkeit elektrischer Apparate berichtet Newbury. Die Temperatur soll an den heißesten Stellen der Wicklung gemessen werden; ist die Messung nur an den äußeren Stellen möglich, so muß das Temperaturgefälle genau ermittelt werden; dasselbe ist am höchsten zwischen Nut und den inneren Wicklungslagen. Für die praktische Lebensdauer und Temperaturgrenzen der Isolation sind Normalien auszuarbeiten auf Grund von Versuchsergebnissen bei langlaufenden Maschinen. Als oberste Temperaturgrenze kann angesehen werden: bei imprägnierter Leinwand, Papier, Seide und Fiber 105° C, bei Kombination derselben mit Glimmer und ähnlichem Material 125° C und bei ausschließlicher Verwendung von reiner Glimmerisolation und gleichwertigem Material 150° C.

*) Vergl. Electrical World, 6. Juni 1914.

Erdung von Sekundärleitungen. Von 5% aller Unternehmungen verwenden nach Blood 325 die Erdung der Sekundären, da die Mehrkosten derselben durch die Herabsetzung der Betriebsstörungen kompensiert werden. Von 222 Unternehmungen verwenden 112 die Erdung an Wasserleitungen und sind bei 131 Werken keinerlei Beschädigungen von Rohrleitungen festgestellt worden; die künstliche Erdung erweist sich in der Regel als unzureichend.

Erfahrungen an Hochspannungskabelleitungen teilt Ph. Torchio mit. Die Anordnung von Hilfsverbindungen an den Kabelkästen ist zweckmäßig; die Sekundärseite der Transformatoren ist gegen das Kabelnetz mit automatischen Schutzvorrichtungen zu versehen und hinreichend zu ventilieren. Bei Prüfung von 15 000 *V*-Kabel erfolgte der Durchschlag erst bei vier- bis fünffacher Betriebsspannung. Die Lagerung in Zementmörtel ist wegen des Unterdrückens der Lichtbogenbildung zweckmäßiger als die Verwendung von Asbestumhüllungen und Stahlbändern. Bei direkter Verlegung von Bleikabeln in Erde zeigten 80% derselben nach vier Jahren noch keine Betriebsstörung; auch die Verwendung von Fiberrohren mit Kompoundausguß zeigt eine ebenso hohe Widerstandsfähigkeit wie die angegebenen Verlegungsarten. Die zulässige Temperaturerhöhung bei Hochspannungskabeln mit Bleimantel soll 35 bis 50° C betragen, bei einer Leitertemperatur von 40° C. Von 100 km geprüfter Hochspannungskabel wiesen nach einjährigem Betrieb 14% Durchschläge infolge Elektrolyse und mechanischer Beschädigung auf. Die Prüfspannung soll die einhalb- bis zweifache Betriebsspannung während fünf Minuten nicht überschreiten.

Fortschritte in der elektrischen Beleuchtung. Darüber berichten Smith und Israel. Im Jahre 1913 wurden etwa 100 Millionen Glühlampen in den Vereinigten Staaten verkauft (Zunahme 13% gegen das Vorjahr), von denen etwa 33% auf Wolframlampen und 11% auf Kohlenfadenlampen entfallen. An Stelle der 16 *NK*-Kohlenfadenlampe tritt meist die 60 *W*-Wolframlampe, so daß keine Verringerung der Belastung eintritt. Die neuesten Fortschritte beziehen sich auf die Herstellung der Halbwatt-Stickstofflampe für 400 bis 1000 *NK* (versuchsweise bis 2500 *NK*), dann von 110 *V*-Lampen für Kerzenstärken von 10 *NK* und darunter. Die Magnetitbogenlampe hat einen Wattverbrauch von 0·4 *W* pro *NK* erreicht, desgleichen die Quecksilberdampflampen und Flammenbogenlampen.

Die zukünftige Entwicklung des Elektromobils schildert Dr. Steinmetz. Das Benzinfahrzeug dürfte, namentlich für kleine Distanzen und Geschwindigkeiten, in den nächsten zehn Jahren durch das Elektromobil ersetzt werden. Seine Vorzüge bestehen in der höheren Sicherheit und Bequemlichkeit; die Kosten dürften auf 2500 K pro Fahrzeug herabgesetzt werden, das Gewicht auf 500 kg. Die maximale Fahrgeschwindigkeit beträgt 30 km pro Stunde und kann der Betriebsradius (bei einmaliger Ladung) auf 50 *km* ausgedehnt werden. Die Kosten der Ladung betragen bei dem üblichen Strompreis (25 h pro *kWh*) rund K 25 pro Monat, die Instandhaltungskosten der Batterie K 10, die Gesamtbetriebskosten K 50. Es ist zu erwarten, daß sich bei einem Strompreis von 5 h pro *kWh* (Nachtladung) der Konsum auf 1500 Millionen *kWh* steigern dürfte, was einer Einnahme von 300 Millionen Kronen jährlich entspricht. Bei der Nachtladung wird der Belastungsfaktor der Zentralen verbessert und es entfällt die Notwendigkeit der Aufstellung neuer Maschinen.

Zur Erhöhung des Belastungsfaktors außerhalb der Belastungsspitzen macht G. H. Jones Vorschläge. Außer der Stromlieferung für Eiserzeugungsanlagen und Elektromobile kommt noch der Nachtstrom für elektrochemische Werke und Industrieanlagen in Betracht; auch könnte im Sommer die Stromabgabe an Einzelnanlagen erfolgen, die im Winter den Dampf für Heizung benötigen. Die Tarife sind diesen Bedingungen entsprechend niedrig zu bemessen, etwa mit 5 h pro *kWh*, wie dies bereits in Chicago, bei Garantie eines Belastungsfaktors von 65% der Fall ist. *L. R.*

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Einrichtungen zum Verringern der Spitzenbelastung in Elektrizitätswerken. T. E. Tynes. In Werken, bei denen besondere Sperrstundentarife zur Zeit der Spitzenbelastung bestehen, ist es zweckmäßig, entweder eine besondere Maschineneinheit für diesen Zweck aufzustellen oder die Energie in anderer Form außerhalb der Spitzenzeit aufzuspeichern. In einer derartigen Anlage wurde zu diesem Zwecke eine 750 *kW*-Abdampf-Frischdampfturbine aufgestellt, welche mit dem Auspuffdampf der Dampfpumpen- und Kompressoren betrieben wird. Diese Turbine ist mit zwei 375 *kW*, 250 *V*-Gleichstromgeneratoren bei 1500 U. p. M. gekuppelt. Die Energie wird mit 60 000 *V* übertragen und dann auf 2300 *V* bezw. 440 *V* (mittels Motorgenerator) transformiert. Zur Kontrolle dieser

Digitized by Google

Maschinen diente ursprünglich ein motorbetriebener Rheostat in Verbindung mit zwei Klauenkupplungen, welche von Solenoiden betätigt wurden, deren Stromstärke von einem kontaktgebenden Amperemeter entsprechend der Belastung reguliert wurde. Diese Einrichtung sprach jedoch zu langsam an und wurde nach Aufstellung eines Höchstbelastungsmessers, der auf Spitzenbelastungen von 1 Minute Dauer eingestellt war, ersetzt. Die Einrichtung besteht (Fig. 1) aus einem Kontaktstück A, dessen Enden p_1 bis p_3 sukzessive in drei Quecksilberbehälter M_1 bis M_3 eintauchen. Die Betätigung erfolgt von einem Registrierwattmeter, welches die Spitzenbelastungen aufzeichnet. Die Enden p_2 und p_3 sind gleich lang und schließen bei Erreichung einer bestimmten Belastung einen Relaisstromkreis $C\,T_1$, welcher einen Widerstand im Erregerfeld des Turbinengenerators kurzschließt und dadurch die Spannung bezw. Belastung verändert. Gleichzeitig wird ein Widerstand in den Erregerkreis des Motorgenerators durch Betätigung des Relais $C\,M_1$ eingeschaltet und dessen Belastung vermindert. Bei sehr hoher Belastung wird auch der Kontakt p_1 geschlossen, wodurch das Relais (Schütze) $C\,T_2$ betätigt wird und die Erregung beider Maschinen in stärkerem Maße als vorher verändert. Zur Verhinderung von Überlastungen werden durch einen Shuntwiderstand die Relais $C\,T_1$ und $C\,T_2$ automatisch geöffnet bezw. $C\,M_1$ und $C\,M_2$ geschlossen, wodurch die Belastung auf den Motorgenerator übertragen wird. Beim Sinken der Belastung werden die Kontakte p_1 bis p_3 in der angegebenen Reihenfolge wieder geöffnet.

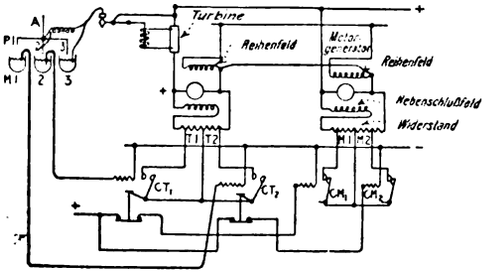


Fig. 1.

(Proc. A. I. E. E., Juni 1914.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Wärmeströmungserscheinungen bei der Gleichstromdampfmaschine. Von Dipl. Ing. P. Berger. Die höhere Wirtschaftlichkeit der Gleichstrommaschine gegenüber der Einzylinder-Wechselstrommaschine ist in erster Linie darin begründet, daß der Dampfauslaß aus der heißen Einlaßzone der Zylinderenden herausgerückt ist, so daß der ausströmende Dampf nicht mehr kühlend auf die Zylinderköpfe wirken und andererseits nicht deren noch unausgenutzte Wärme in den Kondensator entführen kann. Die in jüngster Zeit aufgetauchten Vorschläge und Patente beweisen jedoch, daß auch die Gleichstromdampfmaschine in thermischer Hinsicht noch Mängel hat. Ein offenkundiger Nachteil ist das große Wärmegefälle von der Temperatur des eintretenden überhitzten Frischdampfes bis zur Kondensatortemperatur, welches Undichtigkeitsverluste, die Gefahr von Zylinderbrüchen, Wärmeabströmung von den heißen Zylinderköpfen nach der kalten mittleren Ausströmungszone hin usw. zur Folge hat. Diesen Nachteilen würde ein Vorschlag begegnen, nach welchem der Zylinder dreiteilig ausgeführt werden soll. Auch die während der hohen Kompressionen bei der Gleichstrommaschine entstehende Druck- bzw. Temperatursteigerung müßte einen schweren Nachteil der Gleichstrommaschine bedeuten. Tatsächlich liegen die Verhältnisse günstiger, da eine so hohe Temperatur, wie sie bei adiabatischer Kompression auftreten würde, infolge des Wandungsaustausches überhaupt nicht auftritt. Der Wärmeaustausch zwischen Dampf und Wandung ist durchaus günstig und ist auf die Wirkung der mittleren kalten Zone, insbesondere jedoch auf den kalten Kolben zurückzuführen. Aus diesem Grunde sind die in neuester Zeit gemachten Vorschläge, den Kolben durch Frischdampf zu heizen, abgesehen von der Komplikation, durchaus zu verwerfen.

Der Verfasser erörtert weiters die Vorzüge der Gleichstrom-Verbundmaschinen und verweist insbesondere auf die Konstruktion nach dem D. R. P. Nr. 252 792*), welche Konstruktion durch Anwendung des Gleichstromes im Hochdruckzylinder eine vollkommene Gleichstrom-Verbundmaschine darstellt. Nach diesem Patente umgibt der dem schädlichen Raum des Hochdruckzylinders periodisch zugeschaltete Kompressionsraum die Zylinderenden des Niederdruckzylinders als Heizmantel. Hiedurch wird erreicht, daß keine Wärme aus dem Hochdruckzylinder unausgenutzt in den Niederdruckzylinder entweichen kann, weiters, daß die durch Kompression im periodischen Zuschaltraum erzeugte Wärme durch Heizwirkung auf den im Niederdruckzylinder expandierenden Dampf in Arbeit umgesetzt wird und endlich, daß im Hochdruckzylinder ein Arbeitsvorgang verwirklicht wird, der eine bei der Dampfmaschine bis jetzt nicht gekannte Ökonomie verbürgt. Der periodische Zuschaltraum ermöglicht die Verwirklichung eines fast idealen Kreisprozesses. Es wird in diesem Zuschaltraum ein bei der Dampfmaschine bisher nicht bekannter Vorgang verwirklicht, nämlich, daß ein beträchtlicher Teil des Arbeitsdampfes, und zwar ein Quantum etwa gleich dem der jedesmaligen Füllung, zur doppelten Arbeitsleistung herangezogen wird, derart, daß es einmal die ihm im Dampfkessel mitgeteilte Wärme in der dem Gleichstromprozeß entsprechenden Weise in Nutzarbeit umsetzt und zweitens einen nahezu vollkommenen Carnotschen Kreisprozeß durchläuft, bei dem die zugeführte Heißdampfwärme in den naturgesetzlich möglichen Grenzen ebenfalls in Arbeit umgesetzt wird.

Sowohl bei Verwendung von Sattdampf als auch bei Verwendung von Heißdampf ist die Ausnutzung des Dampfes eine nahezu ideale. Während bei der gewöhnlichen Dampfmaschine die Anwendung der Dampfüberhitzung lediglich geeignet erscheint, die durch falsche Dampfströmung entstehenden Verluste möglichst auszugleichen, wird die Arbeitsleistung der Gleichstrom-Verbundmaschine nach dem oben genannten Patent um den der Überhitzungswärme entsprechenden Arbeitsbetrag voll vermehrt und es dürfte die Annahme nicht unberechtigt erscheinen, daß die in Rede stehende Maschine in der Ausnutzung des Dampfes und damit auch des Brennstoffes einen nicht unerheblichen Fortschritt erwarten läßt.

*) Vergl. E. u. M. 1913. Seite 67.

(Z. f. Dampfkessel und Maschinenbetrieb, 29. 5. 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Mehrphasenreihenschlußmotoren mit Doppelbürsten. J. Jonas gibt ein neues Verfahren zur Regelung solcher Motoren durch Bürstenverschiebung eines Satzes an. Im allgemeinen kann man, wie der Verfasser durch die Diagramme für verschiedene Betriebsfälle nachweist, nicht gleichzeitig $\cos\varphi = 1$ bei Synchronismus und stabiles Verhalten bei kleinen Tourenzahlen erhalten; diese Bedingungen schließen einander aus. Wenn man aber die Stromverteilung auf den festen und den beweglichen Bürstensatz ungleich macht, durch den feststehenden Bürstensatz den stärkeren Strom schickt und das Windungsverhältnis so wählt, daß die durch den Strom der feststehenden Bürste erzeugten Rotor-AW kleiner als die Ständer-AW sind, so kann man den Motor aus dem Bereich der guten Phasenkompensation in den des stabilen Verhaltens bei kleiner Tourenzahl bringen. S ist die Ständer-, R die Rotorwicklung (Fig. 2); der Ständer ist über die beiden einander entgegenwirkenden Wicklungen des Transformators an die feste Bürste b_1 bezw. an die bewegliche b_2 angelegt, wobei die Windungszahlen der beiden Transformatorspulen entgegengesetzt sind. Je nach Wahl dieser Windungsverhältnisse und des Winkels γ zwischen festem Bürstensatz und Ständerachse erhält man andere Betriebsverhältnisse. Fig. 2 zeigt die Schaltung für eine Phase. Bei Verwendung eines Stromtransformators zwischen Ständer und Rotor wird derselbe so angeschlossen, daß der Strom im festen Bürstensatz gleich ist der Summe aus Ständerstrom und Strom des beweglichen Bürstensatzes. Bei Hochspannung und leitender Verbindung zwischen Stator und Rotor, wie in der Fig. 2, muß eine Sicherung des Läufers gegen Erde entweder durch Anschluß einer an Erde mit dem Sternpunkt gelegten Drossel geschaffen werden, oder es wird der Serientransformator mit zwei Spulengruppen ausgeführt und in zwei primär in Reihe, sekundär gegengeschaltete Spulen geteilt, dadurch erhält die feste Bürste die Summe der Ströme beider Transformatoren und die bewegliche nur die der zweiten Sekundärwicklung.

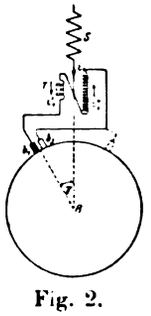


Fig. 2.

Wenn das bewegliche Bürstenpaar um 360° gedreht wird, so variiert das Drehmoment des Motors zwischen einem Minimum und einem Maximum; man kann also auf ein bestimmtes Drehmoment genau einstellen bezw. den Motor nach einem periodischen Gesetz regeln. Dreht man die früher als feststehend angenommene Bürste mit einer Periodenzahl um und die bewegliche mit einer anderen höheren Periodenzahl, verwendet man also eine rotierende Steuerungsbewegung der Bürsten, so kann man das Drehmoment nach der Grundperiodenzahl und auch nach der höheren harmonisch variieren.

(E. T. Z. Heft 25 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Blitzschutzapparate für elektrische Fahrzeuge und Bahnanlagen. O. A. Brackett. Die Anforderungen an solche Blitzschutzvorrichtungen sind: Transportable Einrichtung, Widerstandsfähigkeit, namentlich gegen Erschütterungen, geringer Raumbedarf und Instandhaltungskosten; man unterscheidet Blitzschutzapparate mit nachfolgendem Lichtbogen und solche ohne denselben. Zur ersten Gruppe gehören die magnetischen Stromunterbrecher mit vorgeschaltetem Widerstand und Funkenstrecke sowie die magnetischen Funkenlöscher, welche an Stelle der Stromunterbrecher

Digitized by Google

zum Ausblasen der Funkenstrecke verwendet werden. Die Stromunterbrecherkontakte werden durch einen parallel zum Widerstand geschalteten Plungermagneten betätigt und in der normalen Stellung durch das Eigengewicht des Kernes geschlossen gehalten. Diese Apparate sind gegen Erschütterungen empfindlich und schützen die Fahrzeuge nicht während der Dauer der Unterbrechung.

Die Vielfachfunkenstrecke (Walzenblitzableiter) in Verbindung mit Karborundumwiderständen schützt die Anlage gegen Wanderwellen, ist einfach, kompakt in der Konstruktion und kann leicht reguliert werden; auch wird hier das Nachströmen der Energie verhindert. Es ist zweckmäßig, zwei solche Apparate parallel ans Netz zu schalten. Die gleichen Vorteile (namentlich bei starker Gewitterbildung, bei geringsten Wartungskosten) bietet der Kondensatorschutz (in Reihe mit einer Funkenstrecke und im Nebenschluß zu einem hohen Widerstand). Bei Hochfrequenzstörungen wirkt er wie ein Kurzschluß und schützt wie ein langes Kabel auch gegen Gleichstromwanderwellen. Die gleiche Wirkung hat auch der Elektrolytableiter (Aluminiumzelle), der jedoch eine ständige Wartung erfordert wegen des Aufladens und Nachfüllens. Die letztere Type kann mit Vorteil in den Bahnkraftwerken und Unterstationen installiert werden, da die Zahl und Dauer der Betriebsstörungen durch dieselbe wesentlich herabgesetzt wird. Die Leitung kann durch Elektrolytzellen in Abständen von je 300 *m* geschützt werden, die in wasserdichten Gehäusen an den Masten angeordnet werden. Auch der Walzenblitzableiter und Kondensator erfüllen infolge der geringen Instandhaltungskosten den gleichen Zweck.

(Electric Journal, Mai 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Bestimmung der magnetischen Induktion von Heuslerschen Legierungen bei Hochfrequenz. H. Faßbender untersucht eine Heusler-Legierung aus 14·25% Mn, 10·15% Al und 75% Cu bei Frequenzen von $n = 47\,200$, 65 200, 97 500, 119 000, also Wellenlängen von $\lambda = 6380$, 4600, 3080, 2520 m.

Die auf Ringform gebrachte Probe wurde auf helle Rotglut erhitzt und in Eiswasser abgeschreckt, hierauf 30 Stunden in siedendem Wasser und dann zur Beschleunigung des Alterns 35 Stunden in siedendem Xylol erhitzt. Bei statischer Magnetisierung wurde die B—H-Kurve und die Hysteresisschleife bis 30 und 50 Gauß aufgenommen und ein B_{max} von 1000 erreicht. Zu den Hochfrequenzmessungen diente eine Poulsenlampe (eigentlich drei in Reihe an 520 *V* gelegte) und es wurden die Schwingungen zweiter Art in einem angeschlossenen Schwingungskreis benutzt; mit diesem war ein aus Kapazität und Selbstinduktion bestehender Kreis gekoppelt, der auf die Grundschwingung des ersten abgestimmt war und in welchen die Bewicklung des Proberinges eingeschaltet wurde. Man hat die Stärke des Hochfrequenzstroms in einem Hitzdrahtinstrument, die Spannung am Ring an einem Saitenelektrometer gemessen. Die Magnetisierungskurven werden nach der vom Autor angegebenen Methode*) mit der Braunschen Röhre bestimmt, wobei das eine Feld der Röhre zur Ablenkung des Strahles durch die Spannung an der Selbstinduktion des Schwingungskreises, das andere durch die Spannung am Probering bestimmt war. Das erste Feld erzeugt also Ablenkungen proportional $\frac{d\mathfrak{H}}{dt}$, das zweite solche, die zu $\frac{d\mathfrak{B}}{dt}$ proportional sind. Der Lichtstrahl erzeugt auf dem Schirm eine Lissajous'sche Figur, welche auf einen sinusförmigen Verlauf der Spannungen schließen läßt. Man kann daher die Induktion leicht aus der EMK berechnen, die sich nach Abzug des Ohmschen Spannungsfeldes von der gemessenen Spannung am Ring bei Berücksichtigung der Phasenverschiebung ergibt.

Man hat bei den angegebenen vier Frequenzen mit 1, 1·5 und 2 A_{eff} Strom also bei 21·6, 32·4 und 43·2 Gauß Feldstärken Untersuchungen angestellt, deren Resultate mitgeteilt werden.

Der Verfasser hat auch versucht, diese Werte theoretisch zu berechnen, indem er das zufolge des magnetischen Haupteffektes im Inneren des Materials veränderte Feld ermittelt. Ist die Feldstärke innerhalb des Materials im Abstand ρ von der Achse $\mathfrak{H}_\rho$ und in der Achse $\mathfrak{H}_0$, so lautet die aus den beiden Grundgesetzen der Maxwellschen Theorie abgeleitete Differentialgleichung:

$$\frac{\partial^2 \mathfrak{H}_\rho}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial \mathfrak{H}_\rho}{\partial \rho} - \frac{4\pi}{s}\left(\mu \frac{\partial \mathfrak{H}_\rho}{\partial t} + \mathfrak{H}_\rho \frac{\partial \mu}{\partial t}\right) = 0.$$

μ ist dabei eine aus der statischen Magnetisierungskurve zu entnehmende Funktion von $\mathfrak{H}_\rho$. Eine Lösung dieser Gleichung ist nur möglich, wenn man $\mathfrak{H}_\rho$ sinusförmig annimmt und für μ einen mittleren Konstanten einsetzt. Man kann die Feldverteilung, den Gesamtfluß und die mittlere Induktion ermitteln. Die gerechneten Werte stimmen auf 25% mit den gemessenen überein.

*) Siehe E. u. M. 1913, Seite 523.

In der Tabelle ist die experimentell und rechnerisch ermittelte Abnahme der Induktion bei Hochfrequenz in Prozenten der statischen Induktion enthalten.

Frequenz	$\mathfrak{H}_{max} = 21{\cdot}6$		$\mathfrak{H}_{max} = 32{\cdot}4$		$\mathfrak{H}_{max} = 43{\cdot}2$	
	experim.	berechnet	experim.	berechnet	experim.	berechnet
47 200	87·0	83·5	85·1	80 7	82·8	77 8
65 200	89·2	86·0	87·6	83·5	85·9	81·1
97 500	91·2	88·5	90·4	86·5	88·8	84·5
119 000	92·0	89·5	90·8	87·6	90·0	86·0

(Archiv f. El. Band 2, Heft 11.)

Absolute Messung des vom Eiffelturm ausstrahlenden Feldes in Straßburg. Ferd. Braun berichtet über die anläßlich der Versuche mit rechteckigen Empfangsantennen angestellte absolute Messung des Feldes. Ein rahmenförmiges Solenoid von 3 *m* Seitenlänge diente mit dem eingebauten Kondensator als Probespule und war in vertikaler Stellung auf die Pariser Welle abgestimmt; dabei waren fünf Windungen mit dem Detektor verbunden. Parallel dazu und kochsial war in 3 m Abstand eine ebenso große Spule errichtet, die aus drei Windungen bestand, die an einen mit variablen Spannungen geladenen Kondensator angelegt waren, der sich durch die Spule oszillatorisch entlud; auch dieser primäre Kreis, war auf die Pariser Welle abgestimmt. Man ändert nun die Erregung des primären Kreises so lange, bis man die gleiche Lautstärke am Detektor der Probespule erhält, als durch die Pariser Wellen. Wenn p_{12} die gegenseitige Induktion der beiden Solenoide, i die primäre Stromstärke, f das magnetische Feld am Beobachtungsort und S die Fläche der Probespule ist, so ist

$$i = i_0 e^{-\delta_1 t} \sin \omega t,\ f = f_0 e^{-\delta_2 t} \sin \omega t \text{ und für } \delta_1 = \delta_2$$

ist $p_{12} i_0 = f_0 S$. Bei einer Entfernung der Solenoide von 3·1 m ergab sich f^0, also die Amplitude des vom Eiffelturm herrührenden Magnetfeldes am Beobachtungsort mit $0{\cdot}36 \cdot 10^{-5}$ Gauß, bei 5·6 m Entfernung hat man $f_0 = 0{\cdot}41 \cdot 10^{-5}$ Gauß gemessen. Die Rechnung aus den aus Paris eingeholten Betriebsdaten ergab $f_0 = 0{\cdot}57 \cdot 10^{-5}$ Gauß. Die Übereinstimmung ist eine gute und konnte leicht bis auf 15% gebracht werden.

(Jahrb. drahtl. Tel. Bd. 8, Heft 2.)

Das Verhalten der Kugelfunkenstrecke bei hohen Frequenzen. J. C. Clark und H. J. Ryan. Zur Untersuchung von Hochfrequenzentladung wurde eine Kugelfunkenstrecke von 177 *mm* Durchmesser bei normaler Temperatur und barometrischem Druck untersucht. Als Stromquelle diente ein 15 *kW*-Poulsenscher Lichtbogengenerator, mit welchem bei konstanter Spannung Frequenzen mit einem Vielfachen von 123 000 erhalten werden konnten. Der Lichtbogen selbst wurde von zwei in Reihe geschalteten 7·5 *kW*, 600 *V* Gleichstromgeneratoren gespeist. Die Funkenstrecke bestand aus Elektrolytkupferelektroden, welche an Messingrohren in einem Holzrahmen befestigt waren und deren Abstand mittels Mikrometer gemessen wurde. Die Meßschaltung enthält einen Schwingungskreis, bestehend aus dem Poulsenschen Lichtbogen und den zugehörigen Induktanzen und Kondensatoren, die Voltmeterkondensatoren*) der Funkenstrecke, ein Gleichstrom-Amperemeter für den Lichtbogen und ein Hitzdrahtinstrument für den Hochfrequenzschwingungskreis. Die Ergebnisse der Messungen sind in Fig. 3 wiedergegeben, wobei die Beziehung zwischen dem Effektivwert der Spannung bei sinusförmigem Verlauf und Funkenlänge vollkommen linear ist und bei 123 000 ∼ durch den Nullpunkt hindurchgeht. Kurve *I* gibt die Ergebnisse aus 25 Versuchswerten bei 123 000 ∼, Kurve *II* 15 Werte bei 255 000 ∼ und 5 bei 612 500 ∼ bei 175 *mm* Elektrodendurchmesser, Kurve *III* die Vergleichswerte von Chubb und Fortescue bei 25 ∼ und verschie-

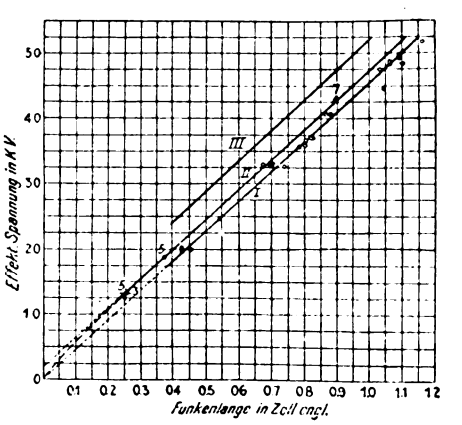


Fig. 3.

*) Vgl. E. u. M. 1913, Seite 346.

Digitized by Google

denen Elektrodendurchmesser wieder. Die von Chubb und Fortescue beobachteten Werte bei 25 ∼ liegen um 4500 *V* höher als bei den angegebenen Frequenzen.

Für die Funkenspannung *e* bei verschiedenen Entladestrecken *l* (in engl. Zoll) ergibt sich bei 17·5 *cm* Kugeldurchmesser und 123 000 bis 255 000 ∼ bei Funkenlängen von 1 bis 25 *mm* die Beziehung: $e\,(\text{in } kV) = 45{\cdot}5\,l + 2$.

Bei 612 500 ∼ und 13 060 *V* beträgt der Funkenabstand 6 *mm*.

Die Verwendung von Nadelfunkenstrecken ist unzweckmäßig, da dieselben schmelzen; es können nur solche mit stumpfen, vierkantigen Spitzen aus 1·63 *mm* starkem Draht verwendet werden. Die Funkendistanzen sinken auf den halben Wert jener bei 60 ∼.

(Proc. A. I. E. E., Juni 1914.)

Elektrische Apparate.

Absendung von Zeitsignalen auf radiotelegraphischem Wege. Über dieses Thema hielt Dr. Karl Holub, der als Astronom an der Pariser Sternwarte tätig war und als solcher auch dem radiotelegraphischem Zeitdienste zugeteilt wurde, am 2. Juni d. J. auf dem V. Kongreß böhmischer Naturforscher und Ärzte in Prag einen Vortrag, aus welchem wir folgendes hervorheben.

Die regelmäßige Zeitabsendung mittels drahtloser Telegraphie zu wissenschaftlichen und praktischen Zwecken ist in Paris seit dem Monate Mai 1911 im Gange, und zwar zweimal täglich: um 10 Uhr vormittags und um 11 Uhr abends. Die Station für drahtlose Telegraphie befindet sich bekanntlich auf dem Eiffelturme, die Normaluhr, System Riefler, mit barometrischer Kompensation, welche die richtige Zeit zeigen und absenden soll, ist im Uhrenraum der Pariser Sternwarte untergebracht; beide sind miteinander durch eine Leitung verbunden. Die Zeitabsendung selbst zerfällt in zwei Aufgaben: 1. Die Regulierung der Normaluhr, um richtige mittlere Sonnenzeit zu zeigen. 2. Die eigentliche Zeitabsendung.

Die Regulierung der Normaluhr erfolgt nach der folgenden von Borel angegebenen Methode: Mit dem Pendel ist ein Magnet *A* (Fig. 4) gegenüber der Spule *S* befestigt, welcher der Strom von zwei Leclanché-Elementen zugeführt wird. *J* ist ein Stromwender mit den Inschriften „Avance" et „Retard". Bei entgegengesetzten einander gegenüberstehenden Polen von Magnet und Spule findet eine Anziehung und dadurch Verzögerung im gegenteiligen Falle Beschleunigung statt. Die Bemessung ist eine solche, daß der Strom von 0·1 *A* die Änderung von 1 Sekunde in 1 Stunde verursacht. Die Zeit, die zur Erlangung der Korrektion erforderlich ist, ist aber der Stromintensität proportional, so daß beim zehnfachen Strom dieselbe Korrektion in zehnmal kürzerer Zeit, also schon in 6 Minuten erreicht wird. Das Empfindlichkeitsmaximum tritt offenbar bei größter Annäherung der Stange zum Solenoide ein. Zwischen Elementen und Kommutator ist der Rheostat *M* eingeschaltet; die Erfahrung lehrt, daß bei der Konstruktion an der Pariser Sternwarte der Widerstand von 11 Ohm eine Korrektion von 1 Sekunde in 30 Minuten ermöglicht. Wenn also die Uhr der richtigen Zeit vorangeht, so bringt man *J* in die Stellung „Retard"; geht die Uhr der richtigen Zeit nach, so stellt man *J* auf „Avance"; dann regelt man den Widerstand so lange, bis die gefundene Korrektion erreicht ist.

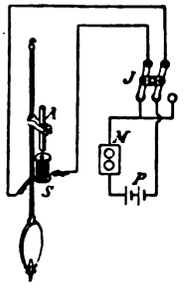


Fig. 4.

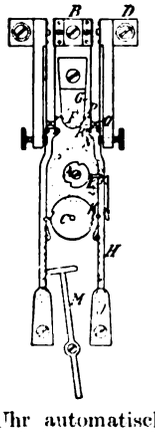


Fig. 5.

Die Zeitsignale selbst sendet die Uhr automatisch mittels besonderer Mechanismen aus, die schematisch in Fig. 5 dargestellt sind. Die rechte Seite des Mechanismus ist zu Zeitsignalen um 10 Uhr vormittags und 11 Uhr abends, die linke zur Absendung von Stundensignalen bestimmt. An den Teil *B* schließt sich die Feder *G* an; dieselbe ist mit einer kleinen Spitze *P*, welche eine andere an der Welle *F* des Sekundärrades befestigte aus ihrer Lage verdrängen kann, versehen. Der abgetrennte Teil *D* trägt auch eine Feder mit Platinkontakt *Q*; derselbe wird in bestimmtem Augenblicke durch Kontakt *R* der Feder *G* berührt. Mit dem Teil *J* ist das Stahlstück *H* befestigt, welches nur um 10 Uhr vormittags und 11 Uhr abends in Tätigkeit gesetzt werden kann. Dieser Teil trägt bei *K* einen kleinen Zahn, welcher in einen der drei Einschnitte des am Minutenrade *C* angebrachten Rades hineinfallen kann; das kann aber nur dann geschehen, wenn gleichzeitig einer von zwei Zähnen des Gangrades *A* sich gegenüber der Spitze *L*, welche auch am Teile *H* angebracht ist, befindet. Die Sache ist nun so eingerichtet, daß die zwei Zähne des Gangrades mit der 10. Vormittagsstunde und 11. Abendstunde und jeder von drei Einschnitten des am Minutenrade befestigten Rades mit den Minuten 0·2 und 4 zusammenfallen. Wenn der Zahn *K* sich an der Peripherie des Rades *C* befindet, so verhindern zwei isolierte am Teile *H* in *N* befestigte Teile die Berührung der Platinkontakte *R* und Q, indem sie die Ausbiegung der Spitze *P* durch Spitze *F* nicht zulassen. Sobald aber der Zahn *K* in einen der Einschnitte hineinfällt, sind die Federn frei, die Spitze *F* wirkt auf die Feder *G*, welche wieder den Kontakt zwischen *R* und Q herstellt. Die Dauer dieses Kontaktes ist regulierbar; sehr kurzer Kontakt bringt keine Wirkung hervor, ein sehr langer dagegen bestimmt schlecht die Zehntel von Sekunden, mit welcher Präzision die Zeit abzusenden ist. Das Hämmerchen *M*, welches sich von einer Seite nach der anderen umsetzen läßt, gestattet die Zeitsignale oder Stundensignale in Tätigkeit zu setzen.

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über Zusammenstöße zwischen Elektronen und den Molekülen des Quecksilberdampfes und die Ionisierung desselben. J. Frank und G. Hertz, Berlin, haben in einer früheren Arbeit gezeigt, daß die Ionisierungsspannung, also die Spannung, die ein Elektron frei durchlaufen haben muß, um durch Stoß ein Gasmolekül zu ionisieren, eine für jedes Gas charakteristische Größe ist. Diese Größe wurde für Helium, Neon, Argon, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff gemessen. Die angewendete Methode (direkte Bestimmung des Beginns der Ionisation durch die stoßenden Elektronen) erfordert erhebliche Vorsichtsmaßregeln, wenn die Ergebnisse nicht durch elektrische Doppelschichten und durch die Anfangsgeschwindigkeit der vom Glühdraht ausgehenden Elektronen gefälscht werden sollen. Überdies war insbesondere darauf zu achten, daß nicht eine Grenze der Ionisation dadurch vorgetäuscht wurde, daß die beobachtete Ionisation unterhalb einer gewissen Geschwindigkeit der Primärelektronen unter die durch die Empfindlichkeit der Meßinstrumente gegebene Beobachtungsschwelle sinkt. Bei sorgfältiger Vermeidung dieser Fehler ergaben sich die Werte der Ionisierungsspannung auf 1 *V* genau. Spätere Versuche, die Methode auf Metalldämpfe auszudehnen, mißlangen infolge der Unmöglichkeit, bei der Erwärmung des Apparates Störungen auszuschließen. Zur Prüfung der Beziehungen, welche sich einerseits aus der Quantentheorie, andererseits aus der Betrachtung von Atommodellen zwischen der Größe der Ionisierungsspannung und anderen Atomkonstanten, insbesondere Radius und Eigenfrequenz, ergaben, schien es erwünscht, eine Methode auszuarbeiten, welche die frühere Methode an Genauigkeit übertrifft und sich auch auf Metalldämpfe anwenden läßt. Dies wurde Frank und Hertz durch ihre früheren Untersuchungen über die Zusammenstöße zwischen langsamen Elektronen und Gasmolekülen ermöglicht. Das neue Verfahren benutzt einige Tatsachen, die sich aus den früheren Versuchen ergaben: Beim Zusammenstoß eines Elektrons, dessen kinetische Energie kleiner ist als die Ionisierungsarbeit, mit einem Gasmolekül wird das Elektron im allgemeinen reflektiert, erleidet dabei jedoch einen Energieverlust, der um so kleiner ist, je geringer die Elektronenaffinität des Gases ist. Im Falle eines Gases ohne Affinität zum Elektron ist dieser Energieverlust unmeßbar klein. Bei einem Zusammenstoß zwischen einem Elektron und einem Gasmolekül, welcher zur Ionisation führt, verliert das Elektron seine gesamte kinetische Energie. Ist beim Zusammenstoß zwischen einem Elektron und einem Gasmolekül die kinetische Energie des Elektrons gleich oder größer als die Ionisierungsarbeit, so ist die Wahrscheinlichkeit, daß der Zusammenstoß zur Ionisation führt, nicht klein gegen 1. Die neue Methode der Messungen der Ionisierungsspannung beruht darauf, daß die Ionisierungsarbeit der größte Wert ist, den die kinetische Energie der Elektronen besitzen darf, damit diese noch bei einer größeren Zahl von Stößen ohne Energieverlust von den Gasmolekülen reflektiert werden. Die Versuche ergaben, daß die Elektronen im Quecksilberdampf elastische Zusammenstöße mit den Molekülen erleiden, bis zu einer kritischen Geschwindigkeit. Das angewendete Verfahren gestattet, diese kritische Geschwindigkeit auf ein Zehntel Volt genau zu messen. Sie ist gleich der Geschwindigkeit, die Elektronen besitzen, die 4·9 *V* durchlaufen haben. Es zeigte sich, daß die Energie eines 4·9 *V*-Strahles genau gleich einem Energiequantum der Quecksilberresonanzlinie 253·6 $\mu\mu$ ist. Es bestehen Gründe dafür, daß bei der Energieabgabe der 4·9 *V*-Strahlen an die Quecksilbermoleküle ein Teil der Stöße zur Ionisation führt, so daß 4·9 *V* die Ionisierungsspannung des Quecksilberdampfes wäre. Ein anderer Teil der Stöße scheint Lichterregung hervorzurufen, von der zu vermuten ist, daß sie in der Emission der Linie 253·6 besteht. (Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 10, 1914.)

Digitized by Google

Die Härte und der elektrische Leitungswiderstand von Eisen-Kohlenstofflegierungen. R. Vondráček. Die Annahme von Andrew (Int. Z. f. Metallogr. VI, 30), daß die Härte abgeschreckter Stähle dem in einer Muttermasse von Austenit und α-Eisen eingebetteten fein verteilten Zementit zuzuschreiben ist, steht mit den Erfahrungen über den elektrischen Widerstand gehärteter Stahle nicht im Einklang. Aus den Messungen des elektrischen Widerstandes geht hervor, daß in abgeschrecktem Stahl sich praktisch der gesamte Kohlenstoff in Lösung befindet. Es bleibt somit nur die Frage nach der Natur des Lösungsmittels offen. Es ist nun die Annahme zulässig, daß die Umwandlung des γ-Eisens in die α-Form auch dann vor sich geht, wenn das erstere gelösten Kohlenstoff enthält, so daß zunächst eine an Kohlenstoff übersättigte α-Lösung entstehen würde, aus der sich erst später der gelöste Kohlenstoff durch sukzessive Aggregation der Karbidmoleküle ausscheiden würde. In dem Zustand der Umwandlung, der den Martensit vorstellt, befindet sich das α-Eisen in einem Zustande der kristallographischen Desorientierung. Diese desorientierte, sperrige Struktur ist dann als Ursache der verminderten Dichte und erhöhten Härte anzusehen. In dieser Hinsicht besteht zwischen den Härtungserscheinungen bei Eisenlegierungen und jenen bei Bronzen (die durch Abschreckung weicher werden) kein prinzipieller Unterschied.

Die Annahme von Benedicks, daß dem Zementit in ungehärteten Stählen kein merkbarer elektrischer Widerstand zukommt, läßt sich nicht aufrecht erhalten. Auf Grund der Messungen von Le Chatelier und Gumlich kann man den spezifischen Widerstand dieses Bestandteils mit etwa 38·5 Mikroohm annehmen. Aus dem elektrischen Widerstand hypoeutektoider Stahle (das ist mit weniger als 0·95% C) läßt sich ableiten, daß in ihrem Ferrit eine gewisse, mit dem Gesamtkohlenstoff steigende Kohlenstoffmenge gelöst enthalten ist. Aus den gefundenen Zahlen wird der Schluß gezogen, daß der bei 700° abgeschiedene eutektoide Ferrit bei seiner Bildung 0·06 bis 0·07% C enthält. Mit sinkender Temperatur nimmt aber die Löslichkeit des Kohlenstoffes (Zementit) im Eisen zu und erreicht 0·13% C als Höchstwert.

(Int. Z. f. Metallogr., Mai 1914.)

Strahlungslehre.

Die Kathodenzersetzung in Vakuumröhren. A. M. Tyndall und H. G. Hughes, Bristol. Die Zersetzung oder „Zersplitterung" der Kathode in Vakuumröhren ist vielfach untersucht worden. Tyndall und Hughes haben nun neue Versuche in dieser Richtung unternommen, um den Einfluß verschiedener Faktoren auf den fraglichen Vorgang zu studieren. Solche Faktoren sind die Entladungsdauer, die Vorgeschichte der Kathode, der Druck und die Natur des Gases, die Stromdichte und der Kathodenfall. Unter Voraussetzung eines konstanten Kathodenfalles zeigte sich zunächst, daß erhebliche Druckänderungen keinen Einfluß auf den Grad der Kathodenzersetzung bei konstantem Strom und gleicher Entladungsdauer haben. Ebenso zersetzen sich alte und neue Kathoden von gleicher Fläche unter denselben Umständen in gleicher Weise. Für einen gegebenen Strom ist der Betrag der Zersetzung während der Entladung konstant. Auch die Entfernung der Gase von der Oberfläche der Kathode durch frühere Entladungen beeinflußt diesen Betrag nicht. Der Einfluß des Kathodenfalles selbst auf den Zersetzungsbetrag wurde für niedrige Werte des Kathodenfalles untersucht. Eine einfache Beziehung, wie sie für hohe Beträge existiert, konnte nicht gefunden werden. Bei normalem Kathodenfall scheint der Zersetzungsbetrag zu verschwinden. Die lineare Beziehung, die zwischen der Stromdichte und dem Zersetzungsbetrag bei kleinen Stromdichten und hohem Kathodenfall besteht, erscheint im allgemeinen Fall nicht stichhältig. Was den Einfluß der Natur des Gases anbelangt, so zeigte sich bei geringen Werten des Kathodenfalles kein merklicher Unterschied zwischen den Zersetzungsbeträgen in Wasserstoff und Luft unter gleichen Bedingungen. (Phil. Mag. Nr. 159, 1914.)

Der Einfluß okkludierter Gase auf den selektiven Photoeffekt. R. Pohl und P. Pringsheim. Wenn man von dem direkten Stoß korpuskularer Elektrizitätsträger oder Atome absieht, so sind es noch drei verschiedene Vorgänge, bei denen eine Abspaltung von Elektronen aus Atomen stattfindet, und zwar vor allem die Absorption kurzer elektrischer Wellen aus dem Licht- oder Röntgenspektrum (Photoeffekt), sodann chemische Vorgänge, wie direkte Reaktionen, photochemische Reaktionen oder dissoziationsartige Vorgänge (Reaktionseffekt) und schließlich die Erhitzung fester, flüssiger oder gasförmiger Körper (Thermoemission). Es zeigte sich naturgemäß frühzeitig das Bestreben nach einer Vereinheitlichung der drei Erscheinungen. Den Reaktionseffekt unter Annahme einer lokalen Erhitzung oder Lichtemission auf den Thermoeffekt oder Photoeffekt zurückzuführen, erscheint ebensowenig berechtigt, wie eine Erklärung der Thermoemission durch einen Photoeffekt der zur Rot- oder Weißglut erhitzten Substanzen. Hingegen scheint die Thermoemission in vielen Fällen mit Reaktionseffekten im weitesten Sinne zusammenzuhängen und es kann als festgestellt gelten, daß im Metall gelöstes oder anderweitig gebundenes Gas für die Elektronenemission bei höheren Temperaturen von wesentlicher Bedeutung ist. Der Versuch, einen Zusammenhang zwischen den ersten beiden Effekten, dem Photoeffekt und Reaktionseffekt, herzustellen, erscheint beträchtlich schwieriger und einige neue Versuche von Pohl und Pringsheim zeigen dies recht deutlich. Die Versuche hatten folgendes Ergebnis. Wird Kalium durch 180 bezw. 430 Stunden im Vakuum unter Gasabgabe bei Temperaturen zwischen 300 und 400° zum Sieden gebracht und dadurch seine Gasabgabe auf $4 \cdot 10^{-4}$ cm³ H_2 pro cm³ Kalium und Stunde herabgesetzt, so zeigt sich in der Nähe der Eigenfrequenz des selektiven Photoeffektes merklich dieselbe Elektronenemission wie bei nicht weiter vorbehandeltem, gasreichen Material, das unter sonst gleichen Umständen pro cm³ und Stunde 2 cm³ H_2 entwickelt. Es scheint sonach die Anwesenheit von Wasserstoff im Metall für das Auftreten eines selektiven Photoeffektes keine prinzipielle Bedeutung zu besitzen.

(Ber. d. Deutsch. Phys. Ges., Nr. 7, 1914.)

Wirtschaftliches.

Die Wahl der zweckmäßigsten Betriebskraft. H. Büggeln unterzieht die Arbeiten von F. Barth*), welche die Wahl eigener industrieller Krafterzeugungsanlagen im allgemeinen als wirtschaftlicher im Vergleich mit dem Elektromotor (bei Strombezug) erscheinen lassen, einer eingehenden Kritik. Den gleichen Gegenstand hat G. Klingenberg in Z. d. V. d. I. 1913 behandelt und gezeigt, daß der von Barth angenommene Belastungsfaktor (bezogen auf die Benutzungsdauer der Höchstbelastung zugunsten des Dieselmotors viel zu hoch (0·65 bis 0·75 statt 0·5) angenommen wurde. Die Verzinsung solcher Anlagen ist richtiger mit 5 bis 8% (statt 4·5%) und statt des garantierten ein entsprechend höherer Brennstoffverbrauch (entsprechend der Belastung) anzunehmen.

Die Berechnungen von Büggeln ergeben, daß bei einem 200 *PS*-Motor bei einem Kohlenpreis von Mk. 15 pro*t* und 3000 Betriebsstunden ein Strompreis von 3 bis 4·5 Pfg. durchaus noch zulässig ist, wenn der Gasölpreis bei Dieselmotor Mk. 10 bis 15 pro 100 *kg* beträgt. Beim 10 *PS*-Motor und 1000 Betriebsstunden erhöhen sich die maximal zulässigen Stromkosten auf 15 bis 16 Pfg. pro *kWh* und steigen bei 500 Stunden bis auf 25 Pfg., bei 200 Stunden pro Jahr bis auf 55 Pfg. pro *kWh*. Barth setzt jedoch bei allen Benutzungsdauern den gleichen Strompreis von 10 bezw. 20 Pfg. pro *kWh* ein, der bei Großabnehmern meist bedeutend unterschritten wird. Bei diesem Vergleich ist die Verzinsung nur mit 5% der Anlagekosten (einschließlich Zählermiete) angenommen und mit dem hohen Belastungsfaktor von 75% gerechnet. Bei günstigeren Annahmen und unter Berücksichtigung des Umstandes, daß der garantierte Brennstoffverbrauch von 0·26 *kg*/*PS*/Std. beim Dieselmotor in der Regel im praktischen Betriebe überschritten wird, verändern sich die angeführten Zahlen noch zugunsten des elektrischen Betriebes.

(Mitteilungen Nr. 153 der Vereinig. der El.-Werke.)

Literatur-Bericht.

Die Wasserkräfte, ihr Ausbau und ihre wirtschaftliche Ausnutzung. Von Dr. Ing. Adolf Ludin. 2 Bde. 1404 S. mit 1087 Abb. im Text und auf 11 Tafeln. Berlin 1913, Julius Springer. Preis geb. Mk. 60.

Das großangelegte Buch ist aus einem Wettbewerb hervorgegangen, den die königliche Akademie des Bauwesens in Berlin ausgeschrieben hatte. Es handelte sich um eine vergleichende Darstellung neuerer Anlagen zur Ausnutzung von Wasserkräften, deren Einrichtungen und wirtschaftliche Bedeutung unter Würdigung der örtlichen Verhältnisse. Ursprünglich sollten nur solche Anlagen einbezogen werden, die für zukünftige Ausführungen in Deutschland vorbildlich sein können, späterhin wurden aber die Ergebnisse weitreichender Studienreisen zu einem ganz allgemeinen Bilde zusammengefaßt, das sich lückenloser wohl kaum denken läßt.

Es ist ungemein schwierig, ein so bedeutendes und inhaltsreiches Werk hier mit wenigen Worten zu besprechen; der Berichterstatter muß sich darauf beschränken, eine kurze und äußerst gedrängte Inhaltsangabe zu verfassen und den allgemeinen Eindruck der einzelnen Teile und des Ganzen darzustellen.

Der erste Hauptteil beschreibt die neuzeitlichen Formen der Wasserkraftausnutzung, ihre Vorbedingungen und Entwicklungsgesetze. Er zerfällt in die Darstellung der gegebenen Bedingungen der elektrischen Großkraftzentrale überhaupt und der Wasserkraftzentrale für elektrische Übertragung im besonderen. Hier werden sowohl die Kosten als auch die Betriebserfahrungen in diesen Anlagen, die technischen Formen, die rechtlichen und natürlichen

*) Vergl. E. u. M. 1912, Seite 313, 907 und 1913, Seite 167.

Digitized by Google

Vorbedingungen auf das sorgfältigste besprochen. Es folgt als zweite Abteilung eine ungemein fesselnde „technische Wirtschaftslehre" der Wasserkraftausnutzung, die als Beitrag zur wissenschaftlichen Behandlung wirtschaftlicher Fragen geradezu bahnbrechend genannt werden darf. Es wird ganz ausgezeichnet die Abhängigkeit der Erzeugungskosten von Ausbauform und Ausbaugröße, dann aber auch die rechnerische Bestimmung der günstigsten Ausbaugröße für Anlagen ohne Wassermengenausgleich und mit Tagesspeichern mit Dampfaushilfe, ferner für Anlagen mit Jahresspeichern durchgeführt und insbesondere die Anpassung an den Bedarf gründlich besprochen. Es folgt die wichtige Frage der günstigsten Ausbauform, die Auswahl und Einteilung des Gefälles und der Anordnung sowie ihr Einfluß auf den Gesamtwirkungsgrad. Dieser Teil gehört gewiß zu dem besten, das auf diesem Gebiete geschrieben worden ist, er kann als vorbildlich hingestellt werden, indem er für die hier in Betracht kommenden Fälle den Einfluß und den Zusammenhang der Technik mit der Volkswirtschaftslehre kennzeichnet. Die mannigfachen Einwirkungen sind überall besonders klar herausgearbeitet, insbesondere sind die Einzelheiten der Anordnungen vollständig angegeben und richtig beurteilt.

Der zweite Hauptteil bringt die vergleichende Darstellung von Wasserkraftanlagen und Unternehmungen. Hier handelt es sich um eine entsprechende Auswahl der Beispiele, die sowohl Niederdruck- als Hochdruckanlagen, große und kleine Wassermengen umfassen mußten, ferner Anlagen mit und ohne Staubecken usw. Auch hier begnügt sich der Verfasser nicht mit der Beschreibung der Anlagen, sondern gibt überall eine ausführliche Beurteilung der technischen Anordnung und des wirtschaftlichen Erfolges, so daß dieser Teil in induktiver Weise außerordentlich lehrreich wird und förmlich die Erfahrung von Jahrzehnten überblickt und vermittelt. Besonders hervorzuheben ist, daß hier auch die geschichtliche Entwicklung weitgehend in Betracht gezogen wird. Trotz der großen Fülle von Beispielen möchte man wünschen, daß hier auch die bedeutenden Anlagen in Schweden und Norwegen, in Italien und Amerika zum Vergleich herangezogen und in ähnlich erschöpfender Weise durchgearbeitet wären; es darf wohl vermutet werden, daß hierüber nicht genügende Angaben zu erlangen waren. Jedenfalls wird aber dieser Teil des Buches für den Entwurf und die Ausführung neuer Anlagen unentbehrlich werden, weil wohl nirgends so viel und so ausführliches und übersichtlich geordnetes Material zum Vergleich zusammengetragen ist, wie hier. Die Abbildungen sind vorzüglich gewählt und sehr schön wiedergegeben, so daß der Leser wirklich von jeder Anlage ein genaues Bild gewinnt.

Der dritte Hauptteil befaßt sich mit den technischen Einzelheiten der Wasserkraftanlagen. Zuerst werden Stauwerke und Wasserfassungen besprochen, und zwar die verschiedenen Bauweisen fester und beweglicher Wehre. Auch hier sind viele Beispiele zur genauen Darstellung der Anlagen und Ausführungen herangezogen und auch wieder die wirtschaftliche Seite gründlich berücksichtigt. Besonders dankenswert ist der Abschnitt über die Gesamtanordnungen von Wasserfassungen, über den etwa das gleiche Lob auszusprechen ist wie über den zweiten Hauptteil. Wer diesen Abschnitt sorgfältig studiert, wird alle maßgebenden Rücksichten kennen, die bei dem Entwurf solcher Anlagen in Betracht zu ziehen sind. Eine weitere Abteilung befaßt sich mit den Talsperren im allgemeinen, ihr folgt eine Anzahl von bedeutenden Beispielen und ein sehr lesenswerter Vergleich der verschiedenen Bauweisen. Besonderes Gewicht ist auch auf die sonst oft vernachlässigten Einzelheiten der Betriebseinrichtungen gelegt.

Eine zweite Unterabteilung ist den Triebwasserleitungen gewidmet, wo Kanäle, Gerinne, Stollen und Rohrleitungen nacheinander behandelt werden, stets vom technischen und wirtschaftlichen Standpunkt. Mehr als gebräuchlich sind auch hier die Betriebseinrichtungen ins Auge gefaßt und durch Beschreibungen und Abbildungen in ihren Einzelheiten dargestellt.

Die letzte Unterabteilung ist endlich den Triebwerksanlagen gewidmet, die in Hoch-, Mittel- und Niederdruckanlagen geteilt erscheinen. Selbstverständlich konnte es sich im Rahmen dieses Werkes nicht um konstruktive oder theoretische Betrachtungen über die Wasserkraftmaschinen selbst handeln, sondern nur um ihre allgemeine Anordnung, ihren Einbau und um konstruktive Einzelheiten der Bauausführung. Ein Anhang enthält noch verschiedene Nachträge zum Text.

Zusammenfassend mag wiederholt werden, daß das große Werk die ungeheure Arbeitsleistung des Verfassers mehr als rechtfertigt. Es ist gelungen, hier dem Studierenden und dem Anfänger durch Zusammentragen und kritische Beleuchtung einer großen Anzahl von Ausführungen Gelegenheit zu geben, in den Gedankenkreis des ausführenden Ingenieurs beim Entwurfe von Wasserkraftanlagen unmittelbar einzutreten, es wird ihm aber auch eine sorgsame Führung in der großen Reihe von Eindrücken zuteil. Dem Ingenieur aber bietet das Werk eine Fülle wirtschaftlich-wissenschaftlicher Anregungen und die Möglichkeit, seine eigenen Ideen mühelos an bereits erprobten Ausführungen zu messen und früher begangene Fehler zu meiden. Es stellt ihm nicht nur die Erfahrung weiter Kreise und eines großen Zeitraumes zur Verfügung, sondern auch viele neue und gewiß fruchtbringende Gedanken des Verfassers, so daß hier wirklich ein Buch von hohem Werte und lebendiger Bedeutung geschaffen worden ist.

Die Ausstattung der Verlagsbuchhandlung Springer ist die gewohnt vorzügliche. *Prof. K. Körner.*

Die Pumpen, deren Berechnung und Konstruktion. Ing. Hugo Bethmann. 224 Seiten. Mit 252 Abbildungen und 21 Tabellen. Leipzig 1912, Oskar Leiner.

Dieses Buch ist als Lehrbuch für mittlere technische Schulen bestimmt und umfaßt Theorie und Ausführung der wichtigsten zur Flüssigkeitsförderung dienenden Systeme. Den breitesten Raum nehmen die Kolbenpumpen ein, deren Berechnung in leicht faßlicher Weise an der Hand zahlreicher Beispiele dargelegt wird. Dem Kapitel über Rohrleitungen sind zahlreiche Tabellen mit den Abmessungen und Gewichten der am häufigsten vorkommenden Normalien beigegeben. Kolben, Stopfbüchsen und Ventile sind mit besonderer Ausführlichkeit behandelt. Eigene Kapitel sind auch den verschiedenen Antriebsarten gewidmet. Dagegen sind die Pumpen mit kreisendem Kolben (Kapselpumpen) und insbesondere die gegenwärtig so wichtigen Zentrifugalpumpen verhältnismäßig flüchtig behandelt. Während die letztgenannte Pumpenart auf knappen 12 Seiten abgetan wird, sind merkwürdigerweise mehr als 13 Seiten den Pulsometern eingeräumt. Den Schluß bilden Dampf- und Wasserstrahl- sowie Luft- und Gasdruckpumpen; die in letzter Zeit so viel Aufsehen erregende Explosionspumpe (Humphrey) ist nur ganz kurz und ohne Skizze, daher nicht ohne weiteres verständlich erläutert.

Insoweit die Abbildungen Schnittzeichnungen oder schematische Skizzen darstellen, können sie als zweckentsprechend bezeichnet werden. Dagegen hätten viele Reproduktionen von Bildern, die offenbar Prospekten oder dgl. entnommen wurden und oft keine Details erkennen lassen, ohne weiteres entfallen können. Daß zum Beispiel dem Verfasser keine bessere Vorlage als jene der Fig. 223 für eine vertikale Zentrifugalpumpe zur Verfügung stand, scheint unerklärlich. Auch scheint sich das vom Verlag gewählte rauhe Papier für die Wiedergabe derartiger Bilder nicht zu eignen (vergl. Fig. 186 u. a.).

Wenn diese Mängel bei einer Neuauflage vermieden werden, so wird dieses Buch infolge seiner übersichtlichen, klaren und knappen Behandlung des Stoffes für Schüler und Lehrer einen willkommenen Behelf bilden. *Russmann.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Gasmaschinen.

(Fortsetzung von Heft 32, Seite 688.)

Viertaktmaschinen.

O. Leissner in Saarbrücken gibt ein Betriebsverfahren an, zufolge welchem bei solchen Maschinen, die mit Druckluft gespült und geladen werden, Wasser während der Kompressionsperiode eingespritzt wird. Mit zunehmender Belastung wird diese Wassermenge entsprechend der Spannung der beim Saughub eingeführten Ladung vermehrt. Durch dieses Verfahren werden hauptsächlich die Kompressions- und Explosionsdrücke herabgesetzt und bei allen Belastungen annähernd gleich gehalten. Die Triebwerksteile bedürfen somit keiner besonderen Verstärkung und der Laderaum keiner Vergrößerung trotz der Erhöhung des Ladegewichtes. (D. R. P. Nr. 270 356.)

Eine Maschine von B. Ember in Rákospalota (Ungarn) gehört zu jener Gruppe, bei der der Kolben während der Auspuffperiode bis an den Zylinderdeckel bewegt wird, um sämtliche verbrannten Gase aus dem Zylinder hinauszutreiben. Gegenüber den bekannten Vorrichtungen mit auf dem Kurbelzapfen sitzenden und vom Pleuelstangenkopf umfaßten Exzenter bleibt bei der vorliegenden Erfindung die Exzenterscheibe während des Saughubes mit dem Kurbelzapfen fest verbunden und wird erst am Ende des Saughubes von ihm entkuppelt. Dadurch wird der Kolben nicht nur während des Auspuffs bis an den Zylinderdeckel herangezogen, sondern es wird während der Saugperiode der Hub um die doppelte Exzentrizität vergrößert, wodurch die eingesaugte Gemischmenge vermehrt und die Leistung erhöht wird. Die abwechselnde Verbindung des Exzenters mit dem Pleuelstangenkopf und dem Kurbelzapfen erfolgt durch einen an der Stirnseite der Exzenterscheibe vorgesehenen Riegel, der nach jeder Umdrehung zwangläufig verstellt wird. (D. R. P. Nr. 274 143.)

Zu den Maschinen mit steuerndem Arbeitskolben, der durch den Kurbelzapfen während der hin und her gehenden Bewegung um die Längsachse verdreht wird, gehört die Maschine von A. Lafitte in Biarritz (Frankreich). Die Drehbewegung des Kolbens wird durch die schräge Anordnung des Kurbelzapfens erzielt. Erfindungsgemäß wird nun der Kurbelzapfen zum Teil kugelförmig ausgebildet, wodurch erreicht wird, daß die Pleuelstangenkräfte von Reibungsflächen aufgenommen werden, die senkrecht oder angenähert senkrecht zur Kraftrichtung liegen. (Ö. P. Nr. 64 517.)

G. B. Jackson in Chicago konstruiert eine Maschine mit zwei im Zylinder gleichachsig angeordneten Arbeitskolben, deren Zapfen

Digitized by Google

durch Pleuelstangen mit Kröpfungen einer außerhalb des Zylinders und in einer Achsenebene des letzteren angeordneten Kurbelwelle verbunden sind. Die den beiden Arbeitskolben entsprechenden Kurbelkröpfungen sind um 90° gegeneinander versetzt, die Kurbeln haben verschiedene Länge und die Zündung erfolgt in einem solchen Zeitpunkt, daß bei Erreichung des höchsten Verbrennungsdruckes die eine Kurbel (und zwar die kürzere) diesem Druck den größten Hebelarm darbietet und infolgedessen die andere Kurbel sich durch die Totpunktlage bewegt. Erfindungsgemäß wird ferner die einzige zur Kammer mit den zwangläufig gesteuerten Ein- und Auslaßventilen führende Zylinderöffnung während der Zündung und Verbrennung zum Schutz der Ventile von einem der Kolben überdeckt. (Ö. P. Nr. 65 041.)

Eine zur Erzielung eines längeren Auspuff- und Saughubes dienende Einrichtung von Th. S. James in London ist in Fig. 8 dargestellt. Die Pleuelstange des Kolbens *b* besteht aus zwei teleskopartigen Teilen *e* und *f*, von denen *e* mit Zapfen e^1, *f* hingegen mit dem Kurbelzapfen *c* der Welle *d* verbunden ist. Der Teil *f* umschließt eine Hülse *g*, in der eine gekröpfte Nut *h* eingearbeitet ist. Eine am Teil *e* angeordnete mit einer Rolle *j* versehene Schraube *i* läuft in der Nut *h*, während ein Bolzen *l* des Teiles *f* sich in Längsschlitzen *k* der Teile *e* verschieben kann. Die Hülse *g* besitzt ein Kegelrad *m*, das in ein kleineres Rad *n* auf dem Kurbelzapfen *c* eingreift. Bei der Drehung der Kurbelwelle treibt *n* das Rad *m* und damit die Hülse *g* an, die durch ihre Nut *h* die Schraube zur Auf- und Abwärtsbewegung gegenüber dem Teil *f* nötigt. Die Teile *e* und *f* verschieben sich also gegenseitig, und zwar derart, daß durch den gekröpften Teil *A* der Nut der Kolben an den Zylinderdeckel ganz herangeschoben wird (Auspuff- und Saughub) und durch den geraden Teil *B* der übliche schädliche Raum (Verdichtungs- und Arbeitshub) gebildet wird. (P. B. Nr. 14 060 A. D. 1912.)

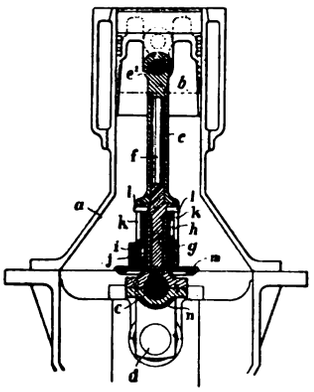


Fig. 8.

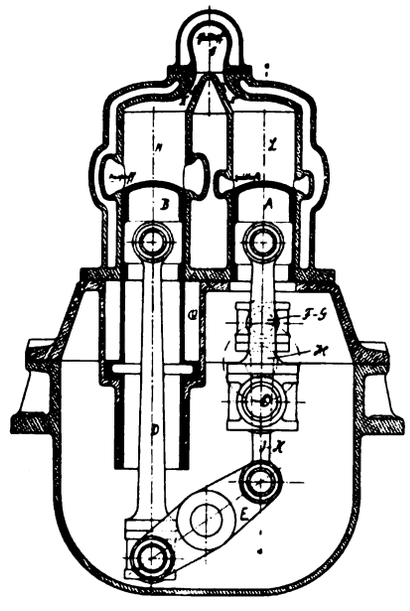


Fig. 9.

Besondere bauliche Anordnungen.

H. Thormeyer in Berlin-Friedenau bildet bei einer Maschine mit zwei Zylindern und gemeinsamem Verbrennungsraum den den Auslaß steuernden Kolben als Stufenkolben aus, wodurch die Spülluftmenge vergrößert wird. Um aber den größeren Massen des Stufenkolbens eine geringere Geschwindigkeit zu geben, ist die Kurbel dieses Kolbens kleiner als die des anderen, leichten Kolbens, wodurch der schwere Kolben bei hoher Tourenzahl nur eine geringe Geschwindigkeit hat, wogegen der leichte Kolben mit hoher Geschwindigkeit arbeiten kann. Außerdem besitzt diese Maschine den Vorteil, daß eine nur geringe Menge der Spülluft bezw. der neuen Ladung den heißen Verbrennungsraum durchfließt, so daß bis zum Schluß der Schlitze eine größere Menge der neuen Ladung relativ kalt bleibt. Die gleiche Wirkung erzielt man, wenn man den Zylindern mit den Auslaßschlitzen eine kleinere Bohrung gibt. (D. R. P. Nr. 275 948.)

Fig. 9 zeigt eine Glühkopfmaschine von F. Schulze in Hannover-Linden. Die beiden Kolben *A* und *B* laufen in gleicher Richtung und greifen an einer Welle an. *A* wirkt direkt auf den Zapfen *C* der Kurbelwelle, wogegen *B* mittels der Schubstange *D*, des Winkelhebels *E* und der Schubstangen *J*, *K* (die sich in der Zeichnung decken) auf die zu *C* um 180° versetzten und beiderseits *C* liegenden Zapfen *G*, *F* der Kurbelwelle *H* arbeiten. Die Welle ist vom Druck entlastet, da die einander entgegengesetzten Drücke von *C* und *F*, *G* sich aufheben, so daß die Welle *H* nur ein Drehmoment zu übertragen hat. In der gezeichneten Stellung findet der Auspuff statt und die Spülluft füllt den Zylinderraum *L*, wobei sie auch durch den Kanal *N* in den Glühkopf *O* eintritt, die Wandungen kühlt und dann den Raum *M* füllt. Der Glühkopf wird somit durch die volle Spülluftmenge gekühlt. Bei der jetzt folgenden Verdichtung wird flüssiger Brennstoff eingeführt und am Ende der Verdichtung erfolgt die Zündung. Die Spülluftpumpe Q ist doppeltwirkend ausgebildet. Die gleichzeitige Spülung der Zylinder und Kühlung der heißesten Stellen bilden das Wesen der Erfindung. (D. R. P. Nr. 275 947.)

Eine Verbundmaschine mit zwei Hoch- und einem Niederdruckzylinder von W. J. Wright in Franklin (Ver. St. v. A.) unterscheidet sich von den älteren Anordnungen durch eine derartige Versetzung der drei Kurbeln zueinander, daß im Augenblick der Explosion der eine Hochdruckkolben bereits die Totlage überschritten hat, während sich der andere Hochdruckkolben in der Totlage befindet und daß die gespannten Gase auf den Niederdruckkolben wirken, wenn dieser Druck im Hochdruckzylinder etwas abgenommen hat. Die verbrauchten Gase des Hoch- und Niederdruckzylinders strömen durch die vom ersteren nach dem letzteren führenden Kanäle und durch eine Einschnürung des Hochdruckkolbens, durch die gleichzeitig die Verbindungskanäle und die Auspuffkanäle miteinander verbunden werden. (D. R. P. Nr. 269 905.)

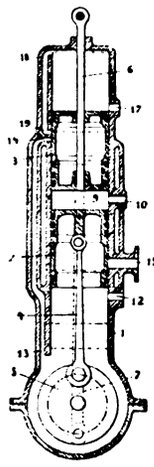


Fig. 10.

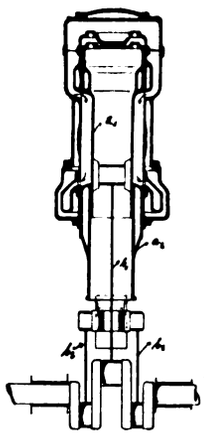


Fig. 11.

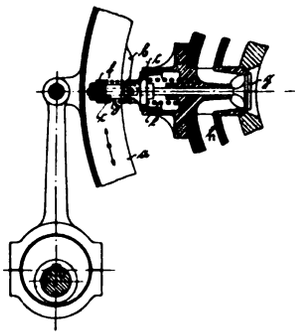


Fig. 12.

G. H. O. Kind in Ssergiewo (Rußland) versieht eine Zweitakt-Verbundmaschine mit Einrichtung, die eine Umsteuerung auf den Betrieb als reine Druckluft- oder reine Dampfmaschine ermöglicht. (D. R. P. Nr. 269 957.)

Ch. W. Graham in London läßt bei einer Maschine mit zwei gleichachsigen, einander gegenüberliegenden und auf dieselbe Welle arbeitenden Zylindern, den einen im Vier- und den anderen im Zweitakt arbeiten. Beide Kolben wirken aber auf ihren der Kurbelwelle zu gelegenen Seiten als Pumpe für die Zweitaktmaschine, deren Ladung dementsprechend größer wird. (B. P. Nr. 9925 A. D. 1913.)

Die in Fig. 10 dargestellte Maschine mit gegenläufigen Kolben von A. Waldmeier in Zürich wirkt in folgender Weise: In der dargestellten Lage findet zwischen den Kolben 2 und 3 mittels des Zünders 10 eine Explosion statt und die Kolben gehen auseinander. 2 schließt die Bohrung 12 und verdichtet die frische Luft im Kurbelgehäuse so lang, bis 3 die Öffnung 14 freigelegt hat. Jetzt tritt Luft in den Raum 9 und bildet eine Schichte zwischen den durch die Auspufföffnung 15 abziehenden Abgasen und dem vom Kolben 3 bei 17 angesaugten und durch die Umleitung 18 in den Raum 9 eingeschobenen Brennstoff. Sämtliche Öffnungen können den ganzen Zylinderumfang einnehmen und durch Stege unterteilt sein, so daß die Ein- und Ausströmvorgänge rasch erfolgen können. (Schweiz. P. Nr. 62 933.)

Um das Auswaschen der Verbrennungsgase möglichst vollkommen zu gestalten, gibt W. Maier in Stuttgart seiner Einspritzverbrennungskraftmaschine mit gegenläufigen Kolben die aus Fig. 11 ersichtliche Ausbildung. Danach wird die Ausnutzung des äußeren Kolbens *a* als Spülluftpumpenkolben mit Wirkung auf die ganze Fläche ermöglicht. Das Ansaugen der Luft erfolgt durch diesen Kolben hindurch, wodurch eine gute und doch nicht zu energische innere Kühlung des Kolbens a_1 erzielt wird. Die Kühlung kann auch, wie angedeutet, durch einen Wassermantel verstärkt werden. Der Kolben a_1 arbeitet mittels der Stange b_1 und der andere Kolben a_2 mittels der Stangen b_2 auf die dreifach gekröpfte Kurbelwelle. Der Arbeitsraum ist, wie ersichtlich, ringförmig, so daß keine von der Spülluft nicht bestrichene Raumteile verbleiben. (D. R. P. Nr. 272 978.)

Fig. 12 zeigt eine Spülventilsteuerung von W. Kreulin Elbing die einen zwangsweisen Schluß des Spülventils *g*, dagegen eine von der Kurbelstellung unabhängige Öffnung, die bloß vom Unterdruck im Zylinder beeinflußt wird, herbeiführt. Bei der Verdrehung des Steuerringes *a* (der so viele Nocken *b* hat als Spülventile *g* zu steuern sind), wird die Hülse *c* durch *b* zurückgeschoben und die Feder *d* gespannt, und zwar so, daß *g* sich erst dann öffnet, wenn die Abgase genügend entspannt sind und die von *h* kommende Spülluft mit geringem Unterdruck in den Zylinder tritt. *g* wird zwangsweise dadurch geschlossen, daß die Hülse *c* mittels der Feder *e* gegen die auf der Spindel befestigte Mutter *f* drückt, sobald *b* die Hülse *c* freigibt. Die Anordnung arbeitet unabhängig von der Drehrichtung der Maschine. (D. R. P. Nr. 269 454.)

Ladevorrichtungen, insbesondere für Dieselmaschinen.

Zunächst sei auf eine Maschine von Friedrich August Haselwander in Karlsruhe und Dr. Alfred Silber in Offenburg i. B. verwiesen. Bei Maschinen, bei denen gegen Ende des Verdichtungshubes ein Teil der verdichteten Luft des Arbeitszylinders durch einen Verdränger abgeschnürt und höher verdichtet wird, um beim Übertritt

Digitized by Google

in den anderen Teil den Brennstoff einzublasen, muß diese Brennstoffeinspritzung am Ende des Verdichtungshubes vollendet sein, so daß die Verbrennung bei konstantem Volumen stattfindet. Um solche Maschinen im Gleichdruck arbeiten zu lassen, ist nach der Erfindung folgende Einrichtung getroffen: Gegen Ende des Verdichtungshubes tritt der Verdränger *e* (Fig. 13) in den Raum *B* ein, die Luft im Ringraum *r* wird höher verdichtet und strömt durch den Spalt *c* in den Raum *B* über, um den bei *p* zugeführten Ladebrennstoff zu zerstäuben. Infolge der hohen Verdichtungstemperatur entzündet sich der Brennstoff. Durch diese Verpuffung wird der Endverdichtungsdruck in *B* erhöht. Dieser Druck pflanzt sich durch den Kanal *C* in den Raum *b* fort. Wenn nun nach der Kolbenumkehr der Druck im Verbrennungsraum *B* sinkt, strömen die Gase aus dem Nebenraum *b* zurück und reißen den eigentlichen Betriebsbrennstoff aus *P* mit sich, der unter annähernd gleichem Druck verbrennt. (D. R. P. Nr. 270 972.)

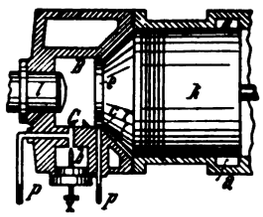


Fig. 13.

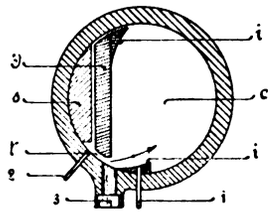


Fig. 14.

Bei Maschinen mit Anordnung eines Verdrängers am Arbeitskolben sind große, wärmeabführende Flächen vorhanden, auch ist eine kreisende Bewegung im Verbrennungsraume durch tangentiale Einspritzung des Brennstoffes schwer durchzuführen. Dieser Übelstand wird von Friedrich August Haselwander in Karlsruhe und Dr. Alfred Silber in Offenburg i. B. dadurch beseitigt, daß die beiden Räume verschieden hoher Verdichtung nur durch die Abschnürungsleiste *d* (Fig. 14) voneinander getrennt sind, somit in derselben Ebene liegen und vom Kolbenboden und Zylinderdeckel begrenzt sind. Die aus dem Raume höherer Verdichtung durch den seitlichen Kanal *t* in den Verbrennungsraum *c* tangential überströmende Luft reißt den Brennstoff aus 1, 2 oder 3 mit und versetzt die Ladung in kreisende Bewegung. (D. R. P. Nr. 270 971.)

Die in Fig. 15 dargestellte Maschine von Desider Mauthner in Budapest dient dazu, den ersten Teil des Brennstoffes durch Verpuffung, den übrigen Teil annähernd im Gleichdruck zu verbrennen. Sobald am Ende des Verdichtungshubes der Verdränger 3 in die Hülse 4 eintritt, wird plötzlich auf kurze Zeit das Ventil 13 geöffnet, durch das ein Teil der verdichteten Luft in den Raum 14 übertritt und dort aufgespeichert wird. Dadurch sinkt der Druck im Explosionsraum 7 plötzlich, wodurch die Luftströmung durch die Hülse 4 vom Verbrennungsraume 6 nach dem Raume 7 endbedeut verstärkt wird. Der der Hülse 4 durch viele Bohrungen an mehreren Stellen plötzlich unter Druck zugeführte Brennstoff gelangt daher fein zerstäubt in den Zylinderraum 7, wo er infolge der Verdichtungswärme sich entzündet und dadurch den Druck in 7 plötzlich erhöht. Nach der Kolbenumkehr strömen die hochverdichteten Gase von 7 nach 6. Während des ersten Teiles des Kolbenhubes wird nun abermals Brennstoff der Hülse 4 zugeführt, so daß dieser in entgegengesetzter Richtung zum ersten Teil durch die Gase in den Verbrennungsraum 6 übergeführt wird, wo er allmählich unter annähernd gleichem Druck verbrennt. Die im Raume 14 aufgespeicherte Luft tritt gegen Ende des folgenden Saughubes in den Zylinder zurück. (D. R. P. Nr. 273 091.)

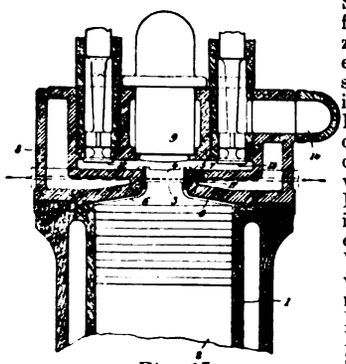


Fig. 15.

Um den Brennstoff vor seiner Einführung in den Zylinder zu erhitzen und zu verdampfen, benutzt Emil Constam in Zürich zum Einblasen und Zerstäuben des Brennstoffes statt der hiefür üblichen Druckluft ein inertes Gas. Dieses, zum Beispiel die Auspuffgase der Maschine, wird durch eine Verdichtungspumpe durch einen Erhitzer getrieben, von wo es in die Zerstäuberdüse gelangt. Infolge der Verwendung eines inerten Gases wird jede Entzündungsgefahr trotz hoher Erhitzung vermieden. (Schw. P. Nr. 64 555.)

Jakob Jäggli in Deutschland erhält eine intensive Zerstäubung des Brennstoffes und Mischung desselben mit der Luft durch folgende Einrichtung. Der Düsenplatte vorgelagert ist ein Körper mit einem schraubenförmigen Kanal. In einen oder zwei Schraubengänge wird der Brennstoff zugeführt. Ein Teil der Einblaseluft strömt durch den Schraubenkanal, reißt den Brennstoff mit sich, worauf das Gemisch durch Kanäle der Düsenplatte in mehrere Strahlen zerteilt wird, die in einem Punkte eines Hohlraumes der Platte zusammentreffen. Gegen diesen Punkt sind überdies ein zentral durch den Schraubenkörper geführter Kanal und mehrere schräge Kanäle der Düsenplatte gerichtet, durch die die übrige Einblaseluft strömt. Aus dem Hohlraum der Düsenplatte tritt die innige Mischung durch die Düsenöffnung in den Arbeitszylinder. (F. P. Nr. 459 730.)

Eine gedrängte Bauart einer Dieselmaschine erzielt die Kommandit-Gesellschaft für Tiefbohrtechnik und Motorenbau Trauzl & Co. in Wien dadurch, daß sie den Verdichter für die Einblaseluft und die Brennstoffpumpe möglichst nahe an die Einspritzdüse heranrückt und das Einblaseventil für die Verbrennungsluft als Druckventil des Verdichters und das Brennstoffventil als Druckventil der Brennstoffpumpe ausbildet. Von den beiden Ventilen führt ein gemeinsamer Kanal zur Einspritzdüse. (Schw. P. Nr. 62 942.)

Bekanntlich wird bei Benutzung schwer entzündlicher Brennstoffe ein Teil derselben oder ein anderer, leichter entzündlicher Brennstoff dem eigentlichen Betriebsbrennstoff vorausgeschickt zwecks Einleitung der Zündung und Erhöhung der Temperatur des Zylinderinhaltes. Robert Maria Vetter in Wien leitet nun diesen Zündbrennstoff mit Umgehung des Zerstäubers in einen die Düse umgebenden Ringkanal, von dem mehrere Öffnungen in den zwischen dem Sitz der Düsennadel und der Düsenmündung liegenden Raum münden, den die Einblaseluft und der Betriebsbrennstoff durchstreichen müssen. Dadurch ist die Zur führung des Zündbrennstoffes von der Bewegung der Düsennadel unabhängig gemacht. (F. P. Nr. 449 725.)

Bei Verwendung zweier verschiedener Brennstoffe, eines Zünd- und eines Betriebsbrennstoffes, kann es vorkommen, daß sich die Einführung des Betriebsbrennstoffes nicht unmittelbar an die des Zündbrennstoffes anschließt, so daß eine absatzweise Verbrennung erfolgt, die sich durch zwei kurz aufeinanderfolgende Stöße bemerkbar macht. Dies wird durch eine Erfindung des Charles Schaer in Langenthal (Schweiz) vermieden. Die Pumpe für den Zündbrennstoff eilt jener für den Betriebsbrennstoff vor. Beide fördern in den Ringraum oberhalb des Einblaseventilsitzes und unterhalb des Zerstäubers. Der Zündbrennstoff lagert sich unmittelbar am Ventilkonus, der später zugeführte Betriebsbrennstoff muß jedoch aus dem Ringraum in den darüber befindlichen Zerstäuber hochsteigen, da der Ringraum nur sehr klein ist. Der Zerstäuber ist so ausgebildet, daß er dem Hochsteigen des Brennstoffes möglichst geringen Widerstand entgegengesetzt (die Durchströmöffnungen der Zerstäuberplatten sind zum Beispiel nach unten erweitert und die Kanten gut abgerundet), wogegen er dem Rückströmen des Brennstoffes bei geöffnetem Einblaseventil einen großen Widerstand bietet (scharfe Kanten an den Öffnungen auf der Oberseite der Zerstäuberplatten), um eine gute Zerstäubung zu erzielen. Durch diese Einrichtung wird auch erreicht, daß der die Zündung einleitende Tropfen stets vorhanden ist, auch wenn bei bestimmter Belastung vom Betrieb mit zwei Brennstoffen auf Betrieb mit einem Brennstoff übergegangen wird und bei kleinsten Brennstoffmengen bei geringer Belastung. (Schw. P. Nr. 64 073.)

Bei Maschinen mit Einspritzung des Brennstoffes unter Verwendung von Einblaseluft muß bei Änderung der Belastung nicht nur die Menge des Brennstoffes, sondern auch jene der Einblaseluft geändert werden. Der Regler hat daher zwei Aufgaben zu erfüllen, nämlich die Regelung der von der Pumpe geförderten Brennstoffmenge und die Änderung des Hubes des Einblaseventiles. Nach einer Erfindung der Skodawerke Aktiengesellschaft in Pilsen hat der Regler nur die Brennstoffmenge zu bestimmen, die Regelung der Einblaseluftmenge erfolgt selbsttätig in Abhängigkeit von der Brennstoffmenge. Zu diesem Zwecke gabelt sich die Brennstoffleitung vor der Einspritzdüse in zwei Teile, von denen der eine zur Einspritzdüse, der andere unter einen Kolben führt, der mit der Ventilnadel verbunden ist. Je größer die Fördermenge der Brennstoffpumpe ist, um so höher wird die Nadel des Einblaseventils durch den unter ihren Kolben gelangenden Brennstoffteil angehoben und daher auch eine um so größere Menge Druckluft in den Zylinder gelangen. Nach Beendigung des Druckhubes der Brennstoffpumpe sinkt der Druck unter dem Kolben des Ventils und eine Feder drückt dieses auf seinen Sitz. Um das Verhältnis von Brennstoff- und Luftmenge ändern zu können, ist in der Brennstoffleitung hinter der Verzweigungsstelle eine Drosselvorrichtung angeordnet, durch die das Verhältnis der zum Steuerkolben gelangenden Brennstoffmenge zu jener der Einspritzdüse zugeführten geändert werden kann. Dies ist besonders wichtig, wenn während des Betriebes von einem Brennstoff auf einen anderen übergegangen wird. (Ö. P. Nr. 64 223.)

Der Druck der Einblaseluft wird gewöhnlich durch ein in der Saugleitung der Pumpe angeordnetes Drosselorgan geregelt. Da aber meist die Druckleitung der mehrstufigen Pumpe über einen Sammelbehälter

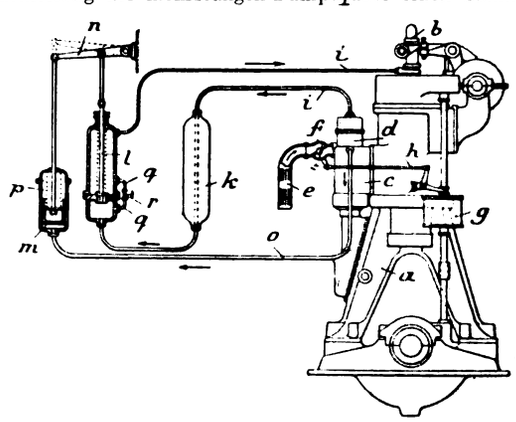


Fig. 16.

und Kühlvorrichtungen führt, dauert es geraume Zeit, bis sich die Druckänderung in der Einblasedüse bemerkbar macht. Um den Regelungsvorgang zu beschleunigen, verwendet die Firma Gebrüder Sulzer in Winterthur und Ludwigshafen a. Rh. die in Fig. 16 dargestellte Regelungsvorrichtung. Der Regler *g* verstellt das Drosselorgan *f* in der Saugleitung *e* der zweistufigen Einblaseluftpumpe *c*, *d*. Die Druckleitung *i* führt zum Sammelbehälter *k* und von hier über

Digitized by Google

das Regelungsventil *l* zur Einspritzdüse *b*. Eine Umlaufleitung *q* sichert stets den Durchtritt einer Mindestluftmenge, die bei geänderten Arbeitsbedingungen durch das Regelorgan *r* eingestellt werden kann. Die Verstellung des Regelungsventils *l* erfolgt durch den Hebel *n*, der vom federbelasteten Kolben *m* betätigt wird. Der Kolben *m* steht unter dem Druck der durch die Leitung *o* zuströmenden Luft, wobei die Leitung *o* mit der Saugleitung der zweiten Stufe der Einblaseluftpumpe verbunden ist. Da das Regelungsorgan *l* nur den Druck der geringen Luftmenge in der zum Einblaseventil führenden Leitung *i* zu ändern hat, erfolgt die Regelung sehr rasch. (Schw. P. Nr. 64 318.)

Bei hoher Belastung der Maschine erwärmt sich die Verbrennungsluft während des Ansaugens und Verdichtens an den heißen Metallteilen, so daß die Verdichtungstemperatur genügend hoch wird, um auch schwere Brennstoffe ohne Anwendung von Zündbrennstoff zu entzünden. Bei geringer Belastung hingegen und gleichbleibender Einblaseluftmenge kühlt diese den Zerstäuber und die Düse stark ab, auch gelangt Luft aus der beim vorhergehenden Arbeitsgang leer geblasenen Düse zuerst in den Zylinder, kühlt die Luft in diesem, so daß der nachfolgende Brennstoff sich nicht mehr entzündet. Um aber auch bei geringer Belastung eine sichere Zündung ohne Anwendung eines besonderen Zündbrennstoffes zu erhalten, wird nach einer Erfindung der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G. in Augsburg das Brennstoffeinspritzventil bei großer Belastung spät geöffnet und bleibt lange offen, wogegen es bei geringer Belastung längere Zeit vor dem Totpunkt geöffnet wird und kürzere Zeit geöffnet bleibt. Dadurch wird stets ein solches Verhältnis von Brennstoff und Druckluft erzielt, daß eine Abkühlung unter die eine sichere Zündung gewährleistende Temperatur nicht stattfindet. (Ö. P. Nr. 62 833.)

Eine andere, gleichfalls von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G. in Augsburg herrührende Regelungsvorrichtung ist in Fig. 17 dargestellt. In die vom Druckluftbehälter *c* zu den Brennstoffventilen führende Leitung *g* ist ein Druckminderventil *a* eingeschaltet, das durch die Feder *e* geöffnet gehalten wird, während der Druck im Raum *f* das Ventil zu schließen sucht. Die Feder *e* ist so bemessen, daß das Ventil *a* beim Anlassen den nötigen Einblasedruck einstellt. Eine von der Maschine angetriebene Flüssigkeitspumpe *h* saugt aus dem Behälter *l* und fördert durch Leitung *n* in den oberhalb des Ventilkolbens *d* befindlichen Raum *p*, wodurch

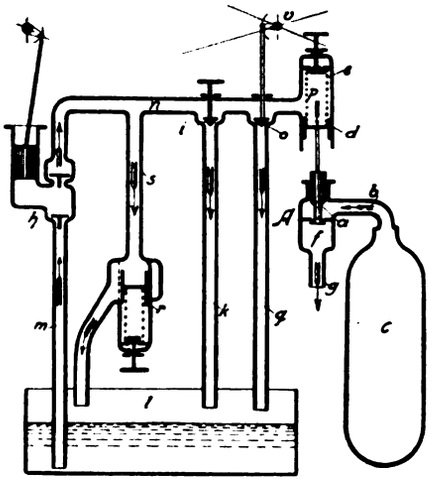


Fig. 17.

das Ventil *a* gleichfalls auf Öffnung belastet wird. Der Abfluß der Flüssigkeit erfolgt durch das Ventil *i* in den Behälter *l*. Bei gleichbleibender Stellung des Ventiles *i* wird der Druck in *p* um so größer sein, je schneller die Maschine und somit die Pumpe läuft. Dadurch stellt das Ventil *a* bei hoher Umlaufszahl der Maschine einen höheren, bei niederer Umlaufszahl einen kleineren Einblasedruck ein. Um aber bei gleichbleibender Umlaufszahl bei höherer Belastung und somit größerer Brennstoffmenge einen höheren Einblasedruck als bei niedriger Belastung und kleiner Brennstoffmenge zu erhalten, ist ein zweites Rückströmventil *o* für die Flüssigkeit vorgesehen, das vom Regler der Maschine durch Gestänge *v* bei hoher Belastung geschlossen, bei abnehmender Belastung immer mehr geöffnet wird. Schließlich soll verhindert werden, daß der Druck im Raum *p* ein bestimmtes Maß übersteigt. Zu diesem Zwecke ist ein drittes Ventil *r* vorgesehen, das sich bei Überschreitung eines bestimmten Flüssigkeitsdruckes in der Druckleitung *n* der Pumpe öffnet und Flüssigkeit in den Behälter *l* abfließen läßt.
(Ö. P. Nr. 64 148.)

Da bei Gleichdruckmaschinen die Temperatur des Verbrennungsraumes bei Vollast höher ist als bei geringer Belastung, findet die Zündung bei hoher Belastung früher statt als bei kleiner Belastung. Um die Zündung stets bei genau der gleichen Kolbenstellung zu erhalten, müßte eine entsprechende Temperaturregelung vorgenommen werden. Olaf Ohlsson in Södertelje spritzt den Brennstoff unter hohem Druck ohne Einblaseluft durch ein federbelastetes Ventil in den Zylinder. Die Spannung der Ventilfeder wird durch den Regler entsprechend der Belastung der Maschine derart geändert, daß der Brennstoff bei kleiner Belastung infolge der stärker gespannten Feder feiner zerteilt in den Verbrennungsraum gelangt als bei hoher Belastung und weniger gespannter Feder. Dadurch bleibt der Zündzeitpunkt stets der gleiche, ohne Rücksicht auf die Temperaturschwankungen bei Änderung der Belastung.
(D. R. P. Nr. 267 822.)

Kühlung.

Die Erfindung von Hugo Lentz in Berlin-Halensee (Fig. 18) bezieht sich auf einen mehrzylindrigen Explosionsmotor mit Drehschiebersteuerung und Luftkühlung, vermittelst einer durch die Energie der Abgase betriebenen Saugvorrichtung. Diese erstreckt sich über mindestens zwei Zylinder und bildet dabei eine unmittelbare Fortsetzung des Drehschiebergehäuses. Auf dem Kurbelgehäuse *a* sind je zwei Zylinder umfassende Gehäuse *b* mit Zylinderköpfen *d* aufgesetzt. Die einzelnen Zylinder werden in ihrem oberen Teil durch eine Wand *f* in der Weise umgeben, daß ein Kühlraum *g* gebildet wird, der sowohl die Arbeitsräume des Motors, sowie auch das Drehschiebergehäuse *h* umschließt. In diesem Gehäuse *h* bewegt sich der Drehschieber *i*, der den Zutritt des Gasgemisches aus dem Gasraum *k* in den Verbrennungsraum *l* bezw. das Ableiten der verbrannten Gase durch den Auspuffkanal *m* regelt. Um nun die Abgase zum Kühlen zu benutzen, ist das Zylindergehäuse so ausgebildet, daß sich unmittelbar an den Auspuffkanal *m* im Schiebergehäuse eine Druckdüse *n* anschließt, der eine Saugdüse *o* gegenüberliegt, die durch Schlitze mit dem Kühlmantelraum *g* in Verbindung steht. Die Auspuffgase entweichen durch die Düsen und saugen hiebei die Luft aus den Räumen *g*, so daß wieder frische Luft durch Öffnungen in der Wand *f* zu Kühlzwecken einströmt.
(D. R. P. Nr. 266 542.)

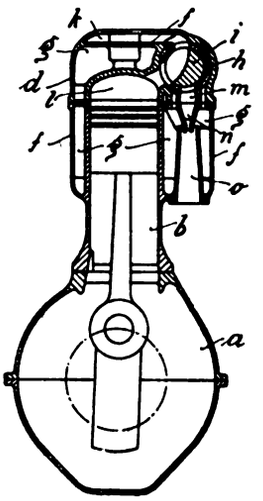


Fig. 18.

Bei Zylindern, deren Grundform in Fig. 19 dargestellt ist, entstehen an den Stellen, an denen die Ventilstutzen *a* in den Zylindern *b* einmünden, Zwickel *c*, die sehr schlecht gekühlt sind und die daher leicht zum Einreißen neigen. Das Anspritzen dieser Stellen mit besonders zugeführtem Kühlwasser und auch das Eingießen von besonderen wasserdurchflossenen Röhren in diesen Stellen ergibt keine einwandfreie Lösung wegen der Schwierigkeiten bei der Herstellung und im Betrieb, die besonders bei großen Zylindern mit zahlreichen Ventilen entstehen.

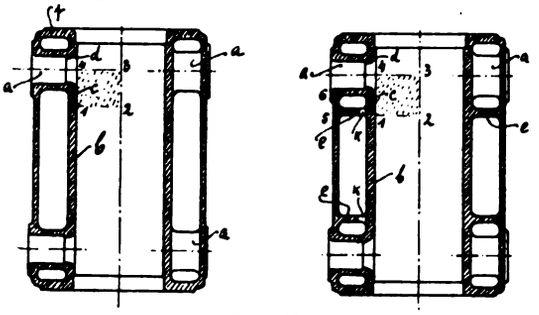


Fig. 19.

Die Erfindung von Kurt Hiehle in Nürnberg bezweckt nun diese gefährdeten Stellen dadurch zu kühlen, daß in der Nähe der Ventilstutzen zwischen Außenmantel und Innenzylinder *b* eine Ringwand eingebaut wird, die einen besonderen Kühlwasserraum am Zylinderende von dem übrigen abtrennt und es ermöglicht, die gesamte Kühlwassermenge durch dicht an der inneren Zylinderwand angeordnete Löcher *k* direkt an die Ventilstutzen zu leiten. Durch die hohe Durchflußgeschwindigkeit und das Aufprallen des Wassers auf die Ventilstutzen wird eine wirksame Kühlung an der gefährlichen Stelle *c* erreicht. Fig. 20 zeigt den Schnitt durch die Wasserübertrittslöcher *k* für

Fig. 20.

Fig. 21.

den Fall, daß der Ringflansch *e* so dicht unter den Ventilstutzen *a* liegt, daß diese zum Teil mit ihm zusammenfließen. Das Wasser wird dann durch zwei Löcher an beiden Enden des Stutzens vorbeigeführt. In Fig. 21 ist dargestellt, wie die Ringwand *e* die Stutzen nicht berührt. In diesem Fall genügt für die Durchführung des Kühlwassers ein einziges Loch *k*. (D. R. P. Nr. 275 031.)

Die Wasserzuführung zu den Kolben geschieht gewöhnlich durch Vermittlung des Kreuzkopfes, und zwar so, daß das Kühlwasser durch einen der beiden Kreuzkopfzapfen und einen Kanal der hohlen Kolbenstange in den Kolben eingeleitet wird und durch einen meist zu dem Zuführungskanal gleichachsig liegenden zweiten Kanal der Kolbenstange in den anderen Kreuzkopfzapfen und von hier aus in die Abflußleitung gelangt. Dadurch erhalten beide Kreuzkopfzapfen verschiedene Temperaturen, was natürlich ein Heißlaufen des zweiten Zapfens begünstigt. Die Firma Fried. Krupp Akt.-Ges. Germaniawerft in Kiel-Gaarden beseitigt diesen Übelstand dadurch, daß sie den Kreuzkopf so ausbildet, daß das Kühlwasser vor seinem Eintritt in die Kolbenstange die Innenwandungen beider hohler

Digitized by Google

Kreuzkopfzapfen bespült, in dem der Hohlraum des Kreuzkopfzapfens, an den die Zuflußleitung für das Kühlwasser angeschlossen ist, unter Umgehung der Kolbenstange mit dem Hohlraum des anderen Kreuzkopfzapfens und dieser mit der nach dem Kolben führenden Kühlwasserleitung verbunden ist. Die von dem Kolben kommende Kühlwasserleitung steht in Verbindung mit dem Kühlwasseraustrittsstutzen, der wasserdicht durch den Hohlraum des zugehörigen Kreuzkopfzapfens hindurchgeführt ist. (Ö. P. Nr. 65 441.)

Den Gegenstand der Erfindung der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A. G. in Augsburg bildet eine Vorrichtung zum Kühlen des Zylinders bezw. Zylinderdeckels (Fig. 22). Zur Kühlwasserführung werden an den besonders gefährdeten Stellen eigene Kühlmittel-Leitungskanäle angeordnet. *a* ist der Auspuff- oder Einsaugventilkorb. Derselbe sitzt mit seinem ringförmigen Ventilsitz *b* in der Wand *c* des Zylinders. Der Ventilsitz *b* und die Wand *c* umschließen zusammen einen ringförmigen Hohlraum *d*, der einerseits durch eine oder mehrere Bohrungen *e* mit der Kühlwasserzu- oder -ableitung und durch die Bohrungen *f* mit dem eigentlichen Kühlwasserraum *g* ver-

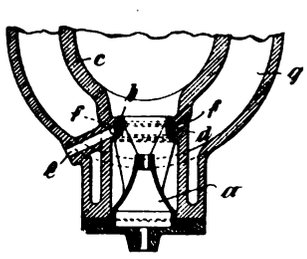


Fig. 22.

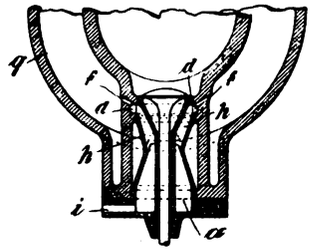


Fig. 23.

bunden ist. Durch die Bohrung *e* wird das kalte Kühlwasser aus der Leitung unmittelbar in den ringförmigen Hohlraum *d* zwischen Ventileinsatz und die denselben umgebende Wand geleitet, noch bevor dasselbe in den Kühlwasserraum gelangt. Bei der Ausführung nach Fig 23. wird das Kühlwasser dem ringförmigen Hohlraum nicht durch Bohrungen *e*, sondern durch die hohlen Stege *h* aus dem Ventilkorb zugeführt. Das kalte Wasser tritt hiebei durch den Kanal *i* in den Hohlraum des Ventilkorbes, den es kühlt und strömt durch die Stege *h* in den Raum *d*. (Ö. P. Nr. 65 962.)

Bei den bekannten Kühlungen der Kolben von Verbrennungskraftmaschinen, Verdichtern u. dgl. wird das Kühlmittel unter Druck durch die Kühlräume bewegt. Dies hat zur Folge, daß ein Teil des Kühlmittels durch die beweglichen Leitungsverbindungen, wie Rohrgelenke u. dgl. austritt, in den Kurbelkasten gelangt und sich hier mit dem Schmiermittel vermengt. Gemäß der Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin soll dieser Übelstand dadurch beseitigt werden, daß das Kühlmittel durch die Kolben bezw. die mit ihnen verbundenen Leitungen hindurchgesaugt wird. Es herrscht dann in den miteinander verbundenen Räumen ein geringerer als Atmosphärendruck, wodurch jedes Austreten von Kühlmittel verhindert wird. (D. R. P. Nr. 272 054.)

(Schluß folgt.)

Briefe an die Redaktion.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Die magnetische Prüfung von Blechen mit Einrichtung für den praktischen Gebrauch.

Unter obigem Titel beschreibt Herr Schübbe im Heft 22, Seite 461 dieser Zeitschrift eine Meßanordnung, die bezwecken soll, die Magnetisierbarkeit von Blechen möglichst einfach ohne Rechnungen und genügend genau zu ermitteln. Abgesehen von den Schwierigkeiten, die angegebenen Größenverhältnisse eines bestimmten ins Auge gefaßten Satzes von Apparaten an andere Stelle auf andere Apparate, namentlich auch auf ein anderes Galvanometer zu übertragen, möge im folgenden darauf hingewiesen werden, daß der erwähnten Meßmethode mehrere Nachteile anhaften und daß es bereits seit längerer Zeit eine ähnliche komplette Meßeinrichtung — nach der Differentialmethode der Siemens & Halske A.-G. (vergl. E. T. Z. 1911, Seite 1131) — gibt, die diese Nachteile nicht besitzt.

Die Genauigkeit der von Herrn Schübbe verwendeten Epsteinschen Meßmethode (E. T. Z. 1911, Hefte 14 und 15, Seite 334) reicht nach Ansicht der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt sogar für praktische Messungen nicht aus (vergl. E. T. Z. 1911, Seite 613 und 1218). Wenn man sich aber trotzdem unter gewissen Umständen mit der Genauigkeit dieser Methode begnügt, so ist immerhin noch zu bemerken, daß sie nur dann erzielt wird, wenn an den Meßresultaten mehrere Korrektionen angebracht werden, wie ja Herr Schübbe auch ausführlich angibt.

Gerade diese Korrektionen aber bedeuten in der Praxis bekanntlich eine unvermeidliche Fehlerquelle. Bei der Differentialmethode, dagegen werden dieselben Korrektionen immer richtig angebracht, da sie selbsttätig, infolge der Art der Schaltung, vorgenommen werden.

Auch die Ablesung von ballistischen Ausschlägen bietet in der Praxis namentlich bei Verwendung eines Zeigergalvanometers, das gegenüber den Spiegelgalvonometern geringere Schwingungsdauer besitzt, unverkennbare Schwierigkeiten, sowohl hinsichtlich der Genauigkeit wie der Zuverlässigkeit der Ablesungen.

Bei der Differentialmethode wird zwar ebenfalls ein ballistisches Zeigergalvanometer verwendet, jedoch erhält man hier das Meßresultat, infolge der Nullmethode, wenn kein Ausschlag am Galvanometer abgelesen wird und gerade dieses Kriterium ist hinsichtlich der Zuverlässigkeit besonders geeignet für laufende technische Messungen.

Ein weiterer Nachteil der Schübbeschen Anordnung ist die hohe Stromstärke von max. $\frac{300}{4 \cdot 5} = 67\,A$, gegenüber der maximalen erforderlichen Stromstärke von nur 30 *A* der Differentialmethode. Da außerdem für die direkten Methoden eine konstante Spannung der Stromquelle erforderlich ist, kommt für sie die Gleichstromnetzspannung nicht in Frage, sondern ist eine besondere Akkumulatorenbatterie, die wegen der großen Entladestromstärke recht teuer ausfällt, unentbehrlich. Die Meßeinrichtung nach der Differentialmethode kann sowohl wegen der geringen Stromstärke als auch wegen der Unempfindlichkeit gegen Spannungsschwankungen der Meßstromquelle direkt an 110 oder 220 *V* Netzspannung angeschlossen werden.

Der Vorzug der Differentialmethode gegenüber der Schübbeschen und allen anderen direkten Methoden liegt meiner Ansicht nach besonders auch darin, daß erstere sich nicht auf die Messung der Magnetisierbarkeit beschränkt, sondern auch die Verlustziffern des Bleches nach den Verbandsvorschriften zu messen gestattet (vergl. E. T. Z. 1912, Seite 531), und zwar in ganz ähnlicher Weise ohne jede Rechnung wie bei der Magnetisierbarkeitsbestimmung. Da die Verlustmessung die wichtigste, aber auch die schwierigste von beiden Messungen nach der direkten Methode ist, kann eine Meßanordnung, die diese Messung nicht berücksichtigt, keinen Anspruch auf Vollkommenheit erheben.

Charlottenburg, im Juli 1914.

J. F. van Lonkhuyzen.

Erwiderung.

Die von Herrn J. F. van Lonkhuyzen erwähnten Fehlerquellen sind allen mit diesem Gebiet vertrauten Fachgenossen wohlbekannt, ganz unabhängig davon, welche Methode benutzt wird.

Ich möchte jedoch diese Streitfragen hier nicht wiederholen, da sie mehr oder weniger doch nur theoretisches Interesse besitzen und bereits in vielfachen Veröffentlichungen erörtert sind. Für die praktische Anwendung spielen diese Fehlerquellen, welche zirka 1% bei den höchsten, praktisch kaum vorkommenden Sättigungen betragen, meines Erachtens keine Rolle Ich habe auch noch in meinem Aufsatz diese Fehlerquellen in einer für die Praxis geeigneten Form berücksichtigt. Meßfehler sind mehr oder weniger jeder Methode eigen, auch der Methode von Herrn van Lonkhuyzen, zumal er von einer „Normalprobe“ abhängig ist. Die Fehler müssen nur in zulässigen Grenzen bleiben, was bei der von mir angegebenen Meßmethode vollkommen genug erreicht ist und ja auch von Herrn van Lonkhuyzen zugegeben wird.

Die von mir beschriebene Methode kann von jedem Fachmann mit dem durch Verbandsnormalien allgemein eingeführten Epsteinschen Apparat sofort ohne weiteres durchgeführt werden und jeder kann sich die dauernden Vorteile der einfachen Untersuchung ohne größere Unkosten und ohne erheblichen Zeitverlust mit weitaus genügender Genauigkeit sofort zu Nutzen machen. Hierin liegt ein großer Wert der gegebenen Methode.

Die Meßmethode berührt selbstverständlich nicht die Verlustmessung, da dies ja mittels des Epsteinschen Apparates längst bekannt ist und ich es nicht für nötig hielt, hierauf noch besonders hinzuweisen. Mit einer einfachen Umschaltvorrichtung zwischen meiner Anordnung zur Bestimmung der Magnetisierung und den zur Verlustmessung erforderlichen Instrumenten kann sofort auf Verlustmessung übergegangen werden und der Anspruch auf Vollkommenheit ist auch in dieser Richtung erreicht.

Charlottenburg, 26. 7. 1914. *H. Schübbe.*

Schluß der Redaktion am 11. August 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Streuungserscheinungen bei Transformatoren. Von Dr. techn. M. Vidmar 705
Formeln für die Größe von Gleichstromankern. Von Ing. Dr. Leopold Klein in Steyr 709
Rundschau:
- Elektrizitätswerke, Anlagen 711
- Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 711
- Dynamomaschinen, Transformatoren 711
- Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 711
- Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 711
- Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen 712
- Elektrische Apparate 712
- Telegraphie und Telephonie 712
- Strahlungslehre 713

Chronik 713
Literatur-Bericht 714
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
- Gasmaschinen (Schluß). Gasturbinen 714

Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *445—448*

Streuungserscheinungen bei Transformatoren.

Von Dr. techn. **M. Vidmar.**

Die Streuung bei Transformatoren bietet genügend praktisches Interesse dem Spezialkonstrukteur und von mehreren Seiten greifen ihre Erscheinungen mitbestimmend in den Werdegang des Transformators ein. Rein äußerlich ist die Beeinflussung des Spannungsabfalles, die auch den Käufer interessiert. Aber wichtiger sind die für den nicht Eingeweihten nicht erkennbaren Eingriffe in das Konstruktionswerk und zu großartiger Wirkung gelangen Erscheinungen, die auf den ersten Blick mit dem einfachen Spannungsverlust nichts zu tun haben.

Wir meinen die mechanischen Stoßkräfte, die bei Kurzschlüssen auftreten und eine mit der Größe des Transformators wachsende Gefahr bilden. Es ist ungemein interessant zu beobachten, wie der Transformator sich nach und nach zu einer wirklichen Maschine auswächst. Der kleine Spannungswandler, der gewöhnliche Licht- und Krafttransformator von 100, ja selbst von mehreren hundert Kilovoltampere-Leistung ist doch nur ein Apparat. Es fehlt vollständig der maschinelle Charakter — keine Bewegung, keine Kräfte. Aber mit der Größe kommt die Spannung, mit ihr die elektrische Kraft. Mit der Größe kommt der Strom und mit ihm die mechanische Kraft. Sie beide bilden mit der kalorischen Kraft, die große Energiemengen durch den Körper treibt und das Material bedroht, drei furchtbare Genossen, die in Augenblicken der Gefahr vereint die Fesseln zu sprengen versuchen und die die ganze Geschicklichkeit des Konstrukteurs in die Schranken fordern.

Der Großtransformator ist eine wirkliche Maschine voller Bewegung und Kraft, durchsetzt von gewaltigen Energieströmen. Für ihn ist alles groß und wichtig, auch die Streuung.

Die Berechnung der Streuung ist eigentlich eine sehr einfache Sache, wenn man ein wenig praktisches Wasser in den theoretischen Wein tut. Es ist dies dieselbe Erscheinung, wie bei den meisten technischen Berechnungen, die doch nur von Wert sind, wenn sie auf mathematischer und praktischer Physik basieren. Sie ist keine einfache Sache mehr, wenn man sie durchaus nur am Schreibtisch behandelt und die Erfahrung gänzlich ausschalten will. Vor einigen Jahren hat Rogowski das schwierige Problem der exakten, rein theoretischen Streuungsberechnung in Angriff genommen und das Resultat in komplizierten Formeln niedergelegt. Die praktische Formel aber, die er durch Vereinfachungen herausdestillierte, war nicht einfacher als die alte, wohlbekannte, auch nicht genauer.

Und doch kann man die Streuung ziemlich genau berechnen. Genau genug für die Praxis, für die eine 10%ige Ungenauigkeit belanglos ist und die physikalische, aber nicht mathematische Zusammenhänge sucht.

Es liegt dem Verfasser ferne, die im Nachstehenden entwickelte Rechnungsart als eine Neuigkeit vorzubringen. Neu ist höchstens die auf Erfahrungen beruhende Bestimmung des Streufeldes. Außerdem hat sicherlich jeder erfahrene Transformatorenkonstrukteur die Streuungsberechnung auf seine Art bewältigt. Interessant ist das Studium der Streuung nur dann, wenn man das Problem tiefer in Angriff nimmt und das Parallelschaltungsproblem mitnimmt. Interessant und wichtig ist die Berechnung der Kurzschlußstoß-

Digitized by Google

kräfte und dies ist wohl jener Teil der Streuungserscheinungen, der noch am wenigsten durchleuchtet ist.

Die Berechnung des induktiven Spannungsabfalles ist nicht das einzige, was der Konstrukteur will und braucht. Bei Parallelschaltungen von Transformatoren will und muß er außerdem wissen, wie er die Größe dieses Abfalles durch konstruktive Maßregeln beeinflussen kann. Er will wissen, welche Anordnungen günstig, welche überhaupt noch zulässig sind. Aber auch das Parallelschalten im Transformator selbst ist ein Streuungsproblem. Ebenso, wie die parallellaufenden Transformatoren untereinander, müssen auch die parallel geschalteten Spulen einer Maschine in ihren Spannungen und deren Abfällen übereinstimmen. Die Untersuchung der Streuung muß demnach feststellen, wie sich der ganze induktive Spannungsabfall auf die einzelnen Spulen aufteilt und welchen praktischen Einfluß Unsymmetrien auf den Betrieb haben können.

Die Arbeit, die vor uns liegt, ist nach all dem Gesagten eine vorwiegend kritische Untersuchung der praktisch vorkommenden Spulenanordnungen. Ihre Resultate geben allerdings auch Mittel in die Hand, mit denen man innerhalb gegebener Grenzen die Wicklungsanordnung beeinflußt. Den entscheidenden Einfluß muß sie aber anderen Faktoren überlassen, der Isolationsfrage und der Kühlfrage.

Von diesen beiden hat das Isolationsproblem den Vorrang. Sehr große Unterschiede zwischen der Hoch- und Niederspannung zwingen zur Wahl der Zylinderwicklung. Man spart damit wesentlich an Isolationsmaterial. Allerdings kommt dabei auch noch die Größe des Transformators in Betracht. Für einen 10000 *kW*-Transformator ist 40000 *V* Hochspannung nichts ungewöhnliches, obwohl sie schon zur Wahl der Zylinderwicklung drängt. Andererseits ist 3000 *V* für die 1 *kW*-Type eine hohe Spannung, die rationell ebenfalls mit der zylindrischen Anordnung behandelt wird. Kurz, der kleine und der große Transformator bilden das Gebiet der Zylinderwicklung.

Zwischen diesen beiden liegt das große Gebiet der Scheibenspulentransformatoren. Die Scheibenwicklung gestattet große Materialunterteilungen, wie sie die korrekte Wärmeabfuhr fordert. Diese wichtige konstruktive Maßregel ist allerdings bei Großtransformatoren auch mit Zylinderwicklungen möglich und das ist auch ein Grund warum die Scheibenwicklung bei ganz großen Typen sich nicht durchsetzen kann. Bei ganz kleinen Typen braucht man keine Unterteilungen, das Kühlproblem liegt da zu einfach. Deshalb taucht da plötzlich wieder der Zylindertransformator auf, gegen den die Scheibenwicklung entschieden zurücktreten muß.

Aber wer baut einen 100 *kW*-Trockentransformator mit Zylinderwicklung? Und sollte seine Hochspannung auch 15000 *V* betragen! Die Niederspannungswicklung hätte beinahe keine Abkühlungsmöglichkeit und dürfte nur sehr schwach belastet werden.

Diese mittleren Transformatoren, die mit Scheibenspulen ausgestattet werden, sind nun ebenso wichtig, wie die Großtransformatoren. Deshalb ist die Untersuchung der Scheibenwicklung gerade so notwendig, wie diejenige der zylindrischen Anordnung, außerdem ist sie auch interessanter, weil sie mehr Kombinationen gestattet.

Da ist zunächst die korrekte, vollständig symmetrische Unterteilung, die aus n gleichen Spulen der einen Seite und

$$n - 1 + 2 \cdot \frac{1}{2}$$

also $n - 1$ Ganz- und 2 Halbspulen besteht. Die Anordnung ist in Fig. 1 dargestellt, sie ist die gebräuchlichste. Auch die elektrisch richtigste, wie wir gleich bemerken wollen. Sie hat aber praktische Nachteile, die nicht übergangen werden können. Erstens erschwert sie, wenn die Halbspulen der Niederspannungswicklung angehören, was man der leichteren Isolationsmöglichkeit zuliebe meistens anordnen wird, die Parallelschaltung der Spulen. Allerdings kann dieser Nachteil, wie wir sehen werden, fallweise behoben werden. Zweitens bringt sie dreierlei Spulenarten, was vom Fabrikationsstandpunkte aus nicht angenehm ist.

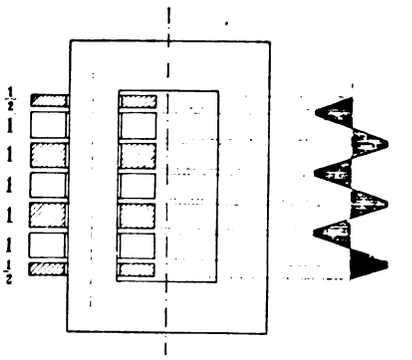


Fig. 1.

Diesen zweiten Nachteil hat man bei zwei weiteren Anordnungen, die noch in Betracht kommen, nicht. Die erste hat n gleiche Spulen des einen Systems, denen $n + 1$ untereinander gleiche des anderen Systems gegenüberstehen (Fig. 2). Hier haben die Endspulen also mehr Windungen als bei der ersten Anordnung, auch ist die Gleichheit der Raumausteilung, soweit sie sonst eingehalten werden kann und damit auch die Gleichheit der Streufelder beider Systeme zerstört.

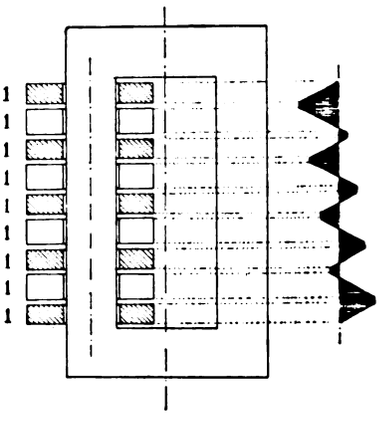


Fig. 2.

Die zweite praktisch noch in Betracht kommende Anordnung hat auf jeder Seite n Spulen und je eine Endspule kommt auf jedes der beiden Systeme.

Hier hätten wir wiederum die magnetische Gleichheit, dafür tritt der Übelstand auf, daß eine Hochspannungsspule ans Eisen gelegt werden muß (Fig. 3). Es stehen sich Vorteile und Nachteile gegenüber. Der gewissenhafte Konstrukteur wird daher einen tieferen Blick auf dieses interessante Gebiet werfen, um sich in praktischen Fällen immer die kleinsten Nachteile

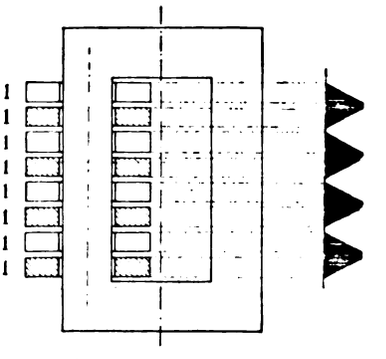


Fig. 3.

Digitized by Google

und den größten Vorteil zu sichern. Bei diesem Studium empfiehlt es sich, mit der Zylinderwicklung anzufangen, weil sie die einfachste ist und die Berechnungsmethode für alle Fälle, allerdings nur in ihren Elementen, klar und einfach hervortreten läßt.

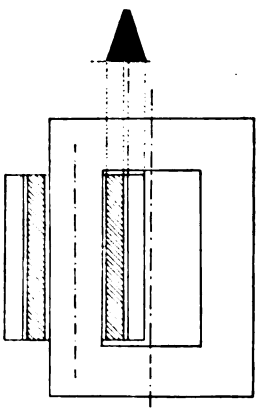


Fig. 4.

Die Zylinderwicklung enthält, wie schon ihr Name sagt, eine Kreiszylindertrennfläche der beiden Wicklungssysteme (Fig. 4). Das Streufeld enthält nun alle Kraftlinien, die nur von den magnetomotorischen Kräften des einen Systems hervorgebracht werden.

Geht man vom Eisenkern aus, so sieht man, daß die Ampere-Windungszahl, die mit zur Wicklungsachse parallel laufenden Kraftlinien verkettet ist, gegen die Trennungsfläche zu wächst. Fig. 5 zeigt das Amperewindungsdiagramm. Im Wicklungszwischenraum laufen offenbar Kraftlinien durch, die mit allen Windungen verkettet sind.

Es ist nicht leicht auf rein theoretischem Wege das Streufeld auszumessen. Hier muß die Erfahrung der Theorie die Hand reichen, damit die Rechnung nicht den praktischen Boden unter den Füßen verliert. Es liegt nahe für alle Kraftlinien des Streufeldes eine und dieselbe reduzierte Länge einzuführen, man erzielt hiedurch die bedeutende Vereinfachung, daß das Diagramm der Induktionen mit dem Amperewindungsdiagramm zusammenfällt.

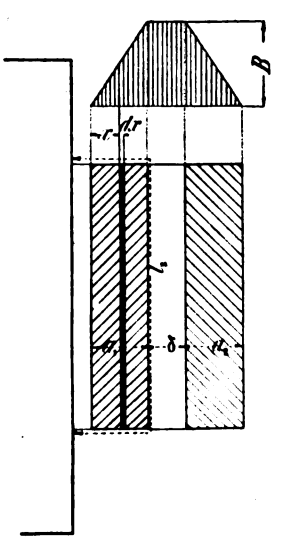


Fig. 5.

Die Erfahrung zeigt in der Tat, daß diese Vereinfachung möglich ist. Als reduzierte Kraftlinienlänge hat sich mit praktisch vollkommen genügender Genauigkeit die Länge des nicht an Eisen liegenden Wicklungsumfanges herausgestellt (Fig. 5), vorausgesetzt, daß die schmalen Seiten des Wicklungsquerschnittes kleiner als die Verlängerung der langen Seiten zum Eisen sind, kurz und klarer, die Länge der kürzesten Linie von Eisen zu Eisen, die alle Windungen umschlingt.

Diese Länge, die wir künftighin mit l_s (cm) bezeichnen wollen, gilt für beide Wicklungen; der ganze Raum, der der äußeren Wicklung zur Verfügung steht, hat praktisch einen ebenso kleinen magnetischen Widerstand wie das Eisen, das im Stromkreis des inneren Streufeldes liegt.

Es ist nach dieser Vereinfachung nicht mehr schwer, die Anzahl der Kraftlinienverkettungen einer Wicklung festzustellen. Bezeichnen wir mit:

B die Induktion im Wicklungszwischenraume,

w die Windungszahl einer Wicklung,

δ die Größe des Zwischenraumes (cm),

a die radiale Ausdehnung der einen Wicklung (cm) endlich mit

U den Umfang des Trennungszylinders (cm), so können wir sagen, daß aus Symmetriegründen beide Komplexe von je w Windungen zunächst mit dem Kraftfluß:

$$B \cdot \frac{\delta}{2} \cdot U$$

verkettet sind. Das gibt also zunächst je

$$B \cdot \frac{\delta}{2} \cdot U \cdot w$$

Kraftlinienverkettungen pro Wicklung.

Außerdem gibt es unvollkommene Verkettungen, die wir leicht berechnen können, wenn wir noch annehmen, daß die w-Windungen gleichmäßig über die Breite a verteilt sind.

Ein Breiteelement dx (Fig. 5) enthält, sodann

$$\frac{dx}{a} w \text{ Windungen,}$$

die mit dem ganzen Kraftfluß, der von x an bis a verlauft verkettet sind. Dieser Kraftfluß ist leicht anzugeben, nämlich mit:

$$\frac{B + B\frac{x}{a}}{2} \cdot (a - x) \cdot U.$$

Allerdings ist hierin der Einfachheit halber der Mittelwert U statt der genauen Werte eingesetzt worden.

Wir erhalten somit die übrigen Verkettungen einer Wicklung als das Integral:

$$\int_0^a \frac{B + B\frac{x}{a}}{2} \cdot (a - x) \cdot U \cdot \frac{w}{a} dx,$$

das sind

$$B \cdot \frac{a}{3} \cdot U \cdot w \text{ Kraftlinienverkettungen.}$$

Jede Wicklung hat im ganzen

$$B \cdot U \cdot w \left[\frac{a}{3} + \frac{\delta}{2}\right]$$

Kraftlinienverkettungen, sie kann also ersetzt werden durch w-Windungen, die alle vom Kraftfluß

$$B \cdot U \left(\frac{a}{3} + \frac{\delta}{2}\right)$$

umschlungen werden. Diese Ersatzmöglichkeit ist für weitere Untersuchungen von großem Wert und wir werden weiter unten darauf zurückkommen. Zunächst soll aber der induktive Spannungsabfall des Transformators festgestellt werden, was keine Schwierigkeiten bereitet. Die Streuspannung einer Wicklung ist offenbar

$$E_s = 4{\cdot}44 \cdot \sim \cdot B \cdot U \cdot w \left(\frac{a}{3} + \frac{\delta}{2}\right) 10^{-8} \text{ Volt.}$$

Wichtiger als ihre absolute Größe ist ihr Verhältnis zur Betriebsspannung E. Bezeichnen wir daher mit e die Spannung pro Windung, so ist

$$E = e \cdot w$$

und der ganze induktive Spannungsabfall in Prozenten

$$e_s = \frac{2 E_s \cdot 10^2}{E} = \frac{4{\cdot}44 \cdot \sim \cdot B \cdot U \cdot w \left(\frac{2a}{3} + \delta\right) \cdot 10^{-6}}{e \cdot w}.$$

Digitized by Google

Hierin ist noch

$$B = \frac{4 . \pi}{10} . \frac{w . i . \sqrt{2}}{l_s},$$

wenn i der effektive Vollaststrom (Ampere) ist und somit endgültig:

$$e_s = i \frac{8 . \infty . w}{e . l_s} \left[\frac{2 a}{3} + \delta \right] U . 10^{-6} \% \quad . \quad . \quad 1).$$

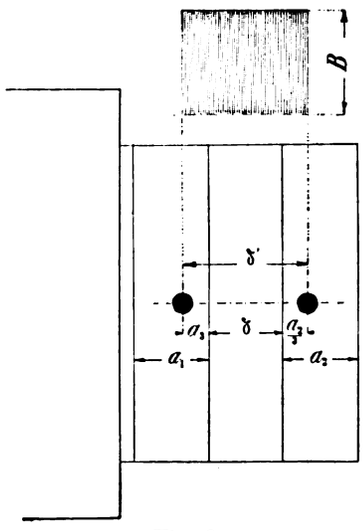


Fig. 6.

Das oben erwähnte elektromagnetische Ersatzbild (Fig. 6) enthält zweimal iw effektive Amperewindungen in je einem Punkt konzentriert und der Abstand der Punkte beträgt

$$\delta' = \frac{2 a}{3} + \delta \ cm$$

bzw. wenn wir zwischen den beiden Breiten a_1 und a_2 unterscheiden.

$$\delta' = \frac{a_1 + a_2}{3} + \delta \ cm.$$

Dann ist offenbar $Q_s = \delta' U$ der Querschnitt und l_s die Länge des Ersatzstreuflusses, der Quotient

$$\frac{l_s}{Q} = R_s$$

sein Widerstand.

Außerdem ist $iw . e = L$ die Leistung des Transformators pro Kern somit schließlich:

$$e_s = \frac{8 . \infty . L}{e^2 . R_s} . 10^{-6}.$$

Es ist aber mit m als Anzahl der bewickelten Säulen des Transformators:

$m L$ = Gesamtvoltampere

kurz

$$e_s = \frac{8 . \infty . KVA}{m . e^2 . R_s} . 10^{-3} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad I).$$

Die vorliegende Gleichung ist sehr geeignet für das Studium der Abhängigkeit der Streuspannung von den Konstruktionsgrößen. Die Induktion, die in e versteckt ist, kann allerdings wenig ausrichten, da sie durch andere Rücksichten gebunden ist. Aber trotzdem hat sie einen kleinen Einfluß. Betrachten wir einmal eine Typenreihe, das ist eine Reihe von Transformatoren gleicher Bauart aber verschiedener Größe. Verfasser hat bei einem früheren Anlaß [siehe E. u. M. 1912, Heft 48] nachgewiesen, daß die Elemente der Reihe geometrisch ähnliche Körper sind und daß die linearen Dimensionen mit der vierten Wurzel aus der Leistung wachsen. In unserer Gleichung I) wächst daher e^2 proportional mit der Leistung, R_s hingegen bleibt umgekehrt proportional der $\sqrt{KVA}$. Danach würde e_s mit der 4. Wurzel aus der Leistung, also proportional mit den linearen Dimensionen größer werden.

Daß das nicht angeht, nicht angehen kann, liegt auf der Hand. Hätte zum Beispiel der 100 kVA-Transformator 1·5% induktiven Abfall, so müßte die 10000 kVA-Type auf mehr als 4·5% kommen. Diese Verzerrung der natürlichen Verhältnisse mildert einigermaßen die Säuleninduktion. Während beim 100 kVA-Transformator 13500 Kraftlinien pro cm^2 die vom Leerlaufstrom gesetzte Grenze sind, kann man bei 10000 kVA schon ohne Sorgen auf 15000 steigen (vergl. Elektrotechnik u. Maschinenbau 1913, Heft 43). Das ergibt schon eine fast 25%ige Besserung. Natürlich ist das noch zu wenig. Das Übrige muß durch eine konstruktive Maßregel bewirkt werden, nämlich durch die Änderung des Verhältnisses der Säulenlänge des Eisenkernes zum Durchmesser des Eisenquerschnittes.

Es ist gleichsam eine Verallgemeinerung des großen Gesetzes, welches besagt, daß die Leistung mit der vierten Potenz der linearen Dimension steigt, daß man sagen kann:

Das Produkt aus der dritten Potenz des Kerndurchmessers und der Kernlänge ist bei gegebener Leistung konstant.

Die Richtigkeit des Satzes ist nicht schwer festzustellen. Vergrößere ich bei einem Transformator den Kerndurchmesser, so verkleinere ich die Windungszahl im quadratischen Verhältnis. Da es außerdem am rationellsten ist, gleichzeitig mit dem Eisendurchmesser auch die radiale Dicke der Wicklung zu erhöhen, braucht man nur noch eine im Verhältnis der dritten Potenzen der Kerndurchmesser kleinere Kernhöhe. Man kann aber für Vergleichszwecke ganz gut die reduzierte Streulinienlänge der Kernhöhe h und den Streuquerschnitt dem Quadrat des Kerndurchmessers d proportional setzen und der prozentuale, induktive Abfall fällt im selben Verhältnis, als die vierte Wurzel aus dem Quotient $\frac{h}{d}$ wächst.

Man kann allerdings auch die Kernlänge beibehalten und nur den Kerndurchmesser etwas vergrößern, endlich vergrößert man bei Großtransformatoren gerne den Wicklungsraum, verkleinert also die Leistung bei gegebenen linearen Dimensionen.

Nach all dem ist es keine Schwierigkeit, große induktive Abfälle bei Großtransformatoren herauszubringen und amerikanische Kunstgriffe erscheinen in dieser Richtung zumindestens überflüssig. Andererseits ist eine nicht zu kleine Streuspannung nichts unangenehmes, ganz besonders nicht bei der Großtype. Sie erleichtert als der wichtigere Beitrag zur Kurzschlußspannung die Parallelschaltung und bildet einen natürlichen Schutz gegen Stöße von außen, die besonders in den Kurzschlußstoßkräften, deren Berechnung wir uns nunmehr zuwenden wollen, in großartiger Weise zum Ausdruck kommen.

Wir benutzen wiederum das Ersatzbild (Fig. 6). Der Strom (Maximalwert)

$$i w \sqrt{2} \text{ Ampere},$$

den wir uns in einem Punkte konzentriert denken, bringt an der Stelle, wo der der anderen Wicklung entsprechende Ersatzstrom von ebenfalls

$$i w \sqrt{2} \text{ Maximalampere}$$

konzentriert ist, die Feldstärke

$$H = \frac{4 . \pi}{10} . \frac{i w \sqrt{2}}{l_s}$$

hervor, greift also diese zweite Wicklung mit der abstoßenden Kraft

$$P = \frac{H . U . i w . \sqrt{2}}{10} \text{ Dyn}$$

an. Berücksichtigt man, daß nach Gleichung 1)

$$\frac{U}{l_s} = \frac{e_s . e . 10^6}{8 . \infty . w . \delta' . i}$$

Digitized by Google

ist und drückt die Kraft in Kilogramm aus, so erhält man den Ausdruck:

$$P = \frac{32 \,.\, l_s \,.\, L}{\sim \,.\, \delta'}.$$

Bei plötzlichem Kurzschluß wird die Kraft natürlich viel größer. Für diesen Fall ist nämlich

$$e_s \sim 100\%$$

und statt L müssen die ganzen Kurzschlußkilovoltamperes eingeführt werden, kurz:

$$P_{max} = \frac{3200\, kVA^K}{m \,.\, \sim \,.\, \delta'}\, kg \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{II).}$$

Berücksichtigt man noch, daß der induktive Abfall immer etwas kleiner ist als die Kurzschlußspannung, so bekommt man für Dreiphasentransformatoren die überaus einfache Formel:

$$\left.\begin{array}{l} \text{Größte Stoßkraft} = \\ = \dfrac{\text{Kurzschlußvoltamperes}}{\text{Periodenzahl} \times \text{Reduzierter Luftspalt in } cm}\, kg \end{array}\right\} \text{IIa).}$$

Bei Einphasenmaschinen muß man den so erhaltenen Wert um 50% erhöhen.

Wir sehen auf den ersten Blick, daß die Sprengkraft mit der Größe des Transformators rasch zunimmt. Der reduzierte Luftspalt wächst ja nur mit der vierten Wurzel aus der Leistung, die scheinbare Kurzschließung proportional mit ihr. Es ist daher begreiflich, daß bei Großtransformatoren ganz gewaltige Kräfte zu bewältigen sind, so gewaltig, daß sie den ganzen Aufbau der Maschine beeinflussen und schwere Gefahren für den Betrieb darstellen.

(Fortsetzung folgt.)

Formeln für die Größe von Gleichstromankern.

Von Ing. Dr. **Leopold Klein** in Steyr.

Die Erfindung der Wendepole und die Verbesserungen der Ventilationskühlung haben die Dimensionierung der kommutierenden Maschinen auf neue, einfachere Grundlagen gestellt. Die Strombelastung der wirksamen Schicht des Ankers, von Pichelmayer mit A bezeichnet (Amperegewicht pro cm Ankerumfang) hat infolge der vervollkommneten Stromwendung nicht mehr den Charakter einer oberen Grenze für die einer bestimmten Maschine zu entnehmende Leistung, sondern nur den eines allgemeinen Vergleichsmaßstabes, die maximale Leistung irgendeiner Wendepolmaschine ist nur durch die größte innerhalb der vorschriftsmäßigen Übertemperaturen abführbare Wärmemenge der Verluste begrenzt.

Es soll daher im folgenden eine Formel abgeleitet werden, welche die Leistung einer Gleichstrommaschine als Funktion der Ankerdimensionen und der Materialkonstanten angibt, und in welcher außer den Ziffern, welche von der geometrischen Formgebung abhängen, einzig und allein die Eisensättigung im Fußkreis der Zähne B_f und die Stromdichte in den Ankerdrähten Δ vorkommen.

Wählt man B_f sehr hoch, so gibt die Verzerrung der Feldkurve infolge der Ankerrückwirkung keine trapezähnliche Figur, sondern die Feldstärke wird unter der einen Polkante zwar geschwächt, doch kann sie unter der anderen nicht um gleich viel steigen, da das Eisen der Zähne bereits gesättigt ist — man erhält also eine Verminderung der Fläche des Diagramms, einen Spannungsabfall — wählt man Δ zu hoch, so macht die Abfuhr der Verluste Schwierigkeiten — doch wird man in jedem konkreten Falle nach Ausführungen rasch genug die betreffenden Werte durch Analogieschlüsse erhalten können, wenn dieselben in gewissen speziellen Maschinenarten von den Faustregeln

$$B_f = 18\,000 \text{ und } \Delta = 300\, A \text{ pro cm}^2$$

abweichend gewählt werden müssen.

Nennt man die Gesamtzahl aller Ankerstäbe N, das Verhältnis des Polbogens zur Polteilung β, so ist die Zahl der induzierten Stäbe βN und bei $2a$ parallelgeschalteten Ankerstromzweigen ist die Spannung der Maschine im Leerlauf E im Verhältnis

$$\frac{\beta N}{2a}$$

mal größer als die Spannung pro Stab, welche nach dem Grundgesetz

$$e = l \,.\, \mathfrak{B} \,.\, v \,.\, 10^{-8},$$

wenn man sich den Stab in Mitte Luftspalt rotierend denkt, was bekanntlich zulässig ist, mit

$$e = L\, B_0\, \frac{D_0\, \pi\, n}{60}\, 10^{-8}$$

sich berechnen läßt. Hiebei bedeutet L die ganze Länge des Ankerpakets, B_0 die „mittlere Luftinduktion", D_0 den Ankerdurchmesser in Zentimeter, in Mitte Luftspalt gemessen. Führt man noch den Ausdruck

$$(\Sigma \text{ Kr.-Lin.}) = 2\, p\, \Phi_p = D_0\, \pi \,.\, \beta \,.\, B_0 \,.\, L$$

die „Summe aller Kraftflüsse" ein, so erhält man leicht

$$E = \frac{1}{a} \,.\, \frac{N}{2}\, (\Sigma \text{ Kr.-Lin.})\, \frac{n}{60}\, 10^{-8}$$

oder mit Φ_p dem „Kraftfluß pro Pol" die alte und bestens bekannte Formel von Holzt:

$$E = \frac{p}{a}\, N\, \Phi_p\, \frac{n}{60} \,.\, 10^{-8} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1).$$

Die elektrische Leistung der Maschine ist

$$L = E\, J = E \,.\, 2\, a\, J_1,$$

worin J_1 den Ankerzweigstrom, J den Maschinenstrom bedeutet und mit dem Hilfswert

$$(\Sigma \text{ Amp.}) = N\, J_1$$

der „Summe aller den Anker durchfließenden Stromstärken" erhält man die sehr bequeme und leicht zu merkende Formel

$$\frac{L}{\frac{n}{60}} = (\Sigma \text{ Kr.-Lin.}) \,.\, (\Sigma \text{ Amp.})\, 10^{-8} \quad . \quad . \quad 2),$$

welche sich leicht nach jeder beliebigen Richtung hin spezialisieren läßt*).

Die größte Eisensättigung der Maschine herrscht im Fußkreis der Zähne, dessen Durchmesser

$$D_f = \eta_d \,.\, D_0$$

genannt werden möge. In dieser Zylinderfläche ist die Summe der axial vorhandenen Eisenstärken (aktive Ankerlänge)

$$L_0 = \eta_L\, L = c_e\, L,$$

worin η_L den sogenannten „Eisenfaktor" vorstellt, die Summe aller tangential vorhandenen Eisenblechbreiten hingegen

$$\eta_f\, D_f\, \pi,$$

worin η_f das „Nutverhältnis" oder den Wirkungsgrad der Zahnung bedeutet.

*) Die Formel gilt, mit den Kosinusgliedern für die räumliche und zeitliche Phasenverschiebung vervollständigt, auch für Wechselstrommaschinen aller Art und wurde vom Verfasser in der Abhandlung „Eine neue synchrone Wechselstrommaschine" in Heft 16 der Zeitschrift Helios 1913 bereits angegeben.

Digitized by Google

Damit wird für den Fußkreis

$$(\Sigma \text{ Kr.-Lin.}) = \eta_f D_f \pi \,.\, \eta_L L \,.\, \beta B_f$$

und, wenn man das Amperegewicht pro cm Ankerumfang zunächst noch in der Formel behalten will, ergibt sich mit

$$(\Sigma \text{ Amp.}) = D_0 \pi \,.\, A_0$$

die Dimensionierungsformel

$$\frac{L}{\frac{n}{60}} = 4 \pi \beta \eta_f \eta_d \eta_L 10^{-8} . A_0 B_f V_0 \quad . \quad . \quad . \quad 3),$$

in welcher V_0 den Rauminhalt des Ankerzylinders, eine gute Vergleichsgröße für elektrische Maschinen, bezeichnet.

Um nun die lineare Stromdichte A_0 aus der Formel entfernen zu können, hat man nur die Größe (Σ Amp.) durch die Strombelastung des Kupfers

$$\Delta = 100\,\delta = 100 \,.\, (3 \text{ Amp. pro mm}^2)^*)$$

auszudrücken. Die kleinsten Zahnbreiten, deren Summe

$$\eta_f D_f \pi$$

war, befinden sich im „Fußkreis“; in demselben Kreise beträgt die Summe der Nutenbreiten:

$$(1 - \eta_f) D_f \pi;$$

die Nutentiefe

$$t = \frac{1}{2} (1 - \eta_d) D_0$$

bestimmt damit die Summe der gedachten Nutenquerschnitte, und zwar ist näherungsweise

$$\Sigma q_n = \frac{1}{2} (1 - \eta_d) D_0 \,.\, (1 - \eta_f) D_f \pi =$$

$$= \frac{1}{2} (1 - \eta_f) (1 - \eta_d) \eta_d D_0^2 \pi ;$$

weiters ist die Summe der Kupferquerschnitte im Anker, wenn η_K den Wirkungsgrad der Nutenfüllung bezeichnet

$$\Sigma q_K = \frac{1}{2} \eta_K (1 - \eta_f) (1 - \eta_d) \eta_d D_0^2 \pi$$

und schließlich die Summe aller „ziehenden Ströme“

$$(\Sigma \text{ Amp.}) = \frac{1}{2} \Delta \eta_K (1 - \eta_f) \eta_d (1 - \eta_d) D_0^2 \pi \quad . \quad 4).$$

Setzt man beide Ausdrücke in die Formel 2) ein, so erhält man

$$\left.\begin{aligned} \frac{L}{\frac{n}{60}} = 10^{-8} \,.\, D_0^3 L \frac{\pi^2}{2} B_f \Delta \,.\, \eta_d^2 (1 - \eta_d) \times \\ \times \eta_f (1 - \eta_f) \,.\, \eta_K \eta_L \beta . \end{aligned}\right\} \quad 5).$$

Diese Formel gestattet nicht nur, für jede beliebige projektierte Maschinentype die Leistung als Funktion der Materialkonstanten Δ und B_f zu bestimmen, sondern sie gibt auch zwei wertvolle Hinweise für die Projektierung bzw. Konstruktion und Formgebung selbst. Die Maschinenleistung ist nämlich einerseits proportional der Funktion

$$\eta_f (1 - \eta_f) = x (1 - x),$$

welche bei $x = \frac{1}{2}$ ein Maximum erreicht, andererseits proportional der Funktion

$$\eta_d^2 (1 - \eta_d) = y^2 (1 - y),$$

deren Höchstwert bei $y = \frac{2}{3}$ liegt. Man erhält sonach den kleinstmöglichen Ankerdurchmesser, wenn man das Nutverhältnis

$$x = \eta_f = \frac{1}{2}$$

wählt, oder die Nutenbreite genau gleich der kleinsten Zahnbreite ausführt und weiters noch

$$y = \eta_d = \frac{2}{3}$$

macht, das heißt wenn man die Nutentiefe gleich einem Sechsteil des ganzen Ankerdurchdurchmessers wählt, natürlich bei möglichster Ausnutzung des Nutenraumes.

Die erste dieser einfachen Regeln kann immer befolgt werden, die zweite hingegen nur dort, wo die lineare Stromdichte A tatsächlich beliebig groß sein kann.

Der Vorgang bei Dimensionierung der Anker gestaltet sich nun wie folgt:

Auf Grund eines Entwurfdiagrammes, welches die beabsichtigte resultierende Feldverteilung bei Vollast darstellt, daher das Depressionsverhältnis (Pichelmayer) sowie auch die Erhöhung der Zahninduktion unter der Polkante infolge der Ankerrückwirkung erkennen läßt, wählt man die mittlere Zahninduktion im Fußkreis B_f; ferner wählt man nach Ausführungen approximativ die Konstanten:

Δ = Stromdichte im Ankerkupfer, Ampere pro cm²,
η_f = Wirkungsgrad der Zahnung im Fußkreis (Verhältnis der kleinsten Zahnbreite zur Zahnteilung in dem gleichen Kreise),
η_d = Wirkungsgrad der Zahnung im Durchmesser (Verhältnis des Durchmessers von jenem Kreise, welcher die kleinste Zahnbreite enthält, zu dem ganzen Ankerdurchmesser),
η_L = Wirkungsgrad der Unterteilung des Blechpakets (Verhältnis der Summe der Eisenblechstärken zur ganzen Länge des Blechpakets samt Lüftungsschlitzen) (Eisenfaktor),
η_K = Wirkungsgrad der Kupferfüllung in der Nut (Verhältnis der Summe der Kupferquerschnitte pro Nut zur Fläche jenes Rechteckes, welches die Nutbreite im Fußkreis zur Grundlinie und die ganze Nuttiefe*) zur Höhe hat, Füllungsfaktor),
β = Wirkungsgrad der Polbedeckung (Verhältnis des Polbogens zur Polteilung),
λ = Verhältnis der ganzen Blechpaketlänge zum Ankerdurchmesser.

Man erhält sodann den Ankerdurchmesser aus der Formel

$$D_0 = \sqrt[4]{\frac{L}{\frac{n}{60}} \cdot \frac{2}{\pi^2} \cdot \frac{10^8}{B_f \Delta \,.\, \eta_d^2 (1 - \eta_d) \,.\, \eta_f (1 - \eta_f) \,.\, \eta_L \eta_K \,.\, \beta \lambda}} \quad . \quad 6)$$

Hat man aus Gründen der Kommutierung einen bestimmten Höchstwert der linearen Stromdichte einzuhalten, so findet man mit Hilfe dessen einen zweiten Wert für den Durchmesser aus der Formel

$$D_0 = \sqrt[3]{\frac{L}{\frac{n}{60}} \cdot \frac{1}{\pi^2} \cdot \frac{10^8}{A_0 B_f \eta_d \eta_f \eta_L \,.\, \beta \lambda}} \quad . \quad 7).$$

Ist dieser Wert größer, als der nach Formel 6) erhaltene, so war der dorten substituierte Wert von Δ

*) Bei großen und bei langsamlaufenden Maschinen muß Δ bis auf die Hälfte vermindert werden.

*) Bis zum Kreis der kleinsten Zahnbreiten oder Fußkreis.

Digitized by Google

im Hinblick auf die vorgeschriebene lineare Stromdichte A_0 zu groß und es muß der nach Formel 7) berechnete Wert von D_0 der Ausführung zugrunde gelegt werden.

Der berechnete Wert wird, wie im Maschinenbau allgemein üblich, nach oben abgerundet, dann wird aus der Spannung mit Formel 1) die gesamte Stabzahl berechnet, sodann die Wicklung und der Querschnitt der Nut entworfen — worauf, wenn es notwendig sein sollte, eine genaue Nachrechnung der verschiedenen η und Substitution in Formel 3) oder 5) erfolgen kann.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Der gegenwärtige Stand der Betriebsmaschinen in Elektrizitätswerken. Stott, Pigott und Gorsuch. Die Dampfmaschine kommt heute nur noch in kleinen Zentralen in Betracht, doch gelangt auch hier die Auspuffdampfturbine infolge ihrer geringeren Instandhaltungskosten bereits vielfach in Verwendung. Bei großen Einheiten werden fast ausschließlich Dampfturbinen verwendet; mit Rücksicht auf den günstigsten Dampfverbrauch empfiehlt es sich, die Turbine nur für 75 bis 85% der Dauerleistung des Generators zu bemessen. Die Kosten hängen vom Dampfverbrauch, Tourenzahl und Bauart ab; die Erhöhung des thermischen Wirkungsgrades (Dampfökonomie) erhöht naturgemäß die Kosten. Die Erhöhung der Tourenzahl von 1800 auf 3600 pro Min. ermäßigt die Kosten (für eine Leistung bis 3000 *kW*) zufolge der Gewichtsersparnisse um 25%.

Die Gasmaschine wird für Leistungen bis zu 6000 *PS* (Zwillings-Tandemmaschine) hergestellt, der thermische Wirkungsgrad erreicht 25% gegen 18% bei der 1000 *kW*-Dampfturbine und 24% bei der 20 000 *kW*-Dampfturbine.

Der Dieselmotor besitzt zwar den höchsten thermischen Wirkungsgrad (28%), wird jedoch nur für Leistungen bis zu 1800 *kW* (in Amerika nur bis 450 *PS* im Betriebe) ausgeführt. Die Kosten sind mit rund K 450 pro *kW* veranschlagt.

Die hydraulische Turbine hat bereits einen Wirkungsgrad von mehr als 90% erreicht; für kleine und mittlere Gefälle (unter 30 *m*) wird in Amerika die vertikale Bauart mit einfachem Laufrad neuerdings bevorzugt. (Ausführung mit kombiniertem Rollendrucklager von Kingsbury.) Die Kosten schwanken je nach Gefälle, zwischen K 50 und 150 pro *kW*, ohne die Fundamente.

Zusammenfassend kann der Dampfturbine unter den kalorischen Maschinen bei einem Kohlenpreis von K 15 pro *t* (gegen 5 Heller pro *l* Rohöl) die wirtschaftliche Überlegenheit für Anlagen über 750 *kW* zugesprochen werden. Bei einer Leistung von 20 000 *kW* sinken die Anlagekosten auf K 35 pro *kW*, steigen jedoch für Leistungen unter 1000 *kW* bis auf K 250 gegen K 325 bis 425 bei der Gas- bezw. Rohölmaschine. Eine vollständig eingerichtete 20 000 *kW*-Zentrale kostet dann auf dieser Grundlage bei Dampfturbinen K 325, Gasmotor K 700, Rohölmotor K 600, Wasserkraft K 625 pro *kW*, wobei auf die Dampfturbine 15%, Gasmaschine 46%, Rohölmotor 71% und Wasserturbine 9·5% der Gesamtkosten entfallen. (Proc. A. I. E. E., Juni 1914.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Bau und Betrieb moderner Kesselhausanlagen. S. E. Fedden. Es werden an Hand der Einrichtungen der Neepsandzentrale der Sheffield-Corporation die für die Kohlenzufuhr, Aschenablagerung und Wasserbeschaffung usw. maßgebenden Gesichtspunkte behandelt. Das Zufuhrgeleise soll möglichst direkt oberhalb der Kessel angeordnet werden, so daß besondere Fördervorrichtungen entfallen können. Die Kessel sind mit automatischen Rosten (Kettenroste), künstlichem Luftzug (Unterwind) und zwei unabhängigen Speisewassersystemen zu versehen. In Neepsand sind sowohl Dampfpumpen als elektrisch betriebene Zentrifugalspeisepumpen vorgesehen. Die Kessel können von einer die fünf Zufuhrgeleise oberhalb der Bunker überquerenden Schiebebühne unabhängig voneinander beschickt werden; die Bunker fassen je 100 t Kohle. Das Vorwärmen des Speisewassers kann auch durch den Frischdampf, unter Ausschaltung von Ekonomisern, erfolgen. Die Aschenabfuhr soll in möglichst einfacher Weise erfolgen. In Neepsand wird die Asche zufolge der Lage der Geleise durch ein Becherwerk hochgehoben und von dort mittels einer Seilbahn in Falltrichter entleert. Die Kosten der Abfuhr stiegen dadurch im letzten Jahre um 40%; es wird daher die direkte Abfuhr durch Saugzug mittels Rootscher Gebläse in Betracht gezogen.

Als geeignetste Kesseltype sind Wasserrohrkessel (mit vertikalen Rohren) anzusehen. Zur Erzielung eines möglichst hohen Wirkungsgrades und geringster Instandhaltungskosten empfiehlt sich die Kombination von Wasserrohrkessel, Ekonomiser, Kettenrost und künstlichem Luftzug. Die Verdampfung soll normal 25 kg pro m² Heizfläche betragen, der Kohlenverbrauch pro m² Rostfläche 120 bis 150 *kg*. Die Ekonomisergase sollen mit 225° C ein- und 150° C austreten. In Neepsand werden pro Kessel bis zu 225 *kg* Kohle pro m² Rostfläche verbrannt, wobei 25 000 kg Dampf pro Kessel bei einer Speisewassertemperatur von 100° C erzeugt werden. Man ging jedoch infolge der zu hohen Kesselwandtemperaturen auf 185 kg Kohle pro m² zurück. Die Überhitzung wurde gleichzeitig von 85° C auf 60° C ermäßigt. (The Electr., 19. 6. 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Drehstrom-Repulsionsmotor. A. Heyland berichtet über Untersuchungen an dem von ihm angegebenen Drehstrommotor*). Wenn man den Abstand der Kurzschlußbürsten über den Winkel der Statorphasen hinaus vergrößert, so ergibt sich eine selbsttätig sich einstellende Kompensierung der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung. Diese Erscheinung kann man als innere Kompensierung bezeichnen; sie erklärt sich aus der Überkreuzung der einzelnen Statorphasen durch die von den gegenüberliegenden Phasen induzierten Rotorströme, welche eine aus den beiderseitigen Phasen resultierende und um 90° verschobene Magnetisierungskomponente aufdrücken, deren Größe von der Breite der Überkreuzung abhängt; in der Nähe des Synchronismus ist diese kompensierende Wirkung regelbar. Versuche an einem 8·4 *kW*-Motor zeigen einen Leistungsfaktor gleich 1 für die normale Belastung bei 160° Bürstenabstand. Verstellt man die festen Bürsten um zirka 40° in der Drehrichtung aus der Nullstellung, so erhält man Kompensierung schon bei kleinerer Leistung. Man macht die festen Bürsten um einen in beiden Drehrichtungen regelbaren Anschlag drehbar, so daß bei Umkehr der Drehrichtung durch die Reibung am Kollektor die festen Bürsten mitgenommen und in die günstigste Lage gebracht werden. (E. T. Z. Heft 26, 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Rückzündung bei Überspannungen. W. Petersen. Wenn man schwach oder gar nicht belastete Kabel mittels Ölschalter ausschaltet, so zeigt der oszillographisch aufgenommene Ausschaltvorgang folgendes: Die Unterbrechung erfolgt beim Nullwert des Stroms, also beim maximalen Spannungswert. Die auf der abgeschalteten Phase befindliche Ladung klingt ab. Zwischen den Schalterkontakten herrscht bei der Unterbrechung die Spannung Null. Die abgeschaltete Phase behält aber ihre Spannung bei, bei dem am Netz liegenden Leitungsstück verfolgt die Spannung weiter ihren sinusförmigen Verlauf, so tritt in der Unterbrechungsstelle ein stetig, in der Regel bis auf den doppelten Wert, steigender Spannungsunterschied auf, der zur Rückzündung und zum Wiedereinschalten der abgetrennten Leitung Veranlassung gibt. Man hat es also praktisch mit einer Sprungwelle von der doppelten Höhe zu tun. Ist W_1 der Wellenwiderstand des Generators bezw. des daran liegenden Wellenstückes und W_2 der Wellenwiderstand des abgeschalteten Kabels, so tritt eine Überspannungswelle vom Wert $e_{\ddot{u}} = -E_m \cdot \frac{W_1}{W_2 + W_1}$ auf, wo E_m den maximale Spannungswert im Netz bedeutet. Die Höhe des Spannungswertes der Sprungwelle hängt also vom Verhältnis der Wellenwiderstände ab. Liegen zum Ausschaltpunkt mehrere (n)-Leitungen vom Wellenwiderstand W_2 parallel, so ist der gesamte Wellenwiderstand $W_1 = \frac{W_2}{n-1}$. Man erhält dann eine Überspannung der Rückzündung $e_{\ddot{u}} = E_m \cdot \frac{3n-4}{n}$. Hier wird dann auch die abgeschaltete Leitung, die die größte Rückzündungsüberspannung hat, dann den dreifachen Wert von E_m besitzen. Eine siebenfache Überspannung ist bei Vorhandensein schwingungsfähiger Gebilde an der abgeschalteten Leitung möglich. Die Rechnung zeigt, daß das Einschalten nur die halbe Überspannung wie der Vorgang bei Rückzündung gibt.

Die Überspannung bei Rückzündung kann durch einen Vorkontaktschalter unterdrückt werden, nur muß bei der Isolierung des Vorkontaktes vom Hauptkontakt das Auftreten der doppelten Phasenspannung berücksichtigt werden. (E. T. Z. Heft 24, 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

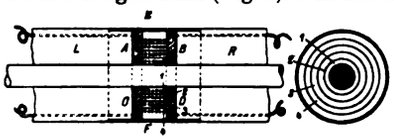
Messung hoher magnetischer Induktionen im Joch. E. Gumlich hat seinerzeit die Ewingsche Isthmusmethode modifiziert, indem er stets die gleichen Kegelstücke aus weichem

*) Siehe E. u. M. 1914, Heft 8, Seite 170.

Digitized by Google

Eisen verwendete und das Isthmusstäbchen von 28 mm Länge und 3 mm Dicke auswechselbar machte; die Spulen wurden über dieses Stäbchen darübergeschoben. Man kann dann diese Methode auch für niedrige Induktionen verwenden, direkt im Anschluß an die Jochmethode. Um die so angestellten Messungen an den genannten Stäbchen zu kontrollieren und stets die gleiche Probe für beide Meßmethoden verwenden zu können, hat der Verfasser eine neue Meßeinrichtung geschaffen. Es wird ein ringförmiges Joch aus legierten Blechringen hergestellt und in einem Durchmesser des Ringpakets die Spule angebracht, die auf 24 cm Länge 3250 Windungen aus Emaildraht trägt und bei 8 *A* ein Feld von 1300 Gauß erzeugen kann (Fig. 1). Für höhere Induktionen

Fig. 1.



schiebt man in die Spule die beiden je 17 cm langen Hohlzylinder *L* und *R* aus weichem Eisen, die in sich den 6 mm dicken Probestab halten. In dem 12 mm breiten Zwischenraum *A B C D* zwischen beiden Kernen liegt die Meßspule; das ganze wird durch das dünne Messingrohr *E F* zusammengehalten. Das Spulensystem besteht aus 4 Spulen, jede aus 2 Lagen zu 20 Windungen, wobei die Spule 1 direkt auf dem Spulenkörper (Messingrohr), die anderen durch Papier isoliert daraufgewickelt sind. Bei diesem Isthmus haben die Polflächen eine große Ausdehnung, mithin sind die Feldänderungen über die Spulen hin gering. Die Messung erfolgt ballistisch durch Kommutieren des Stromes. Sollen Dynamobleche an Stelle eines Probestabes untersucht werden, so erhalten die Hohlzylinder *L* eine rechteckige Öffnung von 16×5 mm zur Aufnahme der 15 mm breiten Probestreifen.

Der Verfasser beschreibt eingehendst das Verfahren bei der Messung mit den von Siemens & Halske gebauten Meßapparat und gibt die Ergebnisse der vorgenommenen Untersuchung an. Die Differenzen der Resultate gegenüber der modifizierten Isthmusmethode sind sehr klein.

Die Messung an reinem Elektrolyteisen von Fr. Fischer hat einen Wert von $4\pi I = 21\,460$ gegeben. Bei Dynamoblech ist man für Feldstärken von über 6200 auf $B = 27\,881$ gekommen. Man kann aber 7500 Gauß mit diesem Meßapparat erreichen.

(Archiv f. Elektr., Band 2, Heft 11.)

Messung des Hochfrequenzwiderstandes von einlagigen Volldrahtspulen. L. W. Austin. Die Messung geschieht durch Vergleich der Heizwirkung des Gleichstroms mit der des Wechselstroms. Je eine Spule von 0·4 mm starkem Draht auf einem Glaszylinder von 8·5 cm Durchmesser gewickelt wurde in ein Ölkalorimeter eingebracht. Durch die eine Spule wurde ein Hochfrequenzstrom geschickt, durch einstellbare Kopplung aus einem Schwingungskreis erhalten, der an eine rotierende Funkenstrecke angelegt war; durch die zweite Spule floß Gleichstrom. In beiden Kalorimetern waren Thermoelemente eingebaut und diese gegeneinander an ein empfindliches Galvanometer geschaltet. Die Stärke des Gleichstroms wird so eingestellt, daß er dieselbe Heizwirkung wie der gegebene Hochfrequenzstrom hervorruft, was daran zu erkennen ist, daß das Thermogalvanometer keinen Ausschlag zeigt. Der Versuch wurde an Spulen verschiedenen Durchmessers und Windungszahlen ausgeführt und bei jeder Messung die Kalorimeter vertauscht. Es zeigt sich, daß der gerade gespannte Draht einen kleineren Hochfrequenzwiderstand als der zur Spule gewickelte Draht hat. So war zum Beispiel bei einer Spule mit elf Windungen der Gleichstromwiderstand 0·42, der Widerstand des ausgestreckten Drahtes bei 1500 m langen Wellen mit 0·45, der zur Spule gewickelten mit 0·50 Ohm bestimmt worden. Der Hochfrequenzwiderstand wächst übrigens, wie schon Fessenden gezeigt hat, schneller wie die Windungszahl der Spule. (Jahrb. drahtl. Tel. Band 8, Heft 2.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Kaskaden-Induktionsmotoren zum Antriebe von Walzenstraßen. W. Oschmann. Zum Antrieb der Feinwalzen einer zwölfkalibrigen Walzenstraße für Rundstäbe wurden Sechsphaseninduktionsmotoren verwendet. Die Grobwalzen werden mittels Riemen von Corlissmaschinen betrieben, deren Geschwindigkeit zwischen 285 und 480 U. p. M. verändert wurden (Übersetzung 1 : 3·5). Später sollte ein Teil dieser Dampfmaschinen durch eine Abdampfturbine ersetzt werden, welche von der noch bestehenden 112×152 *cm* Corlissmaschine gespeist wurde. Eine Reihe von Versuchen mit verschiedenem Kaliber und Tourenzahlen ergab, daß bei Verwendung der Dampfturbine ein großer Verlust an Dampf stattfand, namentlich bei der erforderlichen großen Tourenregulierung zwischen 285 und 485 U. p. M. und sich Schwierigkeiten in der Beschaffung des Kühlwassers ergaben. Es wurde daher, da das vorhandene Betriebsturbinenaggregat hinreichende Reservekapazität besaß, der elektrische Antrieb bevorzugt. Da durch die Wahl eines Gleichstrommotors die Aufstellung eines Motorgenerators erforderlich gewesen wäre, entschied man sich für den Asynchronmotor, jedoch ohne Kollektormaschinen oder Synchronumformer zum Regulieren, deren Betrieb bei der hohen Periodenzahl (60 ∼) unzweckmäßig erschien. Die Wahl fiel auf eine Kaskadenschaltung, bestehend aus einem 16poligen Hauptmotor mit doppelter Bewicklung für 14 bezw. 16 Pole und einen Sekundärmotor, mit Polumschaltung für 4 bezw. 8 Pole, wodurch sechs Geschwindigkeiten zwischen 300 und 514 U. p. M. möglich wurden, entsprechend einer 14, 16, 18, 20, 22 und 24poligen Kaskadenanordnung. Der größere Motor wird mit Drehstrom von 2200 *V*, 60 ∼ betrieben. Die Kontrolle erfolgt vollkommen automatisch von der Schalttafel mittels Schützensteuerungen und Relaisschaltern, ohne daß eine besondere Wartung erforderlich ist. Außer den sechs Geschwindigkeitsstufen sind noch zwei Widerstandsstufen vorhanden; das Anlassen und Reversieren erfolgt in jeder Schaltstellung wie bei einem einfachen Motor. Seit der Inbetriebsetzung sind nur drei kurze Betriebsstörungen in einem Jahre (Gesamtdauer 1 Stunde) an der Schaltanlage vorgekommen.

(Proc. A. I. E. E., Juni 1914.)

Elektrische Apparate

Die Verwendung des elektrischen Schiffskreisels. H. C. Ford. Die bekannte Eigenschaft des Kreisels der Erhaltung der freien Rotationsachse führte zu dessen Anwendung zur Steuerung von Torpedos, der Konstruktion des Kreiselkompasses und der automatischen Schiffsstabilisierung. Der Kreiselkompaß von Sperry mit Kardanlagerung wird jetzt allgemein bei der amerikanischen Kriegsmarine verwendet. Seine Anwendung beruht auf der hohen Empfindlichkeit gegen alle Ortsveränderungen mit Bezug auf die Erdachse, bei gleichzeitiger Unempfindlichkeit gegen alle Schiffsschwankungen. Der Schiffskreisel von Sperry rotiert um eine horizontale Achse *A* (Fig. 2) im Gehäuse *B*, das in den Punkten *C* frei aufgehängt, und vom Ringe *D* getragen wird; letzterer ist an dem torsionsfreien Faden *E* aufgehängt und bei *F* und *F'* frei gelagert, so daß er in dem als „Phantom" bezeichneten ringförmigen Außengehäuse *G* um die Vertikalachse frei schwingen kann, das allen Bewegungen des Ringes *D* folgt. Der Faden *E* ist in dem Röhrchen *H* gelagert, das wiederum im Traggehäuse *J* frei beweglich ist; das letztere Gehäuse besitzt bei *K* und L_1 bis L_4 die bekannte Kardansche Aufhängung. Das Gehäuse trägt einen kleinen Motor *M*, dessen Vorgelege *N* starr mit dem Außenring *G* verbunden ist. Der Ring *D* trägt ein Paar elektrischer Kontakte, ähnlich dem Trolleyrädchen, welche mit den starren Kontakten des Ringgehäuses *G* zusammenwirken; das letztere muß daher allen Relativbewegungen zwischen Schiff und Kompaß folgen, es trägt sowohl die Skala *O*, als die automatische Kompensation *P* gegen den Einfluß der Erdrotation. Der Mechanismus macht 8600 U. p. M. und wird mit Drehstrom von 100 *V* betrieben, der von einem besonderen Generator erzeugt wird. Es ist auch ein mit 20 *V* gespeister Servomotor vorgesehen, welcher zunächst zur Bewältigung aller Reibungswiderstände und äußeren Einflüsse dient, sodann die in verschiedenen Räumen aufgestellten Registrierinstrumente betätigt.

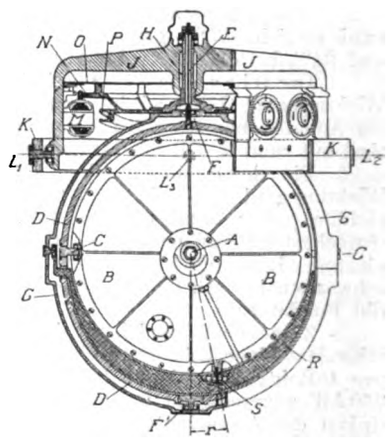


Fig. 2.

Versuche mit Kreisel-Stabilisatoren wurden im Jahre 1912 auf den Schiffen Ashtabula und Worden durchgeführt.

(Proc. A. I. E. E., Juni 1914.)

Telegraphie und Telephonie.

Studien über den Telephonverkehr in Ämtern mit Selbstanschlußsystemen. W. Lee Campbell. Um über die Art und Weise, wie sich der Telephonverkehr in Telephonämtern was immer für eines Systems abwickelt, orientiert zu sein, ist es notwendig, nicht allein die Anzahl der Anrufe während einer bestimmten Zeit, sondern auch die durchschnittliche Dauer einer jeden Verbindung zu kennen. Eine möglichst genaue Kenntnis dieser Daten ist unbedingt erforderlich, um sowohl beim manuellen wie beim automatischen Betriebssystem die Einrichtungen der Zentralen richtig entwerfen und den Betrieb entsprechend ökonomisch durchführen zu können. Die bisher übliche Aufzeichnung der erwähnten Daten

Digitized by Google

durch die Telephonistinnen hat sich in größeren Telephonanlagen als durchaus unbefriedigend, wenn nicht als unmöglich erwiesen. Es ist daher neuerdings eine automatische Vorrichtung ersonnen worden, welche selbsttätig die genaue Dauer jeder Verbindung, die Anzahl der Anschlüsse während eines bestimmten Zeitraumes sowie die gleichzeitig bestehenden Anschlüsse aufzuzeichnen in der Lage ist. Dieser Apparat besteht aus einem Mechanismus, der einen Papierstreifen von etwa 15 *cm* Breite gleichmäßig über ein Farbband hinwegzieht und von einer Speiserolle auf eine Aufnahmerolle aufwickelt. Der Antrieb erfolgt durch Uhrwerk mit Pendelkontakt, wodurch bewirkt wird, daß die Wicklung eines Schaltmagneten in kurzen, gleichbleibenden Zeitabständen von Stromimpulsen durchflossen wird und dadurch eine gleichmäßige Schaltbewegung einer Schaltklinke und eines damit im Eingriff stehenden Schaltrades bewirkt. Durch eine ähnliche Vorrichtung wird ein Farbband langsam über den Registrierstreifen fortbewegt, so daß stets neue Stellen des Farbbandes zwischen den Streifen und den Schreibstift gelangen. Derartige Schreibstifte sind im ganzen 40 nebeneinander vorgesehen, die durch entsprechende Elektromagnete auf das Farbband bezw. den Registrierstreifen niedergedrückt werden, sobald der damit verbundene Klappenschrank infolge eines Anrufes unter Spannung steht. Der Apparat ermöglicht die Bestimmung der durchschnittlichen Zeitdauer von telephonischen Gesprächen und der Anzahl der Verbindungen während der stärksten Betriebsstunden. Von dem Produkte dieser beiden Größen ist die Anzahl der in einer Anlage erforderlichen Fernsprechleitungen abhängig, die auf diese Weise bestimmt bezw. vergrößert oder verkleinert werden kann. Aus einer Anzahl von Beobachtungen geht hervor, daß die für die Herstellung, Durchführung und Lösung eines Anschlusses erforderliche Zeit durchschnittlich etwa 83 Sekunden beträgt, und zwar setzt sie sich bei automatischen Telephonzentralen wie folgt zusammen:

Die für die Herstellung der automatischen Verbindung erforderliche Zeit	6	Sekunden
Zeitintervall, bis die angerufene Partei sich meldet .	9·5	„
Gesprächsdauer	66·5	„
Automatische Trennung der Verbindung	1	„
Zusammen . . .	83	Sekunden

Die für die Durchführung eines Gesprächsanschlusses erforderlichen Zeiten variieren jedoch je nach der Art des Betriebes bedeutend zwischen 43 und 130 Sekunden. Bei etwa 12% der Anrufe erhielt der Teilnehmer das Zeichen „Besetzt", bei 16% der Anrufe keine Antwort des gerufenen Teilnehmers, weil er entweder abwesend war oder erst nach Lösung der Verbindung zum Telephon kam. Als einer der Hauptvorzüge des neuen Registrierapparates ist hervorzuheben, daß mittels desselben eine gleichmäßigere und richtigere Verteilung der Fernleitungen auf die einzelnen Klappenschränke durchführbar ist. Auch ist man in der Lage, den relativen Wirkungsgrad von großen und kleinen Telephonanlagen zu bestimmen und aus den beobachteten Werten die Nutzanwendung für Neuanlagen zu ziehen. (Proc. A. I. E. E., März 1914.)

Strahlungslehre.

Über die aktinodielektrische Wirkung. Ferdinand Schmidt. Bei der Untersuchung der lichtelektrischen Wirkung der Erdalkaliphosphore durch Lenard und Sem Saeland fanden diese noch eine zweite elektrische Wirkung des Lichtes auf Phosphore, die wesentlich verschieden von der lichtelektrischen Wirkung war und die sie als aktinodielektrische Wirkung bezeichneten. Sie zeigte sich darin, daß im benutzten Phosphor (Ca Bi-Phosphor) im elektrischen Feld und bei Bestrahlung mit weißem Lichte eine kurz dauernde elektrische Verschiebung auftrat, die stets im Sinne der angelegten Spannung gerichtet war, wobei besonders rotes Licht diese Wirkung sehr stark zeigte, während sie bei violettem Licht ganz fehlte. Diese Erscheinung konnte jedoch in der gleichen Richtung durch eine weitere Belichtung nur dann hervorgerufen werden, wenn der Phosphor durch längeres Warten oder durch Erhitzen und Erkalten regeneriert worden war, während bei Anlegung von abwechselnd positiver und negativer Spannung sich die Erscheinung jedesmal mit der gleichen Stärke in der betreffenden Richtung wiederholte. In Luft von Atmosphärendruck trat die Erscheinung in gleicher Weise wie im Vakuum auf. Lenard und S. Saeland schlossen aus ihren Beobachtungen, daß diese Wirkung auf eine dielektrische Verschiebung mit Rückstandsbildung bezw. auf ein kurzdauerndes elektrisches Leitvermögen im Phosphor während der Belichtung zurückzuführen sei, da die Wirkung vorzugsweise vom roten Licht hervorgerufen wurde, welches bekanntlich den Phosphor in denselben Zustand versetzt wie eine Erhitzung, die ihrerseits ein vergrößertes elektrisches Leitvermögen des Phosphors bewirkt. Es lag nahe, auch der roten Belichtung eine Vermehrung der in den Phosphor eingebetteten elektrisch leitenden Teilchen zuzuschreiben, was tatsächlich einer Zunahme der dielektrischen bezw. rückstandsbildenden Eigenschaften des Phosphors entspricht. Oeder untersuchte den neuen Effekt bei längerer Belichtung und in Luft von Atmosphärendruck und fand ein schnelles Ansteigen des Effektes im Anfange der Belichtung, später ein langsameres Ansteigen, wobei nach einer Stunde noch kein Endwert des Effektes erreicht wurde. Der Effekt stieg mit wachsender Intensität der Bestrahlung nicht proportional an. Was die Abhängigkeit des Effektes von der Farbe des Lichtes anbelangt, so besaß der Effekt bei gleicher Intensität der Bestrahlung ein Maximum im Gelb, ein Minimum im Grün und zeigte gegen das Ultraviolett ein starkes Ansteigen. Ähnliche Effekte sind auch bei anderen Körpern als den Phosphoren bekannt. Goldmann und Kalandyk fanden an dünnen, ganz durchstrahlten Schichten eine starke Leitfähigkeitserhöhung von Schellack und Schwefel bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht, wobei die Erscheinungen fast ganz dieselben waren, wie die der aktinodielektrischen Wirkung an Phosphoren. Die Leitfähigkeitserhöhung durch Belichtung des Selens ist schon lange bekannt. Bidwell hat im Schwefelsilber zum erstenmal ein zweites Beispiel der Widerstandsverminderung unter dem Einfluß von Licht gefunden. Charitonowsky und Monckmann wiesen die gleiche Wirkung bei Schwefel nach und Joffé hat eine Leitfähigkeitserhöhung des Quarzes bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht nachgewiesen. Auch für Antimonit sind Änderungen des elektrischen Leitvermögens bei Bestrahlung gefunden worden. Bei den Phosphoren ist es im Gegensatz zu anderen Materialien noch unentschieden, ob die Wirkung der Bestrahlung eine Verschiebung der Elektrizitäten in jedem einzelnen Molekül des Phosphors im elektrischen Felde sei, wie Oeder annimmt, oder aber ein Leitvermögen im Phosphor, wie bei anderen Stoffen. Bei dieser zweiten Möglichkeit kann man wieder zwei Fälle unterscheiden und entweder metallisches Leitvermögen durch freie Elektronen oder elektrolytisches Leitvermögen durch Ionenwanderung annehmen, wie Lenard und Saeland vermuten. Die Untersuchungen Schmidts sollen in diesen Fragen eine Entscheidung treffen. Es ergab sich folgendes. Die Resultate von Lenard, Sem Saeland und Oeder über den aktinodielektrischen Effekt werden im wesentlichen bestätigt. Es zeigt sich jedoch, daß man zu reinen Erscheinungen nur bei Benutzung von sehr dünnen, durch Licht jeder Farbe volldurchstrahlten Schichten gelangt. Die Minima des aktinoelektrischen Effektes, deren eines bereits von Oeder gefunden wurde, fallen mit den Stellen der Erregungsmaxima des betreffenden Phosphors zusammen, sobald man dicke Schichten hat. Die Minima sind auf starke Absorption des erregenden Lichtes in den obersten Phosphorschichten zurückzuführen. Dünne volldurchstrahlte Schichten zeigen diese Minima nicht. Der aktinodielektrische Effekt besteht in einer Leitfähigkeitserzeugung im Phosphor durch das Licht; er ist über das ganze sichtbare Spektrum ziemlich gleichförmig verteilt. Die Leitfähigkeit in den Phosphorschichten während der Bestrahlung beruht sehr wahrscheinlich auf einer materiellen Ionenwanderung durch den Phosphor. (Ann. d. Phys., Nr. 11, 1914.)

Chronik.

Normalien für die Stromlieferung in China. Auf Anregung der Engineering Society of China ist unter den Auspizien des städtischen Elektrizitätswerkes in Shanghai eine Bewegung zur Vereinheitlichung der Kraftanlagen in China ins Leben gerufen worden.

Die Gesellschaft hat ein Normalien-Komitee gebildet, das in einem Rundschreiben einige Grundsätze festlegt, die zur Diskussion gestellt werden. Mit Rücksicht auf die zunehmende Verbreitung der Elektrizität in China und der dadurch steigenden Nachfrage nach Installationsmaterial und elektrotechnischen Bedarfsartikeln hat diese Frage auch für uns erhöhtes Interesse.

Nachstehend der Komiteebericht:

Wenn in einer Gemeinde ein Elektrizitätswerk errichtet werden soll, so muß die Wahl des Systems, der Spannung usw., getroffen werden. Hierin herrscht die größte Willkür und die Konsumenten sind dann gezwungen, sich mit den Verbrauchsapparaten, wie Motoren, Lampen usw. den jeweilig herrschenden Verhältnissen anzupassen. Es ist sehr zu beklagen, daß auf diesem Gebiete noch keine Normalisierung eingeführt wurde; in größeren Städten Amerikas und Europas findet man sogar verschiedene Stromsysteme und Spannungen in nächster Nähe und durcheinander verbreitet, was für den Konsumenten mit vielen Unzukömmlichkeiten verbunden ist und andererseits die Stromlieferungsunternehmungen hindert, ihre Betriebe in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht zu vervollkommnen. Besonders in China fühlt man die Nachteile dieser Erscheinung, weil dort eine Reihe von Unternehmungen tätig sind, die alle ihr eigenes System zu propagieren trachten.

Die Normalisierung der elektrischen Stromlieferung würde nebst vielen anderen besonders die folgenden Vorteile mit sich bringen:

Digitized by Google

1. Die Offerte und Pläne zur Errichtung von Anlagen können auf eine Vergleichsbasis bezogen werden.

2. Die Netze verschiedener Werke können untereinander verbunden werden, was eine Reihe wirtschaftlicher Vorteile mit sich bringt; so können große Werke kleine Städte mit Strom zu niedrigen Preisen versorgen oder einander in der Stromlieferung unterstützen, im Falle in einer Zentrale Schäden entstanden sind.

3. Die Installateure brauchen nur wenige Typen von Lampen und Motoren usw. auf Lager zu halten, können also rascher und billiger liefern.

4. Die Konsumenten andererseits können ihre Beleuchtungskörper und Motoren überall in Verwendung nehmen.

Das Komitee zur Normalisierung der Elektrizitätslieferung schlägt daher provisorisch die folgenden Grundsätze vor, welche nicht nur den heutigen Bedürfnissen, sondern auch den in der nächsten Zukunft entsprechen dürften.

1. Die Erzeugung und Verteilung der elektrischen Energie soll im allgemeinen mit Drehstrom von 50 oder 60 ∾ erfolgen.

2. Die Verteilung soll mittels vier Leitern bei 250 *V* Phasenspannung oder annähernd 400 *V* Netzspannung erfolgen.

3. Für Hausinstallationen soll die Spannung 250 *V* normal betragen.

4. In besonderen Fällen kann ein gewöhnliches Dreileiter-Drehstromnetz mit geerdetem Neutralpunkt oder ein Zweileiternetz mit einem geerdeten Leiter verlegt werden; die Spannung soll immer 250 *V* betragen.

5. Gleichstrom soll nur für Leistungen unter 50 *kW* verwendet werden dürfen; auch für die Speisung von über 800 m entfernten Speisepunkten ist Gleichstrom nicht zulässig.

6. Im neutralen Leiter sind Schalter und Sicherungen nicht zulässig.

7. Wo Gleichstrom unbedingt notwendig ist, soll die Erzeugung und Verteilung mit Drehstrom von 500 *V* (Dreileiter mit geerdetem Sternpunkt) erfolgen.

8. Für die Hochspannungsverteilung sind folgende Normalspannungen festgelegt worden:

2200 *V* 3300 *V* 6600 *V*.

Spannungen über 6600 *V* können durch besondere lokale Verhältnisse bedingt sein.

Für das Drehstrom-Vierleiter-System hat sich das Komitee einstimmig ausgesprochen, weil diese Verteilungsart für die Verhältnisse in China am geeignetesten ist. Für die Spannung von 250 *V* am Verbrauchsort sprach der Umstand, daß viele Netze mit 200 *V* bestehen, die ohne weitere Isolierung eine Spannungserhöhung auf 250 *V* zulassen und dabei Ersparnisse an Kupfer und bessere Regulierung erzielen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß für die Motoren 440 *V* zur Verfügung steht, also die gleichen Leistungen für Licht und Kraftabgabe dienen können. Die Verlegung besonderer Kraftnetze wäre in China nur mit großen Kosten möglich. Die amerikanischen und französischen Vertreter haben sich einer höheren Spannung als 125 *V* widersetzt. Zu bemerken ist, daß in China ausschließlich oberirdische Verteilungsnetze und nirgends Kabel verlegt sind.

Das Komitee glaubt, daß die ganze Frage wichtig genug ist, um von den Körperschaften aller Staaten beraten zu werden. Hat man sich dann definitiv auf eine Normale geeignet, so muß man durch die Regierungen aller Staaten entsprechenden Einfluß auf die chinesische Verwaltung nehmen, damit diese Normalien durchgeführt werden mögen.

Literatur-Bericht.

Aufgaben aus der Technischen Mechanik. Von Ferdinand Wittenbauer, o. ö. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Graz. II. Band. Festigkeitslehre. 591 Aufgaben nebst Lösungen und einer Formelsammlung. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 490 Textfiguren. Berlin 1913. Verlag von Julius Springer.

Nach des Verfassers eigener Angabe bringt dieser Band zum überwiegenden Teile leichte Aufgaben, die an der Hand von Vorlesungen über Festigkeitslehre gelöst werden können. Tatsächlich setzen die meisten dieser Aufgaben auch nicht mehr als die Kenntnis jener elementaren Lehren der Festigkeitslehre voraus, die an den meisten technischen Hochschulen schon in den Pflichtvorlesungen den Hörern des Bau- und Maschineningenieurwesens vorgetragen werden, allerdings eine gründliche Beherrschung dieser Lehren und sind äußerst geeignet, auf Kenntnislücken fühlbar aufmerksam zu machen. Gleich der erste Abschnitt, der die verschiedensten Aufgaben über den ebenen und räumlichen Spannungs- und Verzerrungszustand enthält, stellt hohe Anforderungen an die Vorstellungsgabe des Studierenden. Soweit hier die extremen Schubspannungen und Schiebungen betrachtet werden, enthält dieser Abschnitt in den älteren Arbeiten Wittenbauers behandelte Probleme, deren Ergebnisse heute im Lichte der Mohrschen Darstellungsweise, die ebenfalls in mehreren Aufgaben berücksichtigt wird, leicht verständlich erscheinen. Selbst das der „Normalfestigkeit" gewidmete Kapitel weiß Wittenbauer abwechslungsreich zu gestalten und bringt neben den üblichen Aufgaben, deren Schwierigkeiten mehr rechnungstechnischer Natur sind und die mehr als eine gewiß nicht zu verachtende Übung in der praktischen Anwendung der Elemente der höheren Mathematik betrachtet werden können, Fragen, deren Beantwortung wichtige Überlegungen vorwiegend mechanischer Natur erfordert. Zu bemerken wäre bei Aufgabe 98, in der nach der Senkung des Schwerpunktes eines auf horizontale Unterlage gestellten homogenen, prismatischen Körpers gefragt wird, daß der Schwerpunkt wegen der geänderten Massenverteilung innerhalb des Systems wandert. Die Lösung, die Wittenbauer angibt, betrachtet die Senkung jenes materiellen Punktes, der vor der Deformation (im spannungslosen Zustande) Schwerpunkt war, also nicht in aller Strenge die „Senkung des Schwerpunktes".

Die folgenden Kapitel über Biegungsfestigkeit, die verschiedenen Arten der zusammengesetzten Festigkeit, die Festigkeit gekrümmter Stäbe enthalten zahlreiche Beispiele, in denen auch manchmal Folgerungen aus Abweichungen von den den Formeln zugrunde liegenden üblichen hypothetischen Annahmen untersucht, andererseits wieder Beispiele, in denen den Folgerungen dieser Hypothesen bis zur letzten Konsequenz nachgegangen wird. In dem Kapitel „Technische Anwendungen" wird gerade so viel gebracht, als jemandem, der noch kein Spezialstudium betrieben, durch einfache aber anschauliche Erklärungsfiguren verständlich gemacht werden kann. Das letzte, sehr interessante Aufgaben enthaltende Kapitel „Dynamische Festigkeit" zeigt deutlich, daß die Kenntnisse der verschiedenen Teile der Mechanik ein einheitliches Ganzes zu bilden haben. Daß dies heute oft vergessen wird, ist die Folge der durch die verschiedenen Methoden der Forschung in den einzelnen Zweigen der Mechanik bedingten, den Bedürfnissen der Lehre allerdings nicht so sehr entsprechenden Behandlung der Einzelgebiete durch getrennte Lehrkanzeln. In diesem Kapitel wäre zu der zu Aufgabe 553 angegebenen Lösung zu bemerken, daß die Querkraft im Schwingungsmittelpunkte eines durch einen um sein Ende drehbar aufgehängten Stab gebildeten Pendels $-\frac{1}{12} G \sin \varphi$, nur einen analytischen Extremwert darstellt. Die dem Absolutbetrag nach größte Querkraft ist die im Drehpunkte: $+\frac{1}{4} G \sin \varphi$.

Außer den Lösungen der Aufgaben, die je nach der Schwierigkeit derselben mehr oder minder ausführlich gebracht werden, enthält der Band noch eine einschlägige Formelsammlung. Bei der Wahl der Aufgaben wurde die Zeitschriftenliteratur vielfach benutzt, auf die Quellen wird stets verwiesen, außer an jenen Stellen, denen des Verfassers eigene Arbeiten zugrunde liegen. Das Buch Wittenbauers ist insbesondere geeignet, den wissenschaftlichen Hilfskräften der Lehrkanzeln für Mechanik ihre schwierige aber nicht undankbare Aufgabe zu erleichtern und den Weg zu weisen, auf dem in den Übungen trockenes Wiederholen der Vorlesungen und Erledigen von Substitutionsbeispielen, aber ebensosehr Irrlichterieren in eigenen Lehren sich vermeiden ließe. Es enthält nicht nur Übungen, die dem vor der Prüfung stehenden Studierenden nützlich sind, sondern bietet auch dem reiferen Mechaniker wertvolle Anregungen zu weiteren interessanten Untersuchungen. Ein Lehrbuch vermag die Aufgabensammlung freilich nicht zu ersetzen. Dazu ist sie aber auch nicht geschrieben worden. *Dr. Ing. Alfred Basch.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Gasmaschinen.

(Schluß von Heft 33. Seite 704.)

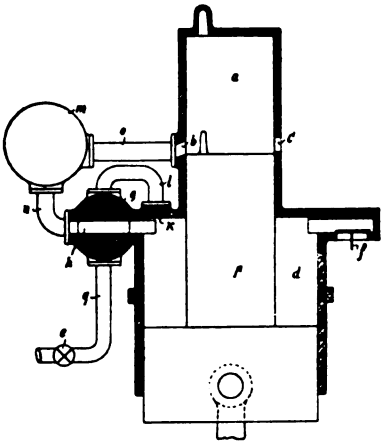
Anlasser.

Die Erfindung von Max Heiser in Berlin bezweckt, die Anlaßvorrichtung bei einer Zweitaktmaschine mit Stufenspülkolben dadurch zu vereinfachen, daß das übliche Auslaßorgan der Spülpumpe gleichzeitig für die Zuleitung der Anlaßdruckluft eingerichtet ist und zu diesem Zweck als rotierender Schieber ausgebildet ist. In Fig. 24 bedeutet *a* den Arbeitszylinder einer Zweitaktmaschine, *b* und *c* die Spül- und Auspuffschlitze, *d* die gleichzeitig als Anlaßzylinder dienende Spülpumpe, die mit dem selbsttätigen Ansaugeventil *f* und dem rotierenden Schieber *g* versehen ist, durch den die Spülluft aus dem Ringzylinder *d* durch den Kanal *h* in den Spülluftbehälter *m* und die Anlaßdruckluft von der Leitung *q* her nach Drehung des Schiebers um 90° durch den Kanal *i*, Leitung *l* und Öffnung *k* in die Spülpumpe übertritt. *h* und *i*

Digitized by Google

sind aber zwei voneinander getrennte, nebeneinander liegende Kanäle (Fig. 25). Bei Anwendung eines derartig ausgebildeten Auslaßorganes der Spülpumpe ist man auch wiederum in der Lage, ein selbsttätiges Ansaugeventil *f* für die Spülluft zu verwenden, da es ja beim Eintritt der Anlaßdruckluft geschlossen gehalten wird. (D. R. P. Nr. 270 842.)

Fig. 24.



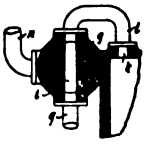


Fig. 25.

Zum Anwerfen von Verbrennungskraftmaschinen sind bisher Elektromotoren in Verbindung mit mehr oder weniger komplizierten Reibungskupplungen verwendet worden. Gemäß der Erfindung von S. W. Rushmare in Plainfield (Ver. St. v. A.) wird bei der Maschine nach Fig. 26 beim Einschalten des Anlaßmotors *M* seine Kupplung mit der Maschine *E* selbsttätig und unmittelbar ohne Benutzung irgendeiner Hilfsvorrichtung eingerückt, während nach dem Anlaufen der Maschine die Entkupplung des Motors erfolgt. Die Welle 2 mit dem Anker 1 ist im Ruhestande seitlich gegen die Feldmagnete 4, 4^1 verschoben, und zwar infolge der Wirkung der Feder 14. Beim Einschalten werden die Feldmagnete so weit erregt, daß sie den Anker seitlich gegen die Feder 14 verschieben und in ihr Feld ziehen. Dadurch kommt das Getriebe 8 in Eingriff mit der Verzahnung 10 und hierauf wird die höchste Drehkraft erzeugt, um die Maschine in Gang zu bringen. Um bei Getrieben gewöhnlicher Art einen stoßfreien Eingriff derZähne zu sichern, ist die Einrichtung so getroffen, daß die Drehkraft auf den Anker im Augenblick des Eingriffes vermindert wird und die volle Drehkraft erst dann eintritt, wenn die Zähne vollständig in Eingriff gekommen sind. Diese Einrichtung besteht aus einem Schaltergehäuse 17 in dem ein Schaltarm 18 drehbar gelagert ist, der an eine Zugfeder 22 angeschlossen ist. Die Kontakte 30, 31 und 32 sind so angeordnet, daß sie nacheinander Kontakt mit dem Schaltarm 18 geben, wenn der Fußdrücker 26 niedergedrückt wird. (D. R. P. Nr. 271 222.)

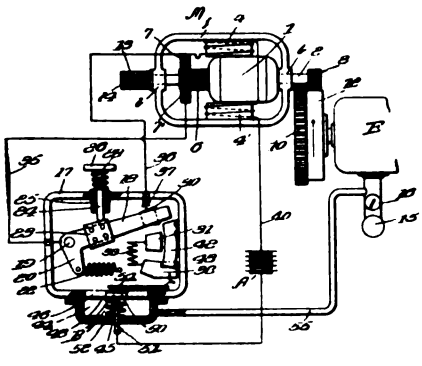


Fig. 26.

Zündung.

Man hat schon durch verschiedene Mittel versucht, bei magnetelektrischen Zündapparaten die Polschuhe und Anker so auszubilden, daß innerhalb des ganzen Regulierbereiches von der zum Anlassen nötigen Spätzündung an bis zu der größten Frühzündung bei höchster Tourenzahl der Kraftlinienwechsel bezw. die Kraftlinienumkehr möglichst gleichbleibt. Gemäß der Erfindung der Firma Ruthardt & Co. in Stuttgart werden nun die magnetischen Verhältnisse für die Spätzündung nicht gleich gemacht den bei der normalen Frühzündung auftretenden magnetischen Verhältnissen. Es werden zu diesem Zwecke entweder nur bei dem Magnetpol oder nur beim Anker die Polkante so abgesetzt, daß sie auf dem einen Teil (Hälfte) der Polbreite, in der Drehrichtung des Ankers gemessen, zurückspringt gegenüber dem anderen Teil der Polbreite. Es ist also einer geraden Abreißkante des Ankers eine um einen solchen Betrag abgesetzte Abreißkante des Polgehäuses zugeordnet, als dem Weg entspricht, welchen der Anker vom Zeitpunkt der frühesten Zündung bis zum Zeitpunkt der spätesten Nachzündung zurücklegt. (D. R. P. Nr. 267 237.)

Bei den fächerförmig angeordneten Motoren macht die Zündung mit magnetelektrischen Zündmaschinen große Schwierigkeiten, wegen der unregelmäßigen Aufeinanderfolge der Zündungen. Bei diesen Maschinen treten die Spannungsmaxima nach stets gleichen Drehungswinkeln des im magnetischen Feld rotierenden Kraftlinienleitstückes auf, so daß der Zündstrom nur in gleichmäßigen Zeitabschnitten erzeugt wird. Die Erfindung der Firma Robert Bosch in Stuttgart beruht nun darauf, daß die Zeitabschnitte oder die Kurbelwege zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zündungen in einem solchen Größenverhältnis zueinander stehen, daß sie einen gemeinsamen Teiler haben. Dann kann man mit Hilfe einer einzigen Zündmaschine in allen den Zeitpunkten, in denen die unregelmäßige Zündfolge, Zündungen erfordert, Funken erzeugen, wenn man die Zündmaschine gleichförmig mit solcher Geschwindigkeit umlaufen läßt, daß zwischen zwei aufeinander folgenden Spannungsmaxima eine Zeit gleich dem gemeinsamen Teiler verstreicht. Die den überzähligen Stromstößen entsprechenden Unterbrechungen werden unterdrückt oder durch Verbindung jedes einem überzähligen Spannungsmaximum entsprechenden Verteilerkontaktes mit dem nächstvorhergehenden die überzähligen Stromstöße in ausgebrannte Zylinder geleitet. (D. R. P. Nr. 270 820.)

Gleichfalls von der Firma Robert Bosch in Stuttgart stammt ein Verteiler mit einfacher Verteilerscheibe für Zweifunkenzündung. Fig. 27 zeigt eine schematische Darstellung der Zündschaltung in ihrer Anwendung auf eine magnetelektrische Zündmaschine mit Doppel-T-Anker zur Zündung einer Vierzylindermaschine. Auf der Ankerwelle *d* sitzt ein Schleifring, der mit zwei Metallsegmenten *e* und *f* versehen ist. An dem Schleifring laufen Kohlenbürsten *g* und *h*. Innerhalb der feststehenden Verteilerscheibe *i* läuft ein Verteilerarm *k* um, der von der Ankerwelle *d* aus, mit einer Übersetzung 2: 1 angetrieben wird. Die Wirkungsweise ist folgende: Der Schalter *r*, *s* stehe offen. Die Ankerwelle der Zündmaschine läuft mit derselben Tourenzahl wie die Kurbelwelle. Während der Stromabnehmer einen Winkel von 180° zurücklegt, legt die eine Schleifkohle des Verteilerarmes *k* einen Winkel von 90° zurück, gelangt also nach 180° Kurbelwinkel auf das übernächste Segment. In dem Zeitpunkt, in dem das dazwischenliegende Verteilersegment von der Kohle berührt wird, befinden sich *g* und *h* auf den isolierten Zwischenlagen des Ringes *d*, sind also stromlos. Die Schleifkohle *l* führt dadurch den Strom immer nur zu dem Kerzensatz *a* und *n* immer zu *b*. Bei Kurzschluß von *n* durch *r*, *s* wird immer nur der Kerzensatz *b* ausgeschaltet. Der Kerzensatz *b* kann in die Nähe des Ausströmventiles und *a* in die Nähe des Einströmventiles gelegt werden. Bei dieser Schaltung ist der Verlauf folgender: In der gezeichneten Stellung erhalten die Kerzen 1^a und 1^b Strom. Nach Drehung des Stromabnehmers um 90° (*k* um 45°) stehen *l* und *n* auf 3^b und 4^a und Kohlen *h* und *g* auf den Isolierstücken, die Leitung ist stromlos. Bei einer weiteren Drehung um 90° sind *l* und *n* auf 2^a und 2^b gelangt und die Kerzen 2^a und 2^b erhalten Strom, weil *g* und *h* auf *e* und *f* stehen. (D. R. P. Nr. 269 075.)

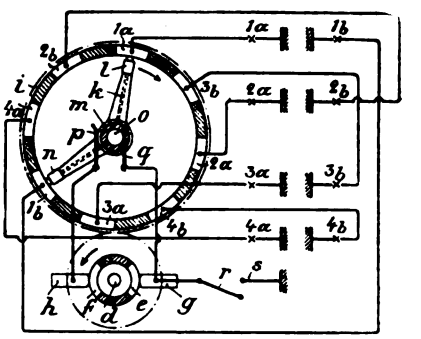


Fig. 27.

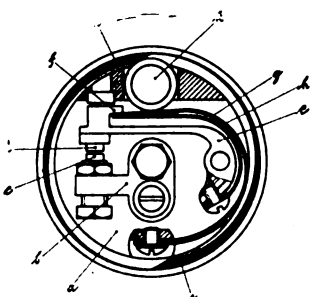


Fig. 28.

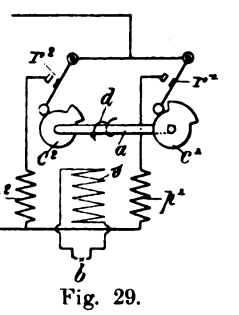


Fig. 29.

Der Hebelunterbrecher (Fig. 28) der Unionwerk Mea, G. m. b. H., Elektrotechnische Fabrik, Eisenwerk in Feuerbach-Stuttgart besitzt eine Scheibe *a*, auf der isoliert ein Kontaktstück *b* sitzt, welches den einen Kontakt *c* der Unterbrechungsstelle trägt. Der andere Kontakt *d* sitzt auf dem drehbar gelagerten Hebel *e*, der bei *f* eine Nase besitzt. Des weiteren besitzt der Unterbrecher zwei Federn *g* und *h*. Die Feder *g* ist an der Unterbrecherscheibe befestigt und legt sich mit ihrem freien Ende unter *f*. Die Feder *h* ist am Hebel befestigt und legt sich unter *g* mittelbar gegen *f*. Durch Ablenken der Rolle *k* wird zuerst die Feder *g* stärker gespannt und wird sich von *f* abzuheben suchen. *g* wird sich aber nicht abheben, sondern es wird auf die Feder *h* ein Druck ausgeübt und diese wird den Unterbrecher schließen. Von dem Augenblicke ab, wo die Kontakte aufeinander sind, und die Unterbrecherrolle noch weiter die Federn zusammendrückt, werden sich die Federn von der Nase *f* abheben und die Kontakte werden mit der Spannkraft der Feder *h* aufeinandergedrückt. (D. R. P. Nr. 271 455.)

Robert Bosch in Stuttgart baut Vorrichtungen zum selbsttätigen Verstellen des Zündzeitpunktes, bei denen eine von der Maschinenwelle zwangläufig angetriebene Welle mit einer die Zündeinrichtung tragende Welle derart gekuppelt ist, daß die Fliehkraft von Schwungmassen, die mit den Wellen umlaufen, die getriebene Welle gegenüber der treibenden gemäß der Umlaufgeschwindigkeit verstellt, wobei die in radialer Richtung frei beweglichen Schwungkörper (Walzen oder Kugeln) an Keilflächen von symmetrisch zur Kupplungsachse ausgebildeten Mitnehmern anliegen, die mit den beiden Kupplungshälften verbunden sind. (Ö. P. Nr. 65 847.)

Die Erfindung der Firma La Société Anonyme des Automobiles et Cycles Peugeot in Valentigney betrifft eine Anordnung, welche die Verstärkung des Zündfunkens bei Explosionskraftmaschinen dann ermöglicht, wenn die Maschinengeschwindigkeit größer wird und dadurch den Übelstand beseitigt, daß bei zunehmender Geschwindigkeit die Stärke des Zündfunkens abnimmt,

Digitized by Google

wodurch Schwierigkeiten in der Zündung entstehen und eine schlechte Ausnutzung des explosiblen Gemisches erfolgt. Bei dieser Vorrichtung (Fig. 29) kommt eine aus zwei Differentialprimärwicklungen p^1, p^2 und einer einzigen Sekundärwicklung gebildete Wicklung zur Verwendung. b stellt die Zündkerze dar. In einen jeden der Primärstromkreise sind die beiden durch eine Hubdaumenwelle a bewegte Stromunterbrecher c^1, c^2 eingeschaltet. Die Zeiten, während welcher jeder Stromunterbrecher die Verbindung herstellt, sind verschieden, hingegen tritt die Stromunterbrechung gleichzeitig ein. Die beiden Unterbrechungsextraströme erzeugen in den Primärwicklungen p^1 und p^2 Gegenströme und der aus ihnen sich ergebende Umformungsstrom in der Wicklung s ist nur abhängig von der Größe und der Geschwindigkeit, mit welcher der sich ergebende Strom einer Veränderung unterliegt; dieser Strom ist gleich der Differenz zwischen den beiden Gegenströmen.

(D. R. P. Nr. 266 730.)

Bekanntlich pflegt man an eine gute Hochspannungszündkerze zwei schwer miteinander zu vereinigende Anforderungen zu stellen; einerseits soll die Zündkerze beim Anfahren einen sicher zündenden Funken geben und andererseits soll bei schnellaufendem Motor der Funke möglichst ausgedehnt und heiß sein. Diesen beiden Bedingungen soll durch die Zündkerze von Dr. Ernst Rohlfin Kiel dadurch entsprochen werden, daß sie eine sich selbst verstellende Funkenstrecke besitzt. Diese Kerze ist so gebaut, daß von den zur Herstellung der Elektroden benutzten Stoffen mindestens zwei voneinander verschiedene thermische Ausdehnungskoeffizienten besitzen und daß diese Stoffe derart angeordnet sind, daß sich die Kerze infolge der Verschiedenheit der thermischen Ausdehnungskoeffizienten im kalten Zustande selbsttätig auf ein niedrigeres und im warmen Zustande auf ein höheres Gesamtfunkenpotential (Einstellung der Funkenstrecke) dadurch einstellt, daß sich die räumliche Lage der Elektroden gegeneinander ändert.

(D. R. P. Nr. 273 495.)

Gasturbinen.

Die Erfindung des Hermann Franke in Hannover betrifft eine Verbrennungsturbinenanlage, bei der einerseits in einer durch eine Verbrennungskraftkolbenmaschine gebildete Oberstufe mit Ladekompressor das obere Druckgefälle vom Anfangsdruck bis zu einem in bestimmter Weise abhängigen Zwischendruck, und bei der andererseits in einer durch eine Gasturbine gebildeten Unterstufe das untere Druckgefälle von diesem Zwischendruck bis zum Gegendruck in mechanische Arbeit umgesetzt wird. Die Erfindung bezweckt die Durchführung des Dieselprozesses mit vollständiger Expansion bei solchen Anlagen und besteht darin, daß die Kolbenmaschine in der oberen Umsetzungsstufe mit durch Spülwirkung herbeigeführter teilweiser Druckluftfüllung des oder der Zylinder arbeitet und die Verbrennungsgase auf einen mit dem Ladeluftdruck theoretisch übereinstimmenden Zwischendruck herunter expandieren und erst dann die Turbine beaufschlagen. (D. R. P. Nr. 274.627.)

Bei Explosionsturbinen wird das brennbare Gemisch in einer Kammer zur Explosion gebracht; die Verbrennungsgase strömen mit höchster Geschwindigkeit aus der Düse und leisten dann beim Durchströmen einer Laufschaufelung mechanische Arbeit. Hiebei herrscht in jedem Zeitpunkt ein anderer Druck vor der Düse. Eine vorhandene Düse mit gegebenem Erweiterungsverhältnis ist aber nur für ein ganz bestimmtes Druckverhältnis richtig und arbeitet hiebei mit dem besten Wirkungsgrad. Dieser Fall ist aber bei einer gewöhnlichen Explosionsturbine nur während einer kurzen Zeitdauer angenähert vorhanden. Jedes andere von diesem Wert abweichende Druckverhältnis bedingt aber eine erhebliche Einbuße des Wirkungsgrades einer gegebenen Düse. Bei den gewöhnlichen Explosionsturbinen ist aber gerade während der größten Zeitdauer ein erheblicher Energieverlust allein schon in der Düse vorhanden. Gleichzeitig werden aber dadurch auch die Laufradverhältnisse sehr ungünstig beeinflußt, womit weitere zusätzliche Verluste in der Laufschaufelung verbunden sind. Um diese schädlichen Wirkungen zu vermeiden, gibt Dr.-Ing. Paul Christlein in Baden (Schweiz) folgendes an: Die Explosion wird in einer mit Gemisch gefüllten Zelle eingeleitet; die Verbrennungsgase strömen durch die Düse und beaufschlagen das Laufrad. Sobald nun der Druck in der Zelle einen bestimmten Wert erreicht hat, wird in einer benachbarten Zelle die Explosion von Gasgemisch eingeleitet; dabei steht von dieser Zeit ab die zweite Zelle mit der ersten in dauernder Verbindung, damit sich die Drucksteigerung übertragen und eine spätere Entleerung dieser Zellen herbeigeführt werden kann. So können auch mehrere Zellen mit der ersten oder unter sich zusammen arbeiten. Das Laden der Zellen kann gleichzeitig oder nacheinander erfolgen. Vor der Düse finden also während einer längeren Zeitdauer nur kleinere Druckschwankungen statt, welche für zulässig erachtet werden, ohne daß dabei der Düsenwirkungsgrad wesentlich herabgesetzt wird. Während der Ausströmperiode können besondere Zusatzdüsen an die Ausströmungskammer zugeschaltet werden, wobei erstere auch während der Spülungs- und Kühlungsperiode geöffnet bleiben können. (D. R. P. Nr. 274 591.)

Eine andere Erfindung desselben Erfinders betrifft eine Kühlung von Gasturbinen, bei der in den Läufer Wasser eingespritzt wird. Das Kühlwasser wird in fein verteilter Form eingespritzt und im Läufer verdampft. Der Dampf kann zu Heizungs- oder Kraftzwecken Verwendung finden. Soll gespannter Dampf erzeugt werden, so muß das Wasser unter entsprechendem Druck eingespritzt werden.

(D. R. P. Nr. 272 628.)

Bei der Explosionsturbine der Explosions-Turbine-Studien-Gesellschaft m. b. H. mit besonderer Explosionskammer, bei der das Düsenventil durch den in der Verbrennungskammer auftretenden Explosionsdruck selbsttätig geöffnet wird, ist das Düsenventil 22 (Fig. 1) mit dem Einlaßventil 16 derart zwangläufig verbunden, daß sich das Einlaßventil 16 beim Öffnen des Düsenventils 22 unter der Einwirkung der Explosionsgase selbsttätig schließt und beim Nachlassen des in der Verbrennungskammer 3 herrschenden Druckes unter der Einwirkung einer nachgiebigen Gegenkraft selbsttätig wieder öffnet, wobei das Düsenventil sich wieder schließt. Das Düsenventil 22 ist mit einer regelbaren Flüssigkeitsbremse 26 ausgerüstet zu dem Zwecke, das Schließen des Ventils bis zur vollständigen Ausspülung der Verbrennungskammer 3 willkürlich verzögern zu können. Die Verbindung des unter Federwirkung 24 stehenden Düsenventils mit dem Einlaßventil 16 erfolgt durch einen doppelarmigen Hebel 32, dessen Arme unmittelbar an die Ventilspindeln angreifen. Die Spindel 25 des Düsenventils 22 ist mit einem Kolben 23 von größerem Durchmesser versehen, auf den der Druck der Explosionsgase derart einwirkt, daß das Ventil bei einer bestimmten Druckhöhe entgegen der Wirkung einer Feder 24 von seinem Sitz abgehoben wird. Die zur Speisung der Einlaßventile dienende Luft wird mittels eines von der Turbine angetriebenen Gebläses durch das Lager der Turbine hindurch angesaugt. Beim Nachlassen des Druckes der Explosionsgase gibt ein Rückschlagventil 14 unter der Wirkung einer Feder sowie des auf ihm lastenden Druckes der Spülluft nach und öffnet die Verbrennungskammer. Die Verbrennungskammer 3 ist als ein Teil des Turbinengehäuses ausgebildet. Die zum Abschluß der Düsenöffnung 40 dienende Nadel 17 der Zerstäuberdüse zum Einspritzen von flüssigem Brennstoff in den Verbrennungsraum 3 der Turbine ist mit einem Ansatz versehen, der beim Vortreiben der Nadel den in die Düsenöffnung eingeführten Brennstoff kurz vor Abschluß der Düsenöffnung durch den von der Nadel freigelassenen Ringschlitz austreibt. An die Düsenbohrung schließt sich ein mit der Außenluft oder einer Druckluftquelle in Verbindung stehender Zylinder 36 an, in den ein an der Düsennadel sitzender Kolben 18 spielt, der die im Zylinder enthaltene Luft durch im Düsenkörper 35 angeordnete Kanäle 20 in einen die Düse umgebenden doppelkegelförmigen Hohlraum treibt.

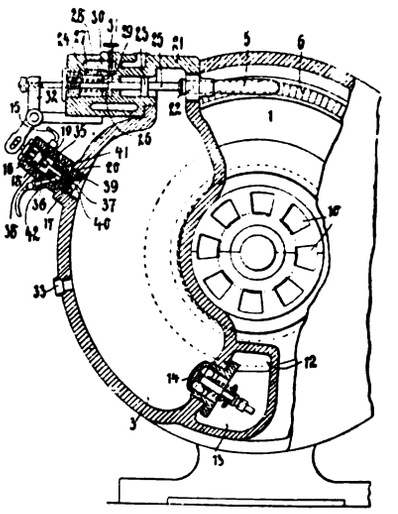


Fig. 1.

(F. P. Nr. 464 760.)

Die Explosionsturbine des Jean Jacques Heilmann in Paris mit zwischen zwei feststehenden zylindrischen Körpern umlaufendem zylindrischen Läufer zeigt im inneren Zylinder 2 (Fig. 2) angeordnete, gegen seinen Umfang hin zu Kammern 9 erweiterte Einströmkanäle 3 für das komprimierte Explosionsgemisch, im Läufer 4 angeordnete Explosionskammern 8 und im äußeren Zylinder angeordnete Auspuffkammern 10. Diese sind so angeordnet, daß der Läufer 4 zunächst von dem aus den Kammern 9 der Einströmkanäle 3 gegen die eine schräge oder gekrümmte Wand der Explosionskammern 8 wirkenden Explosionsgemisch in Drehung versetzt wird und die Explosion während dieser Drehung kurz vor dem Augenblick erfolgt, in welchem die Explosionskammern 8 mit den Auspuffkammern 10 in Verbindung kommen, worauf die plötzlich in die Auspuffkammern 10 überströmenden, hochgespannten Explosionsgase durch Rückdruck die weitere Drehung des Läufers bewirken. (Schweiz. P. Nr. 59 245.)

Fig. 2.

Um Stoßverluste an der Schaufel, die den Wirkungsgrad der Ausnutzung der Strahlenenergie bedeutend verringern, zu verhindern, gibt Bernhard Bischof in Nürnberg eine Düsenanordnung für Gasturbinen an, die nach dem Verpuffungsverfahren arbeiten, die sich von bekannten dadurch unterscheidet, daß eine Anzahl von Düsen mit verschiedenen Austrittswinkeln während jeden Verpuffungsvorgangs nacheinander vor der Verpuffungskammer vorübergeführt und zur Beaufschlagung des Laufrades benutzt wird, so daß in jedem Augenblick die dem momentanen Druckgefälle am besten entsprechende Düse zur Wirkung kommt. (D. R. P. Nr. 274 373.)

Gegenüber den bisher bekannten Turbinen, die mit durch ein geeignetes Treibmittel bewegte Flüssigkeit betrieben werden, unterscheidet sich die Erfindung des Ignaz Feichtinger in Budapest dadurch, daß die Flüssigkeit in die gegen die Saugmündung abgedichteten Schaufelkanäle in derselben Richtung angesaugt wird, in welcher sie durch ein später eingeführtes und zur Explosion gebrachtes Treibmittel aus dem Kanal herausgeschleudert wird. Dadurch wird erreicht, daß die von der Flüssigkeit aufgenommene Energie entweder durch die entsprechende Krümmung der Schaufelkanäle selbst oder auf einem gesonderten Schaufelkranz ausgenutzt wird.

(D. R. P. Nr. 269 522.)

Schluß der Redaktion am 18. August 1914.

Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Berechnung der Amperewindungen und der Eisenverluste trapezförmiger Zähne. Von J. Kozisek, Berlin-Charlottenburg 717
Streuungserscheinungen bei Transformatoren. Von Dr. techn. M. Vidmar (Fortsetzung) 718
Rundschau:
- Elektrizitätswerke, Anlagen 725
- Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 725
- Dynamomaschinen, Transformatoren 725
- Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 726
- Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen 726
- Telegraphie und Telephonie 727
- Wirtschaftliches 727

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
- Schleudergebläse 727

Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *449—452*

Berechnung der Amperewindungen und der Eisenverluste trapezförmiger Zähne.

Von **J. Kozisek**, Berlin-Charlottenburg.

Die Aufgabe, die Amperewindungen trapezförmiger Zähne zu bestimmen, läuft darauf hinaus, den Mittelwert der Amperewindungen pro cm zu finden. Erschwert wird diese Bestimmung dadurch, daß einerseits die Induktion längs des Zahnes nach einer Hyperbel verläuft, andererseits daß der Zusammenhang zwischen der Induktion und den zugehörigen Amperewindungen pro cm durch eine Kurve, nämlich die Magnetisierungskurve, gegeben ist, die sich mathematisch nicht fassen läßt. Die Rechnung mit einer mittleren, oder mit einer in zweidrittel der Zahnhöhe herrschenden Induktion beruht auf einer ganz willkürlichen Annahme und führt unter Umständen zu gänzlich unbrauchbaren Resultaten*). Die bisher übliche, richtige Methode besteht darin, für verschiedene Stellen des Zahnes die Amperewindungen pro *cm* der Magnetisierungskurve zu entnehmen und aus diesen mit Hilfe graphischer oder analytischer Methoden (zum Beispiel mittels Planimeters oder Simpsonscher Regel) den Mittelwert zu bestimmen. Um eine hinreichende Genauigkeit zu bekommen ist man genötigt, mindestens für drei Stellen des Zahnes die Amperewindungen pro cm zu bestimmen. Eine Erleichterung bietet die auf Grund dieser Methode ermittelte Kurvenschar**), die uns die mittleren Amperewindungen pro cm für bestimmte Keilverhältnisse des Zahnes zu entnehmen gestattet; für andere Keilverhältnisse muß man jedoch interpolieren, worunter die Einfachheit und die Genauigkeit der Methode leiden. Überdies ist die Aufstellung dieser Kurvenschar, die für jede Magnetisierungskurve neu gerechnet werden muß, eine recht mühsame und zeitraubende Arbeit. Im folgenden soll daher auf eine andere einfachere Lösung der gestellten Aufgabe hingewiesen werden.

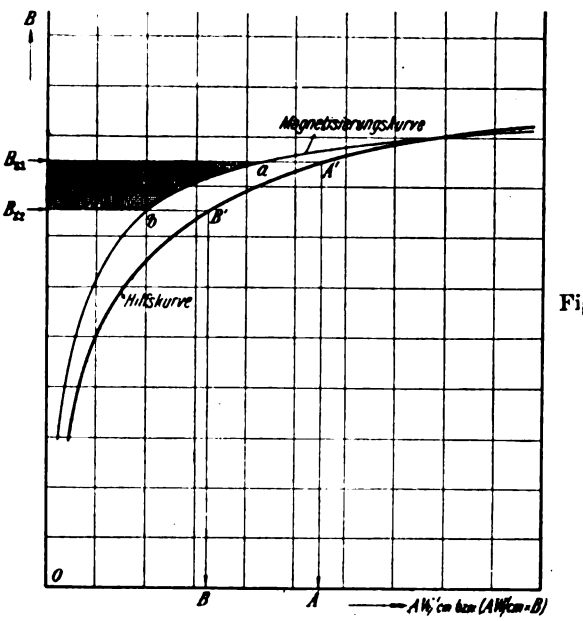


Fig. 1.

Trägt man die aus den Zahndimensionen für einen bestimmten Kraftfluß berechneten Werte B_{z1} und B_{z2} in die Magnetisierungskurve ein (Fig. 1), so geben uns, unter der Voraussetzung einer

*) Siehe A. Miller Gray, Electrical World, 1911, S. 111.
**) Siehe zum Beispiel Pichelmayer, Dynamobau, und Miller Gray.

Digitized by Google

linearen Verteilung der Induktion die Abszissen zwischen B_{z1} und B_{z2} bereits ein Bild von der Verteilung der Amperewindungen pro cm längs des Zahnes. Wir brauchen daher nur den Mittelwert der genannten Abszissen zu bestimmen; dazu benötigen wir die schraffierte Fläche

$$(B_{z1}\, a\, B_{z2}\, b).$$

Diese ist aber gleich der Differenz der zwischen Ordinatenachse und magnetischer Charakteristik gelegenen Flächen

$$(B_{z1}\, a\, O) \text{ und } (B_{z2}\, b\, O).$$

Bestimmen wir uns daher ein für allemal für jedes B das Flächenintegral

$$\int_0^B (AW/\text{cm})\, .\, dB$$

und tragen dieses in Abhängigkeit von der Induktion auf (Hilfskurve) so liefert uns die Differenz $(O\,A - O\,B)$ der beiden zu B_{z1} und B_{z2} gehörigen Abszissen der Hilfskurve die gewünschte Fläche. Haben wir diese in $(AW/\text{cm} \times B)$ Einheiten aufgetragen, so sind die verlangten mittleren Amperewindungen pro cm

$$\frac{B\,A}{B_{z1} - B_{z2}}$$

und damit die gesamten Zahnamperewindungen

$$\left(\frac{B\,A}{B_{z1} - B_{z2}}\right) . L,$$

wenn L die Länge des Zahnes bedeutet. Ist der Nebenschluß durch die Nut nicht mehr zu vernachlässigen, so sind die berechneten Werte B_{z1} und B_{z2} nach einer der bekannten Methoden*) zu korrigieren und mit diesen Werten ist dann die Rechnung in der angegebenen Weise durchzuführen.

Die neue Methode erfordert lediglich eine einzige Hilfskurve, die auf Grund der vorhandenen Magnetisierungskurve mittels Planimeters oder mit Hilfe von Millimeterpapier schnell ermittelt werden kann.

Es bleibt noch übrig, zu zeigen, daß unsere Annahme von der linearen Verteilung der Induktion längs des Zahnes bei den praktisch vorkommenden Zahnformen hinreichend genau erfüllt ist. Zu diesem Zwecke wollen wir die Zahninduktion an einer beliebigen Stelle des Zahnes berechnen. Diese ergibt sich mit den in Fig. 2 eingetragenen Bezeichnungen zu

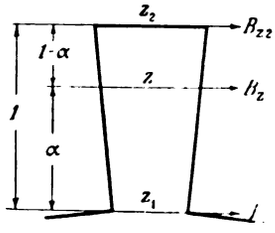


Fig. 2.

$$B_z = B_{z1} \frac{z_1}{z_1 + \alpha(z_2 - z_1)}.$$

Setzen wir

$$\frac{z_2}{z_1} = k,$$

so wird

$$B_z = B_{z1} \left(\frac{1}{1 + \alpha\,(k-1)}\right).$$

Das Verhältnis $\frac{B_z}{B_{z1}}$ für verschiedene Werte von k graphisch aufgetragen, ergibt die Kurvenschar der Fig. 3, aus welcher klar hervorgeht, daß für normale Zahnformen ($k = 1{\cdot}0$ bis $2{\cdot}0$) unsere Annahme hinreichend genau erfüllt ist. Die Annäherung an die lineare Verteilung wird noch größer, wenn wir den Nebenschluß durch die Nut berücksichtigen, indem durch diesen, namentlich an der Stelle der größten Induktion, eine Entlastung des Zahnes erfolgt, so daß sich die Hyperbel einer Geraden sehr nähert*).

Der Ersatz des Hyperbelbogens durch die Sehne dürfte auch schon deshalb gerechtfertigt sein, weil die Magnetisierungskurve einer Blechsorte von Probe zu Probe variiert, so daß schon aus diesem Grunde eine übertriebene Genauigkeit nicht am Platze ist.

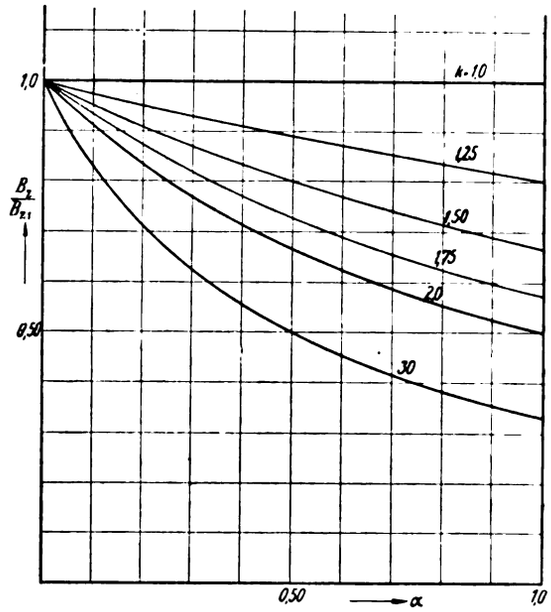


Fig. 3.

Um auch für größere Werte von k ($k > 2{\cdot}0$) bei Anwendung der oben beschriebenen Methode eine erhöhte Genauigkeit zu erhalten, besteht noch die Möglichkeit, durch Unterteilung der Zahnhöhe das Verhältnis k und damit den Fehler beliebig zu verkleinern. Doch geht hiebei die Einfachheit der Ermittlung verloren.

Das skizzierte Verfahren ist ohne weiteres auch für die Berechnung der Zahneisenverluste brauchbar: Man hat lediglich die Magnetisierungskurve durch die Verlustkurve zu ersetzen und für diese die Hilfskurve in der oben angegebenen Weise zu konstruieren.

Auch für andere der Rechnung nicht zugängliche graphische Ermittlungen ähnlicher Art dürfte die Methode brauchbar sein.

*) Siehe zum Beispiel F. Blanc ETZ. 1909, Seite 5. J. K. Sumec, E. u. M. 1907, Seite 400.

Streuungserscheinungen bei Transformatoren.

Von Dr. techn. **M. Vidmar.**

(Fortsetzung von Heft 34, Seite 705.)

Wir wollen ein einfaches Beispiel zu Hilfe nehmen. Ein Drehstromtransformator für 10000 kVA Normallast bei 50 Perioden habe eine Kurzschlußspannung von $4{\cdot}4\%$. Der reduzierte Luftspalt sei 8 cm. Dann ist die Stoßkraft bei plötzlich eintretendem Kurzschluß:

$$\frac{100}{4{\cdot}4} \cdot \frac{10000000}{50 \,.\, 8} = 570000\, kg.$$

Sie sucht die äußere Wicklung und den Tragkörper, der beide Wicklungen verbindet, auseinanderzusprengen, wie die Fliehkraft den umlaufenden Radkörper eines Schwungrades. 570 t! Und die Verwendung von Eisen als Tragkörpermaterial so gut wie ausgeschlossen! Dieses schlichte Beispiel gibt ein überwältigendes Bild der in dem einfachen Kasten

*) Siehe Blanc, ETZ. 1909, Seite 9, Fig. 19.

Digitized by Google

schlummernden Naturgewalten, die wie ein Explosivstoff von außen her geweckt werden können.

Das mechanische Problem des Großtransformators ist damit noch nicht erledigt. Betrachten wir mit dem Auge des Physikers das großartige Kraftspiel, so werden wir entdecken, daß es auf dem Bestreben des Streufeldes, sich auszubreiten, den Luftspalt δ' zu vergrößern, basiert. Wie jeder Energieprozeß, möchte auch dieser hier mit den geringsten Mitteln sich durchsetzen und sucht den Widerstand zu verkleinern. Das würde er mit dem Erweitern des Luftspaltes δ' auch erreichen. Aber auch die Verkürzung der Streulinien würde zum Ziele führen und dort setzt die Natur sicherlich auch ihren Hebel ein.

In der Tat möchten die Kraftlinien wie ein Stahlband jede Wicklung zusammenschnüren, sie auf den kleinsten Raum zusammendrängen. Rein mechanisch kommt das in den Anziehungskräften zwischen den einzelnen Teilen jeder Wicklung zum Ausdruck, die wir nunmehr berechnen wollen. Man teilt bei Großtransformatoren schon aus kalorischen Gründen jede Wicklung in mehrere Spulen. Nennen wir diese Spulenzahl n. Jede Spule hat dann:

$$\frac{iw\sqrt{2}}{n} \text{ maximale } AW.$$

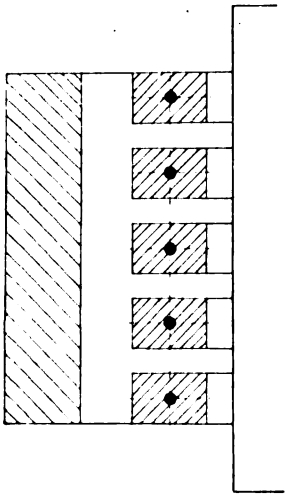


Fig. 7.

Jede von den übrigen $n-1$-Spulen würde nunmehr mit ihren Amperewindungen an der Stelle, wo die betrachtete Spule sich befindet, eine magnetische Kraft hervorbringen, die ihrer Amperewindungszahl direkt und der Länge der durch den Punkt, in dem wir uns alle Amperewindungen einer Spule konzentriert denken wollen (Fig. 7), gehenden Kraftlinie indirekt proportional ist. Für die Summenbildung aller Kräfte können wir aber einen Mittelwert für diese Linienlänge einführen, und zwar: $\frac{l_s}{2}$.

Die Kraft also, mit der die eine Spule erfaßt wird — wir setzen voraus, daß es eine Endspule ist (siehe Fig. 7) —, folgt aus der Gleichung:

$$P = \frac{4 \cdot \pi}{10} \cdot \frac{wi\sqrt{2}}{n} \cdot \frac{2}{l_s} \cdot (n-1) \cdot \frac{wi\sqrt{2}}{n} \text{ Dyn}$$

oder mit derselben Umformung wie oben:

$$= \frac{\text{Größte Stoßkraft} = \text{Kurzschlußvoltamperes}}{\text{Periodenzahl} \times \text{Reduzierter Luftspalt in } cm} \times \frac{2(n-1)}{n^2} \quad \text{III).}$$

Sie ist von derselben Größenordnung wie die Sprengkraft, und zwar am größten an den äußersten Spulen. Gegen die Mitte der Wicklung zu nimmt sie ab, um für die mittlere Spule ganz zu verschwinden.

Sie beansprucht den Tragkörper der Wicklung in axialer Richtung und, wie wir gesehen haben, am stärksten an den beiden Säulenenden. Hier kann man wohl Eisen als Konstruktionsmaterial verwenden, aber hier ist die Verteilung der Last auf viele Teile nicht so leicht durchzuführen, wie bei den radialen Verbindungsgliedern des Tragkörpers. Außerdem ist es eine Knickkraft, eine unangenehme Beanspruchung. Davon ganz abgesehen, daß die Sprengkraft in erster Linie vom Kupfer der äußeren Wicklung aufgenommen wird, während hier die Knickkraft direkt angreift.

Da gibt es nur einen klar vorgezeichneten Weg: möglichste Verkleinerung der Beanspruchung. Gleichung III) zeigt die Richtung. Man wird das Wicklungsmaterial stark unterteilen, also n so groß als möglich nehmen. Natürlich wird man vor allem die Sprengkraft, der die zweite und unangenehmere Stoßkraft proportional ist, zu verkleinern trachten.

Welche Maßregeln da zum Ziele führen, liegt auf der Hand. Kleine Kurzschlußleistung, großer Luftspalt. Da nun die erstere durch die zweite bewirkt wird, wird man einen möglichst großen reduzierten Luftspalt anstreben. Allerdings setzt da der Spannungsabfall bei gewöhnlichem Betrieb eine Grenze.

Die Sprengkraft setzt überhaupt der Verwendbarkeit der einfachen Zylinderwicklung eine Grenze. Sie liegt zwar hoch, aber sie existiert und was heute hoch erscheint, wird es in naher Zukunft vielleicht nicht mehr sein. Die Grenze liegt dort, wo die von der Sprengkraft herrührende Beanspruchung der äußeren Wicklung die Kupferfestigkeit erreicht. Wie die Sache liegt, zeigt am besten ein Beispiel.

Der Großtransformator, dessen Kurzschlußstoßkraft wir oben berechnet haben, habe folgende weiteren Eigenschaften:

$$l_s = 180\ cm$$
$$e = 55\ V$$
$$U = 220\ cm$$

die Kernlänge sei:

$$h = 160\ cm$$

die radiale Wicklungsbreite

$$a_2 = 9\ cm.$$

Es ist dann:

$$e_s = \frac{8 \cdot 50 \cdot 10\,000}{3 \cdot 55^2 \cdot 180} \cdot 8 \cdot 220 \cdot 10^{-3} = 4{\cdot}4\,\%$$

wie oben angenommen.

Der Kupferquerschnitt des Wicklungszylinders ist mit einem Kupferfüllfaktor 0·3 gerechnet:

$$160 \times 9 \times 0{\cdot}3 = 430\ cm^2.$$

Die Sprengkraft bringt also im Kupfer eine Beanspruchung von:

$$\frac{570\,000}{2 \cdot 430} = 660\ kg/cm^2$$

hervor.

Nun die Grenze ist noch kein unübersteigbares Hindernis. Jenseits fängt die Verwendung der unterteilten Zylinderwicklung an, aber das ist Zukunftsmusik.

Bevor wir uns dem zweiten Teil unserer Aufgabe zuwenden, wollen wir zur Berechnung der Kurzschlußkräfte noch ausdrücklich bemerken, daß sie nicht etwa Vereinfachungen zur Grundlage hat, die übertriebene Werte ergeben. Man wird sich leicht selbst überzeugen, daß wir nicht so vorgegangen sind, wie der übervorsichtige Konstrukteur, der den Biegungsfall mit verteilter Last durch eine Biegungskraft ersetzt. Wir haben allerdings in unsicheren Fällen, wie sie vor allem die Bestimmung der Größen des magnetischen Feldes bringt, nach oben aufgerundet. Aber das Resultat ist durchaus ernst zu nehmen.

Digitized by Google

Natürlich mit dem Ernst des Mannes, der einer bekannten Gefahr seine letzten gerade noch ausreichenden Kräfte entgegenstellt. Es wäre verkehrt, eine Kupferbeanspruchung von 1000 *kg/cm²* beim Kurzschluß schon als bedenklich anzusehen. Der Kurzschluß ist und bleibt ein Unglücksfall, also ein Zufall. Er ist möglich, aber nicht sehr wahrscheinlich. Man darf daher getrost darauf rechnen, daß das Unglück des Kurzschlusses nicht auch noch das Unglück eines abnorm schwachen Kupfers mit sich bringen wird und wird keine Sicherheitskoeffizienten in die Rechnung stellen.

Was endlich das innere Parallelschaltungsproblem der Zylinderwicklung anbelangt, so können wir es als praktisch unwichtig übergehen. Um so wichtiger ist es bei der nunmehr zu behandelnden zweiten Art der Wicklungsanordnungen — der Scheibenwicklung.

Sie ist nicht nur die Wicklung des Transformators für mittlere Leistungen, sondern ganz besonders die Wicklung des Trockentransformators. Der Trockentransformator ist der Transformator für Leistungen bis 500 *kVA* und Spannungen bis 15000 *V*. Diese Tatsache ist nicht umzustoßen. Allerdings wird das wahre Bild durch den Standpunkt von einigen Großfirmen stark getrübt. Geht man aber diesem Standpunkt auf den Grund, so wird man an Stelle eines Prinzips den Mangel an guten Konstruktionen finden, denn das Konstruieren guter Trockentransformatoren ist eine große Kunst, das Entwerfen guter Öltransformatoren für dieselben Leistungen ein Kinderspiel.

Der Trockentransformator ist ein Apparat voller Finessen. Es ist erstaunlich, wie mächtig hier das kalorische Problem wird und wie klar die Leistungsfähigkeit des Konstrukteurs im Kupferverlust ziffernmäßig zum Ausdruck kommt. Wie kläglich erscheint der induktionsfreie Spannungsabfall von 1 bis 1·2% bei einem 100 *kVA*-Transformator. Und doch wird manch ein Transformatorenkatalog in der Abteilung für Trockentype keine andere Zahl angeben können.

Nun beim Trockentransformator ist auch die Wicklungsanordnung voll von Finessen, deshalb müssen wir alle praktisch in Betracht kommenden Fälle, wie wir sie in der Einleitung angeführt haben, studieren.

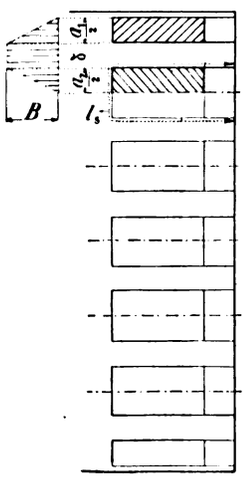


Fig. 8.

Die symmetrische Anordnung, schon in Fig. 1 (S. 706) dargestellt, enthält $2n$ Luftspalte und $2n+1$ Spulen, darunter allerdings zwei mit nur halber Amperewindungszahl. Das Bild vereinfacht sich nun wesentlich wenn wir durch die $2n$ radialen Symmetrieebenen die ganze Anordnung in $2n$ Teile zerlegen.

Wir entdecken nämlich, daß diese $2n$ Teile untereinander praktisch vollkommen gleichwertig sind, denn bei den Endspulen kann man den magnetischen Widerstand des Eisens vernachlässigen. Jeder Teil besteht (Fig. 8) aus zwei Halbspulen von je

$$\frac{w}{2n}$$

Windungen, die durch einen Luftspalt δ voneinander getrennt werden. Wir wollen gleich bemerken, daß sich auch hier für die praktische Ausmessung des magnetischen Feldes die Einführung der kürzesten Linie von Eisen zu Eisen, die alle Windungen einer Spule umschlingt, als reduzierte Kraftlinienlänge bewährt hat.

Fig. 8 gibt aber genau dasselbe Bild, wie wir es bei der Zylinderwicklung schon gehabt haben. Wir brauchen daher nur w durch $\frac{w}{2n}$, l_s durch $\frac{l_s}{2}$ und a, bezw. a_1 und a_2 durch $\frac{a}{2}$ bezw. $\frac{a_1}{2}$, $\frac{a_2}{2}$ zu ersetzen und können die dort gefundenen Formeln direkt benutzen.

Statt der Gleichung 1) müssen wir also schreiben:

$$e_s = i\frac{8\cdot\omega\cdot w}{n\cdot e\cdot l_s}\left[\frac{a}{3}+\delta\right]U\cdot 10^{-6}\% \quad \ldots \quad 2)$$

und können hier ebenfalls

$$\delta' = \frac{a}{3}+\delta$$

bezw.

$$\delta' = \frac{a_1+a_2}{6}+\delta$$

als reduzierten Luftspalt einführen und erhalten so den reduzierten Widerstand

$$R_1 = \frac{l_s}{\delta'\cdot U}$$

des magnetischen Feldes und in

$$e_s = \frac{8\cdot\omega\cdot kVA}{m\cdot n\cdot e_2\cdot R_s}\cdot 10^{-3}\% \quad \ldots \quad \text{III)}$$

eine einfache Formel für die Berechnung des prozentuellen induktiven Spannungsabfalles.

Die erste Frage, die man sich im Besitze der Gleichung III) vorlegen wird, ist wohl die, welche Wicklungsanordnung, die zylindrische oder die vorliegende Scheibenwicklung, größere Werte für e_s gibt. Ein Unterschied kann, wie man sofort sieht, nur im magnetischen Widerstand liegen. Es stehen sich der n-fache Widerstand einer Scheibenspule und der totale Widerstand der Zylinderwicklung gegenüber.

Die n-fache Umschlingung der Spule ist meistens länger als diejenige der Zylinderwicklung, besonders bei starker Unterteilung. Indessen macht das im magnetischen Widerstand weniger aus als der größere Luftspalt der Scheibenwicklung bei höheren Spannungen. Man wird daher die Wahrnehmung machen, daß kleine induktive Spannungsabfälle mit der zylindrischen Anordnung leichter zu erreichen sind.

In einer Typenreihe zeigt der induktive Abfall gegenüber der Zylinderwicklung ein abweichendes Verhalten. Bei größeren Transformatoren wird man nämlich nicht a_1 und a_2 proportional mit den linearen Dimensionen wachsen lassen. Der reduzierte Luftspalt δ' bleibt vielmehr konstant und nur die Spulenzahl n wird langsam größer. R_s ändert sich demnach nicht viel und die prozentuale Streuspannung wird mit wachsender Leistung kleiner, so daß sich der Unterschied zwischen der symmetrischen Scheibenwicklung und der zylindrischen Anordnung immer mehr verschiebt.

Bei kleinen Leistungen wird man mit Scheibenspulen Schwierigkeiten haben. Deshalb sinkt n nur bei ganz kleinen Typen unter den Wert

$$n = 3,$$

während noch bei 100 *kVA* gewöhnlich nur vier Spulen zu einer Wicklung gehören. Auch das ist ein Grund, warum man in solchen Fällen lieber die

Digitized by Google

Zylinderwicklung anordnet, die bei so kleinen Leistungen auch kleine Streuspannungen liefert.

Die rechnerische Behandlung der Streuungserscheinungen führt uns auch bei der Scheibenwicklung zu einem einfachen Ersatzbild. Analog wie bei der zylindrischen Anordnung können wir die beiden sich gegenüberstehenden $\frac{i\,w}{2\,n}\,AW$ durch je einen in einem Punkte konzentrierten Strom von

$$\frac{i\,w}{2\,n}\ \text{Ampere}$$

ersetzen. Ihr Abstand beträgt dann natürlich:

$$\delta' = \delta + \frac{a_1 + a_2}{6}\ cm.$$

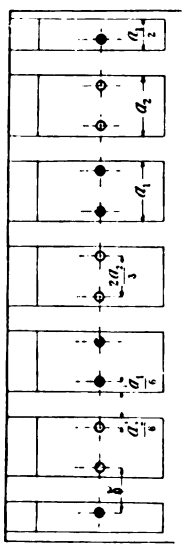


Fig. 9.

Das Gesamtbild besteht somit aus 4 n-Kreisströmen und je zwei Kreise, die zu derselben Wicklung gehören und benachbart sind, stehen voneinander um $\frac{2\,a_1}{3}$ bezw. $\frac{2\,a_2}{3}$ ab (Fig. 9).

Mit Hilfe dieses Ersatzbildes ist es keine schwere Sache, die Stoßkräfte zu berechnen. Hiebei brauchen wir immer nur zwei benachbarte, zu verschiedenen Wicklungen gehörende Ersatzströme zu betrachten, da wir annehmen können, daß sich die Wirkungen der übrigbleibenden Spulen gegenseitig aufheben. Nun bringt der eine Strom an der Stelle, wo der andere liegt, die Feldstärke

$$H = \frac{4\,\pi}{10} \cdot \frac{i\,w\sqrt{2}}{2\,.\,n\,.\,l_s}\ \text{cgs}$$

hervor, stoßt ihn also mit der Kraft

$$P = \frac{H\,.\,U\,.\,i\,w\sqrt{2}}{10\,.\,n}\ \text{Dyn}$$

ab.

Nach Gleichung 2) ist aber

$$\frac{U}{l_s} = \frac{n\,.\,e\,.\,e_s\,.\,10^6}{8\,.\,\sim\,.\,w\,.\,\delta'\,.\,i}$$

und damit endlich

$$P = \frac{800\ KVA^{K}}{m\,.\,n\,.\,\sim\,.\,\delta'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{IV)}$$

im Kurzschluß.

Ganz ähnlich wie bei der Zylinderwicklung können wir auch hier noch berücksichtigen, daß beim Kurzschluß

$$e_s < 100$$

ist und erhalten so für die abstoßende Kraft beim Kurzschluß für Drehstromtransformatoren:

$$\left.\begin{array}{c}\text{Stoßkraft} = \\ \frac{1}{2}\,\text{Kurzschlußvoltampere} \\ = \dfrac{\text{Periodenzahl} \times \text{Reduzierter Luftspalt} \times}{\frac{1}{2}\,\text{Kurzschlußvoltampere}} \\ \times\ \text{Anzahl der Spulenzwischenräume pro Kern}\end{array}\right\}^{kg} \text{V).}$$

Für Einphasentransformatoren wird die Kraft um 50% größer.

Die Kurzschlußstoßkraft sucht auch bei Scheibentransformatoren die Wicklung zu sprengen. Hiedurch ergibt sich eine günstige Beanspruchung des Spulentragkörpers, falls ein solcher existiert. Die Spulen selbst werden zusammengedrückt, denn auch hier schnüren die Kraftlinien den umschlungenen Strom.

Die Sprengkraft wird bei der Scheibenwicklung bedeutend kleiner ausfallen als bei der zylindrischen Anordnung. Beträgt die Spulenzahl pro Kern nur 8, das heißt 7 Ganz- und 2 Halbspulen, so sinkt sie bereits auf ein Achtel des Wertes, den wir bei Zylindertransformatoren bekommen haben. Man darf aber nicht vergessen, daß sie trotzdem unangenehm ist. Dort findet sie ja in der Festigkeit des Kupfers die Gegenkraft, hier zwingt sie zum Einbau von totem Material und zum — Nachdenken.

Das Parallelschaltungsproblem, das innere wie das äußere, ist bei Scheibentransformatoren ungleich wichtiger als bei Zylinderwicklungen. Die Transformatoren der hier in Betracht kommenden Größe werden meistens sowohl außen als auch niederspannungsseitig innen parallelgeschaltet.

Für das äußere Verhalten ist nun die Dehnbarkeit der Größe der Kurzschlußspannung wichtig. In der Tat zeigt Gleichung III) mehr Variationsmöglichkeiten als Gleichung I). Die Spulenzahl ist ein wichtiger Faktor, allerdings etwas zu wichtig. Die Änderung geht nämlich nicht mit der einfachen Proportionalität. Denn sowohl die Größe von a_1 bezw. a_2, hiedurch also diejenige von δ', als auch die Kraftlinienlänge hängt von n ab, so daß rasch große Änderungen sich ergeben.

Bei einer gegebenen Typenreihe wird man freilich niemals den sich eventuell ergebenden Schwierigkeiten die festgelegten Formen opfern, um durch Änderung der Dimensionen die Kurzschlußspannung zu beeinflussen. Deshalb bleibt als einziges Mittel für feinere Änderungen nur noch die Anordnung unsymmetrischer Spulenanordnungen, wie wir sehen werden.

Die innere Parallelschaltung scheint hingegen auf den ersten Blick gar keine Schwierigkeiten zu bereiten, da die Streuung bei allen Spulen ganz gleich ausfällt. Aber der Schein trügt. Solange man die Hochspannungswicklung in $n - 1$ Ganz- und 2 Halbspulen auflöst, ergeben sich wirklich keine Schwierigkeiten. Jedoch wird man sofort bemerken, daß die Spulenzahl n, die für die Größe der Streuspannung von solcher Bedeutung ist, weitere Beschränkung erfährt. Ganz unverwendbar sind die Werte 5 und 7, auch 3 ist eine unangenehme Zahl. Es bleiben also

$$n = 2,\ 4,\ 6\ \text{und}\ 8,$$

wodurch n als Regulator der Kurzschlußspannung nur für ganz grobe Fälle als verwendbar erscheint.

Die Schwierigkeiten wachsen bedeutend, sobald man mit der Hochspannung vom Eisen wegrücken will und Niederspannungshalbspulen anordnet. Dies bildet für die Praxis die Regel, aber nur weil ein Kunstgriff möglich ist.

Greifen wir, um ihn zu erklären, auf Gleichung 2) zurück, so sehen wir zunächst, daß wir den absoluten Wert der Streuspannung einer Spule durch Multiplikation von e_s mit der Windungszahl derselben und e erhalten. So ergibt sich für eine Ganzspule der Wert:

$$E_s = \frac{8\,.\,\sim\,.\,w\,i}{l_s}\,\frac{w}{n}\left[\frac{a}{3} + \delta\right] U\,.\,10^{-8} \quad . \quad 3).$$

Für die Halbspulen ergäbe sich natürlich der halbe Wert. Wollte man die Halbspule mit den Ganzspulen parallelschalten, so müßte sie vor allem die gleiche Spannung induzieren. Zu diesem Zwecke müßte sie aber ebenfalls $\frac{w}{n}$ Windungen haben. Ihr Charakter

Digitized by Google

als Halbspule könnte sodann nur gewahrt werden, wenn sie den halben Strom der Ganzspulen führen würde. In der Tat könnte sich das Streufeld dann genau so ausbilden, weil die magnetomotorische Kraft unverändert bliebe.

Die anstandslose Parallelschaltung verlangt aber weiters, daß die parallellaufenden Spulen im induktiven und Ohmschen Spannungsabfall übereinstimmen. Nach Gleichung 3) hätte die Halbspule, wenn man sie mit $\frac{w}{n}$ Windungen ausstattet, wirklich auch die gleiche Streuspannung, wie die Ganzspule. Den gleichen induktionsfreien Spannungsabfall bei halbem Strom kann sie aber nur dann haben, wenn man ihrem Leiter den halben Querschnitt des Leiters der Ganzspule gibt. Dann ist nämlich der Widerstand zweimal so groß als derjenige der Ganzspule. Unter diesen Umständen wird die Halbspule auch annähernd ihr Volumen beibehalten, so daß die Lösung nach jeder Richtung befriedigend erscheint.

Unangenehm ist jedenfalls das Auftreten eines ganz neuen Drahtprofils, was den Übelstand der symmetrischen Scheibenwicklung, der im Vorhandensein dreier Formen von Spulen besteht, verschärft. Andererseits ist der beschriebene Kunstgriff oft die einzige Lösung der meist recht verzwickten Aufgabe der Spulenanordnung, wenn man Niederspannung ans Eisen legen muß.

Vom fabrikationstechnischen Standpunkt ist die zweite in Betracht kommende Spulenanordnung, der wir uns nunmehr zuwenden wollen bedeutend angenehmer. Sie besteht auf der einen Seite aus n, auf der anderen aus $n+1$ unter einander gleichen Spulen. Natürlich ist die Amperewindungszahl der letzteren

$$\frac{n}{n+1} \text{ mal}$$

so groß, als diejenige der n-Spulen. Von den $n+1$-Spulen kommt je eine ans Kernende, also an das Eisen zu liegen.

Zeichnet man sich das Diagramm der magnetomotorischen Kräfte, das auch die Verteilung der Induktion wiedergibt (Fig. 2), so erhält man eine ganz eigentümliche Feldanordnung und man wird in Verlegenheit kommen, wenn man den Verlauf der Kraftlinien angeben muß.

In der Tat liegt das Problem nicht einfach. Nun das Amperewindungsdiagramm hilft doch über die Schwierigkeit. Man kann es nämlich in zwei Diagramme zerlegen (Fig. 10), von denen das eine (Fig. 10, *a*) dieselbe Gestalt hat, wie dasjenige der symmetrischen Scheibenwicklung. Die Ganzspulen der entsprechenden Anordnung hätten je

$$\frac{n}{n+1} \cdot \frac{w}{n} = \frac{w}{n+1}$$

Windungen gegenüber $\frac{w}{n}$ Windungen des normalen Falles. Das zweite Diagramm (Fig. 10, *b*) entspricht den übrigbleibenden AW. Es sind dies offenbar je eine Endspule mit

$$\frac{w}{2(n+1)}$$

Windungen, die zu dem einen System gehören; ihr stehen n-Spulen, mit je

$$\frac{w}{n(n+1)}$$

Windungen des anderen Systems gegenüber, die wir als eine Spule zusammenfassen können. Diese zwei

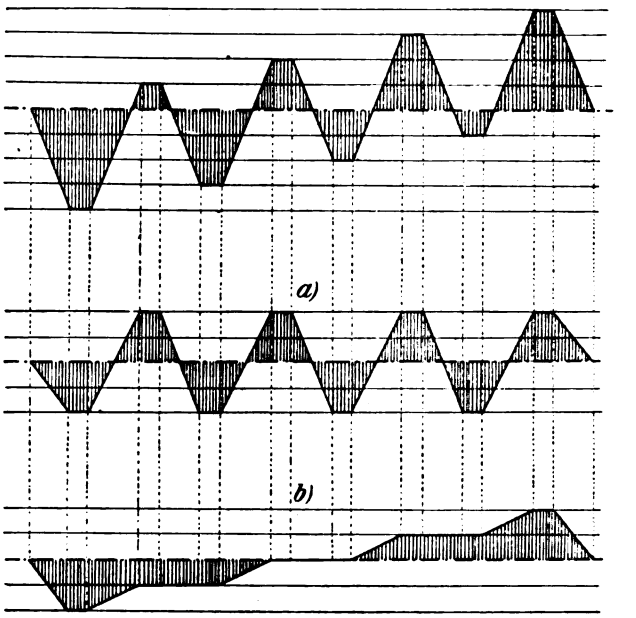


Fig. 10.

Spulenanordnungen, aus denen sich die Wicklung unserer Aufgabe zusammensetzt sind in Fig. 11 dargestellt.

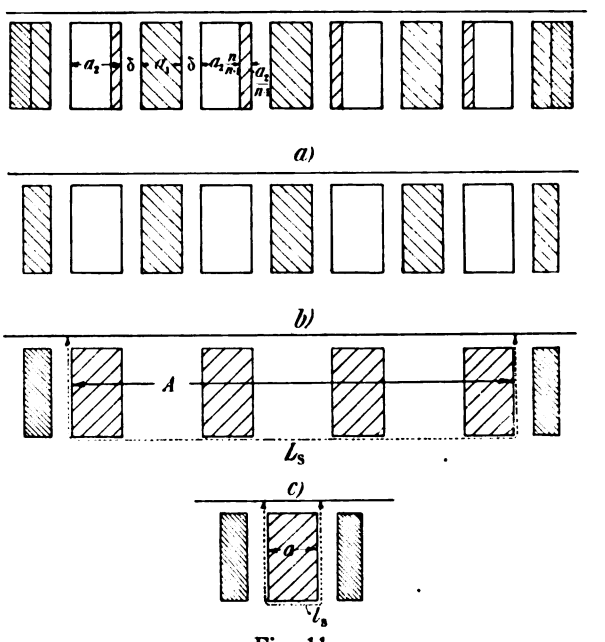


Fig. 11.

Es ist einfacher anzunehmen, daß die

$$n \cdot \frac{w}{n \cdot (n+1)}$$

Windungen der zweiten Teilanordnung (Fig. 11*b*) gleichmäßig über den ganzen Raum der n-Spulen und den dazwischenliegenden Raum verteilt sind. Man erhält dann offenbar das in Fig. 11*b* skizzierte Bild. Die Kraftlinienlänge dieser großen Spule ist nun sehr groß geworden, allerdings auch der reduzierte Luftspalt durch die große Breite A. Man wird aber keinen großen Fehler machen, wenn man den magnetischen Widerstand gerade so groß annimmt, wie es derjenige der ursprünglichen Spulen war. Dann stellt auch die

Digitized by Google

zweite Teilanordnung (Fig. 11 *c*) einen bekannten Fall vor, nämlich eine symmetrische Wicklung mit $n = 1$ und $\frac{w}{n+1}$ Windungen in der Ganzspule.

Die Superposition ergibt das tatsächliche Feld. Es ist aber gar nicht notwendig dieses Schlußresultat festzulegen, es genügt die Streuspannungen, die von jedem der beiden Felder herrühren zu bestimmen und zu addieren bezw. zu subtrahieren. Allerdings muß man bei der Berechnung der Kraftlinienverkettungen vorsichtig sein. Jedes der beiden Felder ist nämlich mit allen, nicht nur mit den erzeugenden Amperewindungen, verkettet.

Das erste Feld erzeugt mit seinen

$$\frac{w\,i}{n+1}\ AW \text{ pro Ganzspule}$$

offenbar eine Induktion

$$B = \frac{4\,.\,\pi}{10}\,.\,\frac{w\,i\,.\,\sqrt{2}}{l_s}\,.\,\frac{1}{n+1}$$

im Luftspalt, so daß ein Kraftfluß von

$$N = B\,.\,\frac{\delta'}{2}\,.\,U \text{ Kraftlinien,}$$

wobei natürlich wiederum

$$\delta' = \delta + \frac{a_1 + a_2}{6} \text{ ist,}$$

jede Spule umschlingt. Die Wicklung mit n Ganzspulen erhält dadurch:

$$n\,.\,B\,.\,\frac{\delta'}{2}\,.\,U\,.\,\frac{w}{n} \text{ Verkettungen,}$$

die zweite, die $n+1$ gleiche Spulen hat,

$$(n+1)\,B\,.\,\frac{\delta'}{2}\,.\,U\,.\,\frac{w}{n+1} \text{ Verkettungen,}$$

also genau so viel.

Die zweite Ersatzwicklung hat ebenfalls

$$\frac{w\,i}{n+1}\ AW$$

in ihrer Ganzspule. Der Kraftfluß, für dessen Berechnung mit

$$B = \frac{4\,\pi}{10}\,.\,\frac{w\,i\,\sqrt{2}}{l_s}\,.\,\frac{1}{n+1}$$

wiederum die gleiche Induktion zu nehmen ist, umschlingt mit seinen

$$N = B\,.\,\frac{\delta'}{2}\,.\,U \text{ Kraftlinien}$$

ebenfalls alle Windungen. Während sich aber seine Verkettungen mit den n gleichen Spulen, das sind

$$n\,.\,B\,.\,\frac{\delta'}{2}\,.\,U\,.\,\frac{w}{n} \text{ Verkettungen,}$$

zu denen des ersten Feldes offenbar addieren, gilt nicht dasselbe von den Umschlingungen der $n+1$-Spulen. Offenbar ist ein Teil davon, nämlich derjenige, der auf die zwischen den Spulen des ersten Systems gelegenen Windungen entfällt, also

$$(n-1)\,.\,B\,.\,\frac{\delta'}{2}\,.\,U\,.\,\frac{w}{n+1} \text{ Verkettungen}$$

zu subtrahieren, der zweite Teil, der den beiden Endspulen entspricht, das sind

$$2\,.\,B\,.\,\frac{\delta'}{2}\,.\,U\,.\,\frac{w}{n+1} \text{ Verkettungen, zu addieren.}$$

Auf diese Weise ergeben sich im ganzen für beide Wicklungen zusammen:

$$B\,.\,\delta'\,.\,U\,.\,\frac{n+3}{n+1}\,.\,w\,.\,\text{Verkettungen}$$

und ein totaler induktiver Spannungsabfall von

$$E_s = 4{\cdot}44\,.\,\sim\,.\,B\,.\,\delta'\,.\,U\,.\,w\,.\,\frac{n+3}{n+1}\,.\,10^{-8} \text{ Volt.}$$

Auf die Betriebsspannung:

$$E = e\,.\,w$$

bezogen, entspricht das, unter Berücksichtigung des oben angegebenen Wertes der Luftspaltinduktion, einem Abfall von

$$e_s = \frac{8\,.\,\sim\,.\,w\,i}{e\,.\,l_s\,.\,n}\,.\,\delta'\,.\,U\,.\,10^{-6}\,.\,\frac{n\,.\,(n+3)}{(n+1)^2} \text{ Prozenten 4),}$$

oder in der kürzeren Form

$$e_s = \frac{8\,.\,\sim\,.\,kVA\,.\,10^{-3}}{m\,.\,n\,.\,e^2\,.\,R_s}\,.\,\frac{n\,(n+3)}{(n+1)^2}\ \%\quad .\quad \text{VI).}$$

Ein Vergleich mit Gleichung III) läßt sofort erkennen, daß bei derselben Spulenzahl n Proportionalität zwischen den induktiven Spannungsabfällen beider Wicklungsanordnungen besteht. Der Proportionalitätsfaktor

$$K = \frac{n\,(n+3)}{(n+1)^2}$$

ist indessen nicht viel größer als Eins. Seinen größten Wert bekommt er, wie man leicht findet, bei

$$n = 3$$

nämlich $K = 1{\cdot}125.$

Daraus folgt, daß die Wicklung keine großen Abweichungen von normalen Fällen ergibt. Untersucht man die Abhängigkeit des Faktors von n noch weiter, so wird man finden, daß man ihn durchwegs für praktische Fälle mit dem konstanten Werte

$$K = 1{\cdot}1$$

in die Rechnung stellen kann.

Aus der bisherigen Untersuchung folgt zunächst, daß es zweckmäßig ist in allen Fällen in denen niederspannungsseitig Serienschaltung vorliegt, diese zweite, unsymmetrische Wicklung zu wählen, weil sie fabrikationstechnische Vorteile bietet. Hiebei ist lediglich nur noch auf die mechanischen Beanspruchungen bei Kurzschluß zu achten, weil sich, wie man sehen wird, das Bild, das wir bei der symmetrischen Scheibenwicklung gewonnen haben, ändert.

Zur Berechnung der Stoßkräfte müssen wir wiederum das vereinfachte Schema aufsuchen. Zu diesem Zwecke ist es allerdings notwendig zu wissen, wie das wirkliche, resultierende Streufeld verlauft. Diese Untersuchung, die etwas tiefer steigt, soll auch die magnetischen Verhältnisse der Niederspannungsspulen zergliedern, weil das Parallelschaltungsproblem die Feststellung der Anteile der einzelnen Niederspannungsspulen am gesamten induktiven Abfall verlangt.

Die Induktionen in den einzelnen Spulenzwischenräume liefert uns das Diagramm der magnetomotorischen Kräfte (Fig. 2). Diesem letzteren entnehmen wir, daß die Induktion in den beiden äußersten Spalten am größten ist, während sie im darauffolgenden Zwischenraum auf den kleinsten Wert sinkt. Gleich wie bei der symmetrischen Anordnung müssen wir auch hier jede Spule in zwei Teile zerlegen, und zwar so, daß in ihrer Trennungsebene die Induktion Null ist. Man könnte dann jeden der so erhaltenen Teile nach der bei der Zylinderwicklung erhaltenen Methode behandeln, um durch Summierung den Gesamteffekt zu erhalten.

Digitized by Google

Für die Berechnung der Streuspannung wäre dieser Weg etwas unübersichtlicher als der oben gewählte. Für die Berechnung der Kurzschlußstoßkräfte eignet er sich indessen sehr gut und wir wollen ihn deshalb sofort benutzen.

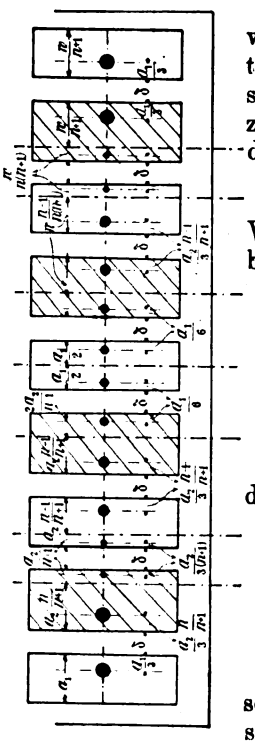


Fig. 12.

Auf den ersten Blick sehen wir (Fig. 12), daß die größte Konzentrierung elektromagnetischer Kraft sich um die beiden äußersten Spulenzwischenräume gruppiert. Wir haben dort je

$$\frac{w}{n+1}$$

Windungen und der Abstand der beiden Ersatzströme beträgt offenbar:

$$\delta + \frac{a_1 \frac{n}{n+1} + a_2}{6}$$

Die magnetische Kraft beträgt:

$$H = \frac{4 . \pi}{10} \cdot \frac{i . w . \sqrt{2}}{(n+1) l_s} \text{ cgs},$$

die mechanische:

$$P = \frac{8 \pi}{100} \cdot \left(\frac{i w}{n+1}\right)^2 \cdot \frac{U}{l_s} \text{ Dyn.}$$

Wiederum ist nach Gleichung 4)

$$\frac{U}{l_s} = \frac{e_s . e (n+1)^2 . 10^6}{8 . \omega . w i . \delta' (n+3)},$$

so daß für die Stoßkraft beim Kurzschluß folgende Gleichung sich ergibt:

$$\left.\begin{array}{l} \text{Stoßkraft (in } kg) = \\ = \dfrac{\text{Kurzschlußvoltamperes}}{\text{Periodenzahl} \times \text{Reduzierter Luftspalt} \times} \\ \dfrac{\text{Kurzschlußvoltampers}}{\times \text{Um drei vermehrte Anzahl der Spulen der}} \\ \dfrac{\text{Kurzschlußvoltamperes}}{\text{innen liegenden Wicklung}} \end{array}\right\} \text{VII).}$$

Für Einphasentypen natürlich wiederum 50% mehr.

Diese Stoßkraft ist die größte, die in der Anordnung vorkommt. Alle anderen Spulen ergeben geringere Werte.

Ein Vergleich mit Gleichung VI) zeigt, daß die Kurzschlußkraft der hier in Frage kommenden unsymmetrischen Wicklung

$$\frac{4 n}{n+3} \text{mal}$$

größer ist, als bei der symmetrischen Anordnung. Dieser Faktor wächst mit der Anzahl n der Spulen und erreicht schon bei nicht allzu großen Werten von n zum Beispiel

$$n = 6$$

beträchtliche Größen:

$$\frac{4 . 6}{6+3} = 2 \cdot 7.$$

Die Rücksicht auf mechanische Beanspruchungen ist demnach ein ernstes Hindernis für die Anwendung der betrachteten Anordnung, wenn es sich um große Leistungen handelt.

Bei niedrigerer Leistung hingegen taucht ein ebenso ernstes, ja vielleicht noch ernsteres Hindernis auf; der Zwang niederspannungsseitig Parallelschaltung anzuwenden. Vollständig ausgeschlossen ist indessen diese Schaltung keineswegs. Unsere Untersuchung zeigt vielmehr, daß die Streuflüsse sich um die Eisenkernmitte symmetrisch gruppieren, so daß die Niederspannungswicklung in zwei Hälften mit gleichem induktiven Abfall aufgelöst werden kann. Diese zwei Hälften können dann ohneweiters parallel geschaltet werden.

Eine weitergehende Lastverteilung ist hingegen nicht möglich. Aber sie ist oft unbedingt notwendig, ja sogar meistens. Ein 100 kVA-Transformator führt schon bei zum Beispiel 220 V einen Niederspannungsstrom von 265 A. Selbst mit einer Stromdichte von

$$2 \, A/\text{mm}^2$$

die sicher nicht mehr sehr niedrig ist, ergäbe sich ein Drahtquerschnitt von 132 mm². Nun dürften 11 mm als Leiterbreite die Grenze aus Rücksicht auf Wirbelströme bilden. Bliebe also übrig eine Hochkantwicklung mit 12×11 Draht, die bedeutende fabrikationstechnische Unannehmlichkeiten bringt. Man wird unbedingt auf 4×11 gehen und dreifache Parallelschaltung anordnen.

Um die Unmöglichkeit mehrfacher Parallelschaltung bei unserer Wicklung einzusehen, brauchen wir nur auf die Berechnung der Streuspannung zurückzugreifen. Vor allem wird uns die sehr ungleiche Aufteilung auf die beiden Wicklungssysteme auffallen. Die n gleichen Spulen besitzen

$$B . \delta' . U . w$$

Verkettungen, die $n+1$ Spulen

$$B . \delta' . U . w . \frac{2}{n+1}$$

Verkettungen.

Bei

$$n = 4$$

verhalten sich beide Teile bereits wie

$$5 : 2.$$

Da im allgemeinen die Niederspannungsspule außen ans Eisen zu liegen kommt, wird daher der Löwenanteil der Streuspannung auf die Hochspannungsseite entfallen. Ebenso ungleich, wie zwischen den beiden Wicklungen ist die Aufteilung des induktiven Abfalles auf die einzelnen Spulen. Diese Ungleichheit springt am meisten in die Augen bei den $n+1$ gleichen Spulen, die ja meistens für Parallelschaltung in Betracht kommen werden. Die beiden äußersten Spulen haben:

$$B . \delta' . U . \frac{2 w}{n+1}$$

Verkettungen, alle anderen $n-1$ Spulen zusammen keine, was aus dem Ansatz:

$$\frac{B \delta'}{2} . U w . \frac{n-1}{n+1} - B . \frac{\delta'}{2} . U . w . \frac{n-1}{n+1} = 0$$

ohneweiters ersichtlich ist. An eine Parallelschaltung der mittleren Spulen mit den äußeren ist also nicht zu denken.

(Schluß folgt.)

Digitized by Google

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Hydroelektrische Anlage an den Gatunschleusen des Panamakanals*). Jackson, Eden und Berne. Das Kraftwerk an den Gatunschleusen nutzt ein Gefälle von 23 m aus und ist vorläufig für eine Leistung von 6000 *kW* (später 12 000 *kW*) ausgebaut. Das Wasser wird dem 2400 m langen Damm des Stausees mittels dreier, durch Schützentore abgesperrter Rohreinläufe entnommen; die Schützenmotoren werden vom Kraftwerk aus elektrisch gesteuert und durch einen, durch die Bewegung des Tores gesteuerten Grenzschalter bezw. Schwimmer automatisch wieder abgeschaltet. Die Rohrleitungen von 3·2 m Durchmesser und 125 m Länge führen über Krümmer, die mit Pitotröhren zur Messung der Wassergeschwindigkeit versehen sind, zu den drei vertikalen Turbineneinheiten; es sind drei Francisturbinen von 3600 *PS* Leistung mit Spiralgehäuse und einfachen Laufrad von 1·25 m Durchmesser bei 250 U. p. M. vorgesehen. Die Lagerung erfolgt durch ein Rollendrucklager mit Öldruckentlastung, die Regulierung durch einen seitlich an das Gehäuse angebauten Peltonöldruckregler. Die Generatoren erzeugen Drehstrom von 2200 *V*, 25 ∼ und sind mit oben angebauten Erregern für 50 *kW*, 125 *V* versehen. Zum Schutze gegen Kurzschlußströme dient eine Reaktanzspule mit 5% Spannungsabfall. Als Erregerreserve sind zwei Motorgeneratoren von 100 *kW* bei 500 U. p. M. mit Induktionsmotorantrieb vorgesehen. Der Strom wird in verschiedenen Transformatorstationen auf 44 000 *V* transformiert und weitergeleitet. Er dient zur Beleuchtung der Kanalanlage, zum Betrieb der Schleusentore und der Treidellokomotiven zum Durchziehen der Schiffe durch die Schleusen, außerdem zum Betrieb mehrerer Werkstätten, Pumpwerke und Dockanlagen. (Gen. El. Review, Juli 1914.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Die Abdampfanlage Oskar-Schacht der Witkowitzer Steinkohlengruben. Ing. Hillefeld, Dortmund. Um diesen Schacht in seinem Strombezug unabhängig zu machen, wurde im Jahre 1911 eine Abdampfanlage errichtet, für die das Betriebsmittel von einer älteren Fördermaschine von zirka 500 *PS*, zwei Luftkompressoren von je zirka 200 *PS* und einem Dampfventilator von gleicher Leistung geliefert werden; von diesen Maschinen standen 4200 kg Abdampf dauernd und 4250 kg intermittierend pro Stunde zur Verfügung, welche Dampfmengen zufolge den Entropiediagrammen die gleiche Leistung ergeben können, wie die verwendete Frischdampfmenge. Da wegen der mit Unterbrechungen vor sich gehenden Arbeitsweise der Fördermaschine auch ein Frischdampfteil vorgesehen werden mußte, ferner eine vollkommene Tourenregelung notwendig war und die Ausnutzung eines hohen Vakuums möglichst weitgehend geboten schien, so entschloß man sich zu einer Frischdampf-Abdampfturbine, die mit einem Drehstromgenerator direkt gekuppelt wurde.

Zur Überführung des absatzweise auftretenden Abdampfes in einen gleichmäßigen Dampfstrom dient an Stelle des früher verwendeten Rateauschen Dampfspeichers ein Speicher System Harlé-Balcke**), bei dem der Abdampf in einem gasometerartigen Behälter aufgespeichert wird, und zwar mit einem praktisch konstanten Druck von 1·03 bis 1·05 Atm. abs. Die Umsteuerung der Turbine auf Frischdampf, die bei der Rateau-Konstruktion von den beträchtlich größeren Druckschwankungen abgeleitet wird, erfolgt hier von der Stellung der Glocke unter Verwendung von Öldruck als Übertragungsmittel. Sicherheitseinrichtungen an der Gasometerglocke treten in Funktion, wenn die Umsteuervorrichtung versagt. Der Wärmeverlust erwies sich als gering, indem sich bloß 1¼% der durchgehenden Dampfmenge kondensierte.

Die Zweidruckturbine besitzt einen mit Frischdampf beaufschlagten Hoch- und einen mit Abdampf sowie teilweise entspannten Frischdampf beaufschlagten Niederdruckteil. Beide Teile haben getrennte, von der Tourenzahl bezw. Belastung getrennte Regelungsorgane. Die Turbine soll entweder 8450 kg/Std. Abdampf ohne Frischdampfzusatz oder ebensoviel Frischdampf ohne Abdampfzusatz oder bei gemischtem Betrieb in beiden Teilen dieselbe Menge verarbeiten. Hiefür garantierten die mit der Lieferung der Anlage betrauten Maffei-Schwartzkopff-Werke in Berlin bei 92% Vakuum 480 *kW* an den Generatorklemmen bei reinem Betrieb mit Abdampf von 1 Atm. abs. und 920 *kW* bei reinem Betrieb mit Frischdampf von 9 Atm. abs. Der für letztere Leistung bemessene Generator von 1150 *kVA* ist somit bei reinem Abdampfbetrieb nur halb belastet. Die Leistung von 480 *kW* entspricht einer Turbinenleistung von zirka 750 *PS*$_e$, das heißt der Dampfverbrauch beträgt bei reinem Abdampfbetrieb (leerlaufendem Frischdampfteil) nur 11·3 kg pro *PS*$_e$/Std. Der Rotor der Turbine besteht aus einer Doppeltrommel mit zwei parallel geschalteten Hälften mit Reaktionsschaufelung für den Abdampf, zwischen denen das Hochdruckrad mit Aktionsschaufelung sitzt. Es werden ferner die Steuerung, das Turbinenhaus und die Kondensationsanlage (Oberflächenkondensator mit elektrisch betriebenen Rotationspumpen) näher beschrieben und als Mittelpreis der *kW*/Std. 1·68 h berechnet. Bei einer reinen Frischdampfturbinenanlage hätte dieser Preis mindestens 2·67 h betragen, was bei 11 000 *kW*/Std. im Tag eine Ersparnis von K 32 600 im Jahr bedeutet. Der Verfasser kommt zu dem Schluß, daß die wirtschaftlichen Vorteile der Abdampfverwertung den Dampfbetrieb — auch bei Vorhandensein einer Kondensationsanlage — für manche Zwecke besonders günstig gestalten. (Montan. Rundschau, 16. 6. 1914.)

*) Vergl. E. u. M. 1914, Seite 171.

**) Siehe E. u. M. 1913, Seite 1109.

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Hochfrequenzgeneratoren. L. Bouthillon gibt die Grundlagen für die Konstruktion von Hochfrequenzgeneratoren wie folgt an. In einem Leiter mögen sich v wechselnde EMKe von der Frequenz f überlagern; sie seien unter sich gleich und untereinander um den Winkel $\frac{2\pi n}{v}$ verschoben (n ist eine ganze Zahl). Die Frequenz der resultierenden EMK ist dann die der einzelnen EMKe multipliziert mit $\frac{v}{d}$, die Amplitude der Grundschwingung derselben ist gleich dem Produkt aus v und aus der Amplitude der Oberschwingung von der Ordnung $\frac{v}{d}$ der in der Fourierschen Reihe entwickelten Einzelnkräfte; d ist der größte gemeinschaftliche Teiler von n und v.

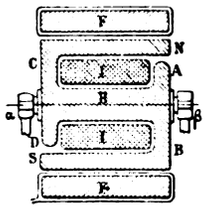


Fig. 1.

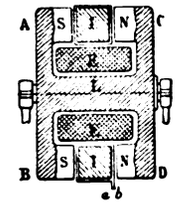


Fig. 2.

Der Verfasser gibt zwei Typen von Hochfrequenzgeneratoren mit Ringwicklung an, die, nach der Type der Induktormaschine ruhende Wicklungen und bewegte Eisenmassen aufweisen. Bei einer Type (Fig. 1) ist der rotierende Eisenkörper $A\,B\,C$ von der Spule I magnetisiert; er trägt abwechselnd in Achsenrichtung vorstehende Polensätze $C\,N$ und $B\,S$ wechselnder Polarität. f ist der feststehende Induktorring mit Ringwicklung. Bei der Anordnung Fig. 2 rotiert der von E erregte Eisenkern L mit den Flanschen $A\,B$ und $C\,D$ und mit den Polansätzen N, S gegenüber dem festen Induktor I mit Ringwicklung, die bei $a\,b$ unterbrochen ist, so daß dort die Hochfrequenzspannung abgenommen werden kann. Ist N die Tourenzahl pro Sekunde, n die Zahl der Fluxschwankungen im Luftraum, v die Zahl der senkrecht zu den Kraftlinien bewegten Leiter und f die Frequenz in einem Leiter ($f = N\,n$) so ist die resultierende Frequenz $F = N\frac{n\,v}{d} = f\lambda$. Ist die Polpaarzahl n und die Leiterzahl v relativ prim, so ist $d = 1$ und F ein Maximum. N wird durch die Bedingung höchstens 200 m pro Sekunde, n durch die bei zu engen Polen zu großen Verluste und nicht ausgesprochenen Fluxschwankungen bedingt, endlich v durch den Raum für die Bewicklung.

In nachstehender Tabelle sind ausführbare Daten solcher Maschinen und die erreichbaren Frequenzen enthalten.

Umfangsgeschwindigkeit des Rotors in m pro Sekunde	294	196	150	196	150
Äußerer Durchmesser der Polansätze in cm	156	156	120	156	120
Tourenzahl pro Sekunde	60	40	40	40	40
Windungszahl der Sekundärwicklung	2 403	2 403	1 251	2401 = 49 × 49	25
Zahl der Polpaare	49	49	25	49	25
Frequenz	7 064 820	4 709 880	1 251 000	96 040	1 000
Entsprechende Wellenlänge in m	42	64	240	3 124	300 000

Um in der EMK das Glied mit λ so groß als möglich zu machen, muß man alle jene konstruktiven Einzelnheiten hervorheben, die das Auftreten von Oberschwingungen begünstigen,

Digitized by Google

also die Polansätze entsprechend formen, die Spulen passend wickeln, den Luftraum entsprechend dimensionieren und endlich durch entsprechende Bemessung von an die Sekundäre angeschlossenen Selbstinduktionen und Kapazitäten die Resonanz mit der Oberschwingung herstellen.

Die Maschinen sind für die Erregung der Antenne in der drahtlosen Telegraphie gut geeignet. Um mit tönenden Wellen zu arbeiten, erregt man die Maschinen mit Wechselstrom.

(Jahrbuch drahtl. Telegr., Bd. 8, Heft 1.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Astasierung für Magnetometer. E. Gumlich. Zur Erhöhung der Empfindlichkeit von Magnetometermessungen muß man das Erdfeld durch permanente Magnete schwächen, wobei die Magnete, wenn große Empfindlichkeit gefordert ist, in solche Nähe zum schwingenden System gebracht werden müssen, daß das Feld ungleichmäßig wird; die Justierung ist unbequem und zudem beeinflußt der Astasierungsmagnet die zu untersuchenden Ellipsoide. Der Verfasser hat deshalb zur Astasierung eine Hohlspule vorgeschlagen, die das Magnetometer umgibt. Sie besteht aus zwei halbkreisförmigen Hohlringen aus Holz, die bewickelt sind. Die beiden Spulenhälften setzt man auf verstellbaren Keilen so auf, daß sie das Gehäuse des Meßapparates umgeben und daß die Ringebene nordsüdlich gerichtet ist. Man verbindet die beiden Wicklungen, stellt die Nadel auf Null und schickt Strom durch die Hilfspule in solcher Richtung, daß das Erdfeld aufgehoben ist. Durch Verstellen der Keile und genaues Richten der Spule kann man dies erreichen. Man braucht dann nur die Beziehung zwischen der Stromstärke der Spule und der erzielten Empfindlichkeit durch Versuche festzustellen. Es ergab sich die

2	5	9	10 fache Empfindlichkeit bei
0·5761	0·1224	0·1360	0·1380 A Strom in der Spule.

Das Magnetometersystem muß natürlich stets in derselben Horizontalebene schwingen. Ein bereits vorhandenes Magnetometer läßt sich leicht dafür adoptieren, wenn man die beiden Spulenhälften nicht ganz zusammenschiebt, sondern nur so weit, daß das Gehäuse des Instrumentes dazwischen Platz findet; an der Oberseite fügt man dann ein gerades Verbindungsstück mit Bewicklung zwischen die Spulenhälften. Diese Astasierung ist für die meisten Zwecke genau genug. (Archiv f. El. Band 2, Heft 11.)

Die Kugelfunkenstrecke zur Messung von hohen Spannungen*). F. W. Peek. Die Nadelfunkenstrecke ist bei hohen Spannungen infolge der Büschelentladungen, Einfluß der Luftfeuchtigkeit, Frequenz, Nadelform usw. unverläßlich. Bei Kugelfunkenstrecken ist die Überschlagspannung lediglich vom Kugeldurchmesser abhängig und fallen die Oberflächenentladungen weg, wenn der Abstand x dem dreifachen Kugelradius r entspricht. Zwischen dem Spannungsgefälle g pro cm an der Oberfläche und der Spannung e in kV beim Abstand x besteht die Beziehung $g = \frac{e}{x} f\left(\frac{x}{R}\right)$, worin f eine Funktion des Verhältnisses $\frac{x}{R}$ ist. Der Zusammenhang zwischen e und x läßt sich durch eine Eichungskurve (bei 25 cm Kugelradius) feststellen (Fig. 3), wobei entweder beide Kugeln isoliert oder eine geerdet ist. Der Maximalwert von g_s bei der Überschlagspannung e_s ergibt sich unter Berücksichtigung der veränderlichen Luftdichte ϑ aus der empirischen Beziehung:

$$g_s = 27{\cdot}2\,\vartheta\left(1 + \frac{0{\cdot}54}{\sqrt{R\vartheta}}\right) \text{ in } kV \text{ pro cm max. Spannung}$$

$$g_s = 19{\cdot}3\,\vartheta\left(1 + \frac{0{\cdot}54}{\sqrt{R\vartheta}}\right) \text{ in } kV \text{ pro cm effekt. Spannung.}$$

Dabei gilt $\vartheta = \frac{3{\cdot}92\,b}{273 + t}$, wenn b der barometrische Druck in cm und t die Temperatur in °C bedeutet. Für beliebige Seehöhen ist ein Korrektionsfaktor erforderlich, mit dessen Wert die Werte der Eichungskurve zu multiplizieren sind. Die berechneten Werte, welche für verschieden bemessene Abstände, Radien, bei geerdeten und ungeerdeten Funkenstrecken in Tabellen zusammengestellt sind, können jedoch nicht als Grundlage betrachtet werden, wenn experimentell ermittelte Eichkurven verfügbar sind. Der Einfluß der Frequenz kann innerhalb der normalen Grenzen vernachlässigt werden. Zur Vermeidung von Hochfrequenzschwingungen ist ein Widerstand von 1 bis 4 Ω der Funkenstrecke vorzuschalten.

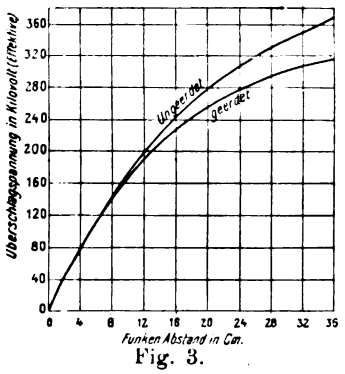


Fig. 3.

(Proc. A. I. E. E., Juni 1914.)

Spannungsmessungen an Kabeln. W. I. Middleton und Ch. L. Dawes. Bei den gebräuchlichen Isolationsmaterialien ist die maximale dielektrische Beanspruchung S pro Einheit der Isolationsdicke (in mils $= {}^1/_{1000}\,\pi$), in V, bei einem Verhältnis $\frac{R}{r}$ vom Isolations- und Leiterhalbmesser, im Abstande x und bei der Prüfspannung V:

$$S = \frac{0{\cdot}434\,V}{X \log \frac{R}{r}}.$$

In der Regel kann für

$$x \log \frac{R}{r} = d \log \frac{D}{d} \quad (d = 2\,r,\ D = 2\,R)$$

gesetzt werden. Die maximale Beanspruchung in V nimmt mit zunehmendem Durchmesser bis zu einem Werte ab, für welchen der Durchmesser $= {}^{10}/_{37}$ der Isolationsdicke (Mantelstärke) ist. Die gegenwärtige Praxis der Kabelprüfung sollte auf Grund dieser Werte normalisiert werden; es ergibt sich die Beziehung:

$$E = K\,d \log \frac{D}{d},$$

wobei alle Drähte, deren Drahtdurchmesser d kleiner als $D/2{\cdot}72$ ist, die gleiche Durchschlagspannung besitzen sollen. Der Koeffizient K schwankt zwischen 100 und 250 für Gummikompoundisolation, 250 für Cambricisolation, bei Papier abhängig von der Dicke, und zwar von 8 mm aufwärts > 250.

Die Überschreitung der zulässigen Prüfspannung hat eine zeitweilige oder dauernde Änderung der Isolierfestigkeit bezw. der elektrostatischen Kapazität und des Isolationswiderstandes zur Folge; die Messung des letzteren ist daher als ein Maß der Überbeanspruchung anzusehen. Ein Sicherheitsfaktor von 2·5 ist nicht immer anwendbar und hängt derselbe stets von den Betriebsbedingungen ab. 1. In zwei Kabelnetzen von gleicher Leistungsfähigkeit soll dasjenige mit der niedrigeren Spannung die größere Sicherheit gewähren (wegen der Möglichkeit der höheren Überspannungen durch Resonanz). 2. Bei gleichen Spannungen soll das Netz mit höherer Leistung den höheren Sicherheitsgrad zeigen.

Die Prüfung kann erfolgen: 1. Unter Wasser. 2. Zwischen Leiter und Mantel. 3. Leiter gegen Leiter. Die Prüfung unter Wasser stellt die höchste Beanspruchung des Kabels dar. Die Prüfspannung soll sinusförmig verlaufen, möglichst bei 25 ∼; die Einschaltung von Drosselspulen zur Kompensation der kapazitiven Komponente der Ladeströme und der Amperebelastung des Generators ist nicht immer als wirksame Maßnahme zur Verbesserung der Wellenform anzusehen. Versuche haben gezeigt, daß zur Erzielung der besten Wellenform nicht die geringste Stromstärke, sondern ein niedriger cos φ (nacheilend) erforderlich ist. Zur Messung der Maximalwerte der Spannungskurve bei irgendeiner Wellenform haben die Verfasser mit Erfolg eine Modifikation des Oszillographen verwendet, dessen Lichtkurve durch einen Schirm und Skala festgehalten wird.

(Proc. A. I. E. E., Juni 1914.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Anordnung der Gleichstrommotoren für Kohlen- und Erzverladebrücken. R. H. Mc Lain. Die mechanische Einrichtung solcher Brücken besteht im wesentlichen aus einem Trolleywagen an einer Elektrohängebahn, einem Selbstgreifer für die Kohle nebst maschinellen Einrichtung für das Heben, Senken und Öffnen des letzteren. Zum Antrieb des Trolleywagens werden ein oder zwei Serienmotoren verwendet, während der Selbstgreifer mit zwei Seilantrieben, zum Schließen bezw. Öffnen versehen ist, deren Bewegung in der Regel von einem Motor zwangläufig erfolgt.

Für Wagengeschwindigkeiten bis zu 450 m pro Min. werden Serienmotoren mit hohem Anzugsmoment bevorzugt, während für höhere Geschwindigkeiten Nebenschlußmotoren vorteilhaft sind. An Hand der Charakteristiken solcher Motoren werden die Wegzeitkurven für verschiedene Laufgeschwindigkeiten entwickelt.

Für den Aufzugsmotor kommen Serien-, Kompound- und Nebenschlußmotoren in Betracht. Serienmotoren sollen für Geschwindigkeiten bis zu 110 m pro Min. und längere Distanzen gewählt werden, für höhere der Kompoundmotor und für solche mit mehr als 220 m pro Min. der Nebenschlußmotor. Automatische Stromrelais in Verbindung mit Schützensteuerungen werden bevorzugt. Die Vorteile des Nebenschlußmotors bei höheren Geschwindigkeiten und Weglängen sind Einfachheit und Zeitersparnis, namentlich

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 346.

Digitized by Google

beim Anlassen und dynamischen Bremsen. Beim Serienmotor kann das Senken bei leerem Eimer durch Bremsen (mit Rheostat) erfolgen. (Proc. A. I. E. E., Juni 1914.)

Telegraphie und Telephonie.

Ausbreitung des Telephons in London. C. W. Muirhead. Vom 31. März 1913 bis zum 31. März 1914 hat das Londoner Telephonnetz einen Zuwachs von rund 15 000 Telephonstationen zu verzeichnen. Es verfügte zu dem zuletzt angegebenen Zeitpunkte über 240 870 Stationen mit 146 175 Teilnehmerleitungen, die sich auf 80 Telephonzentralen verteilten. In der größten Telephonzentrale, dem Amte „Central" standen 10 363 Teilnehmerleitungen im Betriebe. Nach sorgfältigen Untersuchungen der Art und Weise des Anwachsens des Londoner Telephonwesens kann vorher gesagt werden, daß London im Jahre 1922 über 500 000 Telephonstationen verfügen, die Anzahl der Telephonstationen sich also in acht Jahren verdoppeln dürfte. Neue Telephonzentralen sind in letzter Zeit nicht eröffnet worden, doch wurde die „Victoria Exchange" erneuert und ihre Kapazität von 5650 auf 9540 Teilnehmerleitungen erhöht. Außerdem wurde die Erweiterung bezw. Erneuerung der Telephonzentralen „Harrow", „Purley", „Romford", „Bloomsburg" und „Greenwich" vorbereitet. Aufgegeben wurden im letzten Jahre 16 618 Stationen, erneuert 17 989. Bemerkenswert ist der Umschwung in der Beurteilung des Telephonbetriebes, der im Laufe des Jahres eingetreten ist. Zu Beginn des Jahres war das Publikum überzeugt, daß der Telephonbetrieb schlecht sei, und zwar schlecht, weil der Betrieb vom staatlichen „Post Office" übernommen worden ist. Diese Klagen sind nunmehr soviel wie verstummt. Die Statistik zeigt, daß der Telephonbetrieb in London nicht nur ebenso gut ist, wie in anderen Großstädten, sondern besser wie in früheren Jahren. (The Post Office Electrical Engineers Journal, Juli 1914.)

Wirtschaftliches.

Wie können die Gegensätze zwischen Elektrizität und Gas gemildert werden? E. Wikander schlägt vor: 1. Beide Energiearten paritätisch zu behandeln, so daß die Einführung einer Energieart nicht auf Kosten der anderen geschieht. 2. Alle Wohnungen mit Elektrizität für Beleuchtung und Gas für Kochen und Heizen zu versehen, so daß die Summe der Einnahmen (Überschüsse) ein Maximum erreicht. 3. Schrittweise Änderung der Anschlußbedingungen, damit das Gaswerk keine Einbuße der Rentabilität erleidet.

Die Hauptursache der größeren Konsumentenzahl der Gaswerke bildet nach Ansicht des Verfassers die kostenlose Installation mit Gas. Für die kostenlose elektrische Installation werden folgende Systeme angeführt:

1. Das Straßburger System*), bei welchem das Werk die Installationskosten der ersten Lampe zahlt, gegen eine Einnahmegarantie von Mk. 18 jährlich, durch sechs Jahre. Weitere Lampen zahlen im Pauschale von 25 Pfg. pro Monat, bei gleicher Zählermiete.

2. System von Genua. Bei Installation von sechs Lampen in verschiedenen Räumen zahlt das Werk einen Installationsbeitrag von 60 Lire.

3. Gothenburger System**). Gratisstrom während des ersten Jahres, gegen Garantie der gleichen Stromentnahme in den folgenden Jahren.

In Wohnungen, die auf Kosten des Gaswerkes mit Gasbeleuchtung versehen sind, hat der Mieter bei Einführung des elektrischen Lichtes eine entsprechend größere Jahreseinnahme für Gas und Elektrizität zu garantieren.

Der Mehraufwand für die elektrische Beleuchtung beträgt etwa Mk. 15 pro Wohnung (Gesamtkosten Mk. 35), wogegen die Gasinstallation samt Kochapparaten bei Automaten etwa Mk. 100 kostet. Der Entgang könnte durch Einführung der Zentralheizung und Warmwasserversorgung mit Gas gedeckt werden.

Durch gemeinsame Verrechnung der Gas- und Elektrizitätswerke und geeignete Maßnahmen in der Verwaltung könnten weitere Ersparnisse erzielt werden. (E. T. Z., Heft 26, 1914.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Schleudergebläse.

Die Erfindung von Samuel Cleland Davidson in Belfast betrifft Kreiselgebläse, bei denen ein mit axialem Einlaß ausgestattetes Gebläserad zu dem Gehäuse oder sonstigen Raum, in dem es sich dreht, so angeordnet ist, daß die Einlaß- oder negativen Teile oder Enden der Schaufeln in den Raum, aus dem die Luft in das Gebläse eingesaugt wird, hineinragen und diesem Raum derart dargeboten werden, daß die Luft von dort in das Gebläserad sowohl radial nach innen als auch axial eintritt, während die positiven Teile oder Enden der Schaufeln dem Raum dargeboten werden, in dem die Luft am Umfang abgegeben wird, wobei in dem das Gebläserad umgebenden Raum eine Vorrichtung in Gestalt einer Scheidewand so angeordnet ist, daß diese den Raum außerhalb des Radumfanges derart teilt, daß die ausgetriebene Luft daran gehindert wird, in den Raum zurückzukehren, aus dem sie abgesaugt worden ist. Nach der Erfindung ist eine Scheidewand an den Gebläserädern selbst angebracht oder sie bildet einen Teil dieser Räder. Die Scheidewand reicht nach innen zu entweder bis an die Innenränder der Schaufeln, falls es sich um ein vielschaufliges, trommelartiges Rad handelt, oder über diese Innenränder bis in die Eintrittskammer des Rades hinein. Weiters kann eine zweite, feste Scheidewand um das Rad herum angeordnet sein, die mit der sich mit dem Rade drehenden Scheidewand zusammenarbeitet. (D. R. P. Nr. 269 946.)

Für dieselbe Gruppe von Fliehkraftkompressoren gehört das gleichfalls von Samuel Cleland Davidson in Belfast erfundene Gehäuse für Kreiselgebläse, dessen Querschnitt die Schaufeln des Rades derart in einem Abstande umgibt, daß die durch die Eintrittskammer angesaugte Frischluft nur zu den vom Eintritt abgewandten Teilen der Schaufeln freien Zutritt hat, so daß die von neuem umströmende Luft, die über die dem Eintritt zugewandten Enden der Schaufeln nach einwärts um diese herumgeführt worden ist, gegen die inneren Kanten der dem Eintritt zugewandten Teile der Schaufeln geleitet wird und von der durch die Eintrittsöffnung einströmenden frischen Luft wirksam getrennt ist. (D. R. P. Nr. 274 131.)

Der Flügelradluftabsauger nach Leopold Kreidl in Wien ist derart eingerichtet, daß mehrere, hinsichtlich der Flügelradachse versetzt angeordnete Saughälse vorgesehen sind, deren jeder mit einer der vom Absauger verschieden weit entfernten Absaugestellen in unmittelbarer Verbindung steht. Die Saughälse sind in verschiedenen Abständen von der Achse an das Gehäuse angeschlossen, damit mit einer Absaugevorrichtung verschieden starke Saugwirkungen erzielt werden können. (Ö. P. Nr. 63 952.)

Eine Gruppe neuer Erfindungen bezieht sich auf mehrstufige Schleuderverdichter.

Bei dem von der Ingersoll-Rand Company in New York gebauten Schleuderverdichter ist der Austrittswinkel der Schaufeln in einem oder mehreren der Schaufelräder größer als in einem vorhergehenden Schaufelrad. Weiters wird das Verhältnis der radialen Entfernung der inneren Enden der Schaufeln von der Wellenmitte zum Halbmesser des Schaufelrades in einem oder in mehreren Schaufelrädern geringer als das entsprechende Verhältnis in einem vorhergehenden Schaufelrad gemacht. Die Vergrößerung in dem Austrittswinkel der Schaufeln verringert die Austrittsgeschwindigkeit der Luft aus dem Schaufelrad und ermöglicht es somit, das Schaufelrad mit größerem Umfange auszuführen. (Ö. P. Nr. 63 176.)

Das Wesen der von der Aktiengesellschaft der Maschinenfabriken Escher, Wyss & Cie. in Zürich unter Patentschutz gestellten Austrittsleitung für mehrstufige Kreiselverdichter liegt darin, daß nur ein Teil der Austrittsleitringe mit Schaufeln versehen ist. Ein solcher Kreiselverdichter bildet hinsichtlich der Wirkungsweise ein Mittelding zwischen einem Verdichter mit durchgehends beschaufelter und einem Verdichter mit ungeschaufelter Austrittsleitvorrichtung. Dadurch können durch geeignete Bemessung der Elemente in einem solchen Verdichter die Vorteile dieser beiden Verdichtungsarten vereinigt werden, ohne daß deren Nachteile allzusehr zur Geltung kommen. (Schw. P. Nr. 64 549.)

Der von Montague Herbert Churchill-Shannin London gebaute Turbokompressor setzt sich dem Wesen nach zusammen aus kreisenden Düsen, deren Hochdrucköffnungen in radialer und deren Niederdrucköffnungen in axialer Richtung ausmünden, und aus einem oder mehreren Paaren fester und kreisender Schaufelräder, wobei die Entfernung zwischen je zwei Paaren gegen die Hochdruckseite zu wächst. Der mittlere Halbmesser an der Hochdruckseite der beweglichen Schaufelräder ist größer als jener an der Niederdruckseite und der mittlere Halbmesser an der Niederdruckseite der festen Schaufelräder ist größer als jener an der Hochdruckseite. (Br. P. Nr. 6692 v. J. 1913.)

Karl Ahlquist in Rugby (England) hat eine Kühlvorrichtung für mehrstufige Kreiselverdichter ersonnen, die aus einer Anzahl von Rippen besteht, die von der Gehäusewand radial nach innen, gegen die Leitschaufeln des Kompressors ragen. Diese Rippen sind schraubenförmig angeordnet, so daß das aus den Leitschaufeln mit beträchtlicher tangentialer Geschwindigkeit austretende Mittel in axialer Richtung schraubenförmig weiterbewegt wird, bis es zu der zur nächsten Verdichtungsstufe führenden Luftleitung gelangt. Die Rippen sind außen an dem Innenmantel des als Wasserkammer ausgebildeten Gehäuses angeordnet. (U. S. P. Nr. 1 080 743.)

Besondere Ausführungsformen von Flügelrädern für Kreiselgebläse beschäftigten die nachstehend besprochenen Patente:

Von der Erwägung ausgehend, daß sich die Schaufeln breiter Kreiselräder für hohe Umfangsgeschwindigkeit in der Mitte häufig durchbiegen, werden nach der Erfindung der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) die Schaufeln nach dem äußeren Umfang in an sich bekannter Weise gegen die radiale Richtung hingebogen, erhalten aber außerdem auf dem Teil zum Eintrittsende hin, also dort, wo sie stoßfreien Eintritt haben müssen, zur Vergrößerung des Widerstandes gegen Durchbiegen halbrunden bezw. gewölbten Querschnitt, während dieser zum Umfange hin flach ist, um ein Auseinandertreiben der Seitenscheiben zu verhindern. (Schw. P. Nr. 62 930.)

Die Firma Alldays & Onions Pneumatic Engineering Company Limited und George F. Jenks, beide in Birmingham, setzen die Flügel der Schleudergebläse in axialer Richtung stufenförmig ab und bringen in den Stufen rippen-

*) E. u. M. 1911, Seite 943.

**) E. u. M. 1912, Seite 101 und 1913, Seite 815.

Digitized by Google

förmige Ausbuchtungen an, um die Festigkeit der Flügelräder zu erhöhen. (Br. P. Nr. 14 103 v. J. 1913.)

Ralph Hancock in London schließlich bringt eine Flügelform für Schleudergebläse mit axialem Eintritt und radialem Austritt der Luft in Vorschlag, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die äußeren Kanten einspringende Winkel bilden und die inneren Flügelenden auf einem Kreise von größerem, die äußeren zentralen Flügelenden hingegen auf einem Kreise von kleinerem Durchmesser, als er der Einlaßöffnung entspricht, liegen. Die Flügelkanten nähern sich in der Mitte am meisten und laufen gegen die Enden auseinander, zeigen also V-Form. (Br. P. Nr. 7492 v. J. 1913.)

Von Patenten über Schraubengebläse kommen die nachstehenden zwei in Betracht:

Das von der Firma Wanner & Cie. A.-G. in Horgen (Schweiz) erworbene Patent bezieht sich auf ein Schraubengebläse, das dadurch gekennzeichnet erscheint, daß dessen Nabe als Schleudergebläse ausgebildet ist. Der äußere Durchmesser der radialen Schaufelung dieses Schleudergebläses ist so groß gewählt, daß ein Zurückströmen von Luft auf die Saugseite verhindert wird. Die Begrenzungsflächen, die die Schaufeln zwischen sich aufnehmen, sind auf der Druckseite axial gerichtet. (Schw. P. Nr. 63 202.)

Das Patent der Firma Siemens-Schuckert Werke G. m. b. H. in Berlin betrifft eine verstellbare Flügelbefestigung für Schraubengebläse. Der Flügelschaft hat an der Befestigungsstelle mit der Nabe einen bogenförmigen Querschnitt und ist in einer bogenförmigen Aussparung der Nabe um seine Längsachse drehbar befestigt. Durch diese Anordnung ist der Flügel in bestimmten Grenzen verstellbar, ohne daß zur Befestigung des Flügelschaftes ein Gewinde erforderlich wäre. (D. R. P. Nr. 271 655.)

Von Antriebsvorrichtungen sei die Einrichtung zum Antrieb eines Schleudergebläses mittels eines Elektromotors oder von Hand aus nach Emanuel F. M. Farcot in Frankreich besprochen. Sie besteht dem Wesen nach in folgendem: Die Flügelradwelle ist mit dem Elektromotor verbunden. Wenn jedoch der Ausschalthebel derart eingestellt wird, daß der Stromschluß unterbrochen wird, so erfolgt gleichzeitig die Einschaltung der für den Handbetrieb vorgesehenen Teile. Diese setzen sich zusammen aus einer Handkurbelwelle, von der die Bewegungsübertragung auf die Flügelradwelle durch eine Kettenradübersetzung erfolgt. Das auf der Hauptwelle lose sitzende Kettenrad ist mit einem Kupplungsteil versehen. Der zweite Kupplungsteil ist auf der Schleuderradwelle längsverschiebbar und als Scheibe mit einer ringförmigen Nut ausgebildet. In diese Nut greift ein Zapfen ein, der an dem einen Ende eines doppelarmigen Hebels sitzt, während dessen anderes Ende an eine Stange angelenkt ist, die andererseits um einen Zapfen des Ausschalthebels des Elektromotors drehbar ist. Bei Ausschaltung des Elektromotors wird das Zwischengestänge derart verstellt, daß die beiden Kupplungsteile in Eingriff kommen, so daß das Flügelrad durch die Handkurbel angetrieben werden kann. (F. P. Nr. 455 766.)

Von neuen Patenten über Regelungsvorrichtungen für Schleudergebläse kommen folgende in Betracht:

Ein Patent von Thomas H. C. Homersham in Bradford betrifft ein Schleudergebläse mit selbsttätig verstellbaren Leitschaufeln. Wie die Fig. 1 zeigt, sind die Zapfen 3 der Leitschaufeln 2 in einem Ring 4 angeordnet, der im Gehäuseteil 5 untergebracht ist. Um diesen Ring legt sich in diesem Gehäuseteil ein freischwebender Ring 6, der unter Vermittlung von Rollen 7 an der Gehäusewand gleitet und kleine Stifte 8 trägt, deren Köpfe mit seichten Einschnitten versehen sind, in die die Kanten der Leitschaufeln eingreifen. Wenn die Leistung des Gebläses eine Änderung erfährt, haben die Leitschaufeln selbst das Bestreben, sich in die richtige Lage einzustellen. Sie drehen dabei die Zapfen 3 und verstellen den Ring 6, so daß sämtliche Leitschaufeln in der entsprechenden Lage gehalten werden. In eine Ausnehmung 9 des Ringes 6 greift ein kleiner Kurbelarm 10 ein, dessen Achse 11 mit einem Handgriff 12 versehen ist, so daß auch eine Verstellung des Ringes 6 und der Leitschaufeln von Hand aus möglich ist. (Br. P. Nr. 24 233 v. J. 1913.)

Die von Richard Träger in Charlottenburg ersonnene Regelungsvorrichtung für Schleudergebläse zeigt die in Fig. 2 dargestellte Einrichtung. Im Druckrohr 3 des Kompressors 1 ist ein Abblaseventil 4 angeordnet, das durch eine zweiteilige Stange 5 betätigt wird, deren oberer Teil mit dem Ventil fest verbunden ist, während der untere Teil an einem Arm des Schneckenbogens 6 angelenkt ist. In die Stromleitung 8, 9 des Motors 7 ist der Widerstand 11 eingeschaltet, über dessen Kontakte der Arm 12 gleitet, an dem der Schneckenbogen 13 angebracht ist. Mit den beiden Schneckenbogen steht im Eingriff die Schnecke 14, die durch das Handrad in der einen oder anderen Richtung verdreht werden kann. Wenn die Leistung des Gebläses wächst, wird ein solcher Widerstand eingeschaltet, daß auch die Geschwindigkeit des Motors zunimmt, und umgekehrt. Das Ventil 4 sitzt unter gewöhnlichen Verhältnissen auf seinem Sitze. Wird der Bogen 6 nach rechts verdreht, kommen die beiden Teile der Stange 5 zuerst miteinander in Berührung und dann wird das Ventil 4 geöffnet und läßt Druckluft aus dem Auslaßrohr entweichen. Das Öffnen des Ventiles findet nur dann statt, wenn der Motor nahezu mit seiner niedrigsten Geschwindigkeit läuft. Bei hoher Geschwindigkeit wird der untere Teil der Stange 5 nach abwärts bewegt und der Druck im Rohre hält das Ventil 4 geschlossen. Die Einrichtung kann auch so getroffen sein, daß das Ventil 4 durch ein Hebelgestänge mit einem Drosselventil im Saugrohr in Verbindung steht, so daß, wenn das Drosselventil in die Schlußlage kommt, das Abblaseventil geöffnet wird und umgekehrt. (U. S. P. Nr. 1 076 332.)

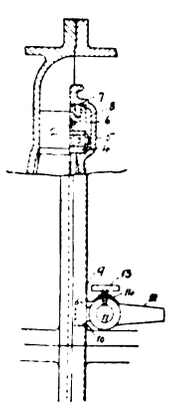


Fig. 1.

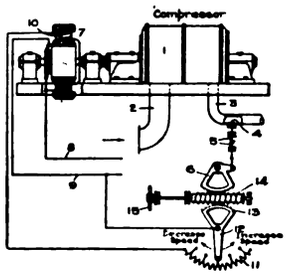


Fig. 2.

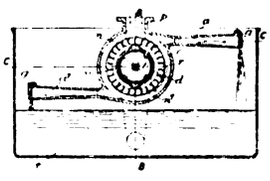
Die Vorrichtung zur Erhöhung des Druckes von doppelseitigen Kreiselgebläsen oder -pumpen, die den Gegenstand eines Patentes der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) bildet, hat den Zweck, zeitweise die Erreichung eines höheren Druckes zu gestatten, ohne die Leistung erhöhen bezw. ohne die Antriebsmaschine unnötig groß machen zu müssen. Zu diesem Behufe wird eine Absperrvorrichtung angeordnet, durch die eine Seite des Gebläses ganz oder teilweise abgeschlossen wird und infolgedessen nicht fördert. Es arbeitet dann nur noch die andere Seite. Die Förderleistung geht auf die Hälfte oder noch weniger zurück. Dazu ist nur noch die Leerlaufarbeit der abgeschlossenen Gebläseseite zu leisten. Zum Zwecke der Wärmeabfuhr aus diesem Gehäuseteil ist eine ins Freie führende Zweigleitung angeordnet. (D. R. P. Nr. 270 403.)

Auch auf dem Gebiete der Kreiselgebläse mit Hilfsflüssigkeit sind mehrere besprechenswerte Erfindungen zu verzeichnen.

Dr. Emil Podszus in Berlin-Treptow hat ein Kreiselgebläse ersonnen, bei dem die Luft zwischen zwei Quecksilberkolben verdichtet wird. In einem feststehenden Gefäße kreist ein zylindrisches Gefäß. Dieses trägt eine Rohrschlange, die mit ihrem inneren Ende in der Nähe des Bodens des Zylinders mündet und sich nach außen schraubenförmig erstreckt. Am Boden des Zylinders befinden sich Löcher, die mit dem im unteren Teil mit Quecksilber gefüllten feststehenden Gefäße in Verbindung sind. Wird der Zylinder in kreisende Bewegung versetzt, so steigt ein Teil des in ihm vorhandenen Quecksilbers infolge der Fliehkraft in der Rohrschlange nach aufwärts, während durch die Löcher Quecksilber in den Zylinder nachströmt. Ist in diesem kein Quecksilber mehr, so tritt in die Rohrschlange unter dem Einfluß der sich vorwärts bewegenden Rohrschlange Luft ein. Inzwischen hat die Quecksilbersäule das äußere Ende der Rohrschlange erreicht und stürzt nun in das feststehende Gefäß zurück. Von hier tritt es wieder in den Zylinder und in die Rohrschlange und folgt der in dieser eingeschlossenen Luft, die auf diese Weise verdichtet wird. (D. R. P. Nr. 274 014.)

Die Firma G. & J. Weir, Limited und Joseph Petermöller, beide in Cathcart (Schottland), bilden die Vorrichtung zum Ansaugen oder Verdichten von Luft oder Gasen mittels einer Hilfsflüssigkeit, wobei diese durch ein schnell kreisendes Turbinenrad in eine oder mehrere Austrittsdüsen gedrückt wird und durch ihre Stoß- und Saugwirkung Luft in und durch diese Düsen drückt, derart aus, daß sie nach der innerhalb einer bestimmten Zeit verlangten Menge der Luft einstellbar ist, so daß die zum Antrieb der Vorrichtung dienende Kraft und auch die benutzte Wassermenge nicht gleich bleiben müssen, sondern entsprechend der Verringerung der gelieferten Luftmenge verringert werden können. Die

Fig. 3.



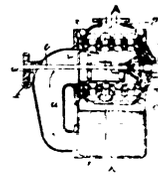


Fig. 4.

Vorrichtung ist in den Fig. 3 und 4 veranschaulicht. Innerhalb des auf der Antriebswelle *s* sitzenden Turbinenrades *r* ist eine Trommel *d* angeordnet, die durch den Rohrkrümmer *u* Wasser zugeführt erhält und mit Düsen *n*, n^1 ausgerüstet ist, die das Wasser in das Turbinenrad leiten. Die Luft tritt durch den Stutzen *p* in die Kammer *c*, in der das Turbinenrad kreist. Dieses schleudert das Wasser in die Düsen *a*, a^1, die mit Klappenventilen *g* versehen sind, um das Eindringen von Luft oder Wasser durch diese Düsen zu verhindern, wenn die entsprechenden Wasseraustrittsdüsen *n*, n^1 außer Wirkung sind. Das Ventil v regelt den Wasserzufluß derart, daß eine Düse *n*, n^1 jeder Reihe stets offen ist, während die anderen je nach der Winkelstellung des Ventiles offen oder geschlossen sind. Die Einstellung des auf der Welle *b* sitzenden Ventiles erfolgt durch das Schneckenrad *w* und die Schnecke *x*. Das Ventil kann jede beliebige Zahl der Düsen von 1 bis 4 in jeder Reihe gleichzeitig offen halten. (Ö. P. Nr. 63 190.)

Die Erfindung von Gustav Pagel in Charlottenburg bezieht sich auf eine Regelungsvorrichtung für solche Schleudergebläse mit Hilfsflüssigkeit, bei denen ein wagerecht kreisendes Schaufelrad Flüssigkeitskolben in ein Leitrad schleudert, zwischen denen das angesaugte Gas verdichtet wird. Die Menge des Wassers wird für eine bestimmte Umlaufzahl des Schaufelrades durch ein Ventil geregelt, das die Radwelle umgibt und längsverschiebbar ist, zum Beispiel mit Hilfe eines durch ein Handrad betätigten Hebels. Das Ventil wird unmittelbar vor den Einlaßöffnungen des Schleuderrades und parallel zu den Flächen, die die Stirnseiten des Einlasses bilden, bewegt. Bei der Regelung tritt keine Drosselung auf, sondern bloß eine Verringerung der dem Schaufelrade zugeführten Wassermenge, so daß der höchste Pressungsunterschied zwischen den Ein- und Austrittsöffnungen des Schaufelrades stets ausgenutzt werden kann. (U. S. P. Nr. 1 089 665.)

Schluß der Redaktion am 25. August 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechszehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Entstehung und Verlauf elektrischer Sprungwellen. Von Reinhold Rüdenberg, Berlin-Westend 729
Streuungserscheinungen bei Transformatoren. Von Dr. techn. M. Vidmar (Schluß) 733
Rundschau:
- Dynamomaschinen, Transformatoren 738
- Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 738
- Leitungen 739
- Elektrische Beleuchtung 739
- Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 739

Literatur-Bericht 740
Briefe an die Redaktion 740
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *453—456*

Entstehung und Verlauf elektrischer Sprungwellen*).

Von **Reinhold Rüdenberg**, Berlin-Westend.

Man führt seit etlichen Jahren die Zerstörungen, die vor allem die Eingangsspulen von Hochspannungstransformatoren und -Maschinen häufig erleiden, auf elektrische Wanderwellen zurück, die durch willkürliche Schaltvorgänge oder unwillkürliche Kurz- und Erdschlüsse in der Leitung entstehen und die mit Lichtgeschwindigkeit weiter wandern und sich bis in die Stationen hinein fortpflanzen. Thomas**) hat zuerst auf die technische Gefährlichkeit derartiger Spannungswellen hingewiesen, die er sich von einer Form etwa wie nach Fig. 1 vorstellte. Eine mehr idealisierte Form, mit der wir uns im folgenden näher beschäftigen

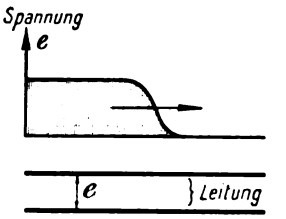


Fig. 1.

Fig. 2.

wollen, stellt Fig. 2 dar, bei der die Spannung am Wellenkopf sprunghaft ansteigt. Dringt solch eine Sprungwelle in irgendeine Bewicklung ein, so erzeugt sie beim Durcheilen der Windungen den vollen Spannungsunterschied des Sprunges zwischen den benachbarten, oft nur schwach isolierten Drähten, so daß leicht ein Überschlag und damit eine Kurzschlußwindung entstehen kann, was zum Ausbrennen der ganzen Spule führt.

Die genaueren Gesetze, nach denen die Fortpflanzung, Dämpfung, Brechung und Reflexion, insgemein also der Verlauf oder die Ausbreitung solcher Wellen erfolgt, sind vor allem durch Wagner***) und später durch Petersen†) sehr eingehend untersucht worden, wodurch dies früher rätselhafte Gebiet eine bemerkenswerte Aufhellung erfuhr. In einer genaueren Untersuchung über den Einschaltvorgang bei elektrischen Leitungen††) behandelte ich die besondere Art der Entstehung elektrischer Schaltwellen, die nach dem Einlegen eines Schaltmessers als sprunghafte Lade- und Entladewellen von der Form der Fig. 2, von der Schaltstelle aus nach vorwärts und rückwärts laufen. Die gleichen Wellenformen treten auch auf, wenn das Schalten nicht willkürlich von Hand, sondern durch störende Kurz- oder Erdschlüsse geschieht, so daß sich auch die Wirkungen dieser Erscheinungen stets durch einfache Wellenbilder verfolgen lassen.

Es ist unzweifelhaft, daß die ausgesprochene Wellenform der Sprungwelle der Fig. 2 sowohl für die anschauliche als für die rechnerische Verfolgung von Wanderwellen-Erscheinungen außerordentliche Vorzüge besitzt. Man kann nicht nur ihren Verlauf und ihre Deformationen durch Gesetze von elementarster Form

*) Erweiterte Untersuchung aus einem Vortragszyklus über „Schaltvorgänge und Wanderwellen", gehalten vor dem Berliner Elektrotechn. Verein im Februar und März 1914.

**) P. H. Thomas, Americ. Proc. 1902, Seite 189.

***) K. W. Wagner, Elektromagnet. Ausgleichsvorgänge an Freileitungen und Kabeln, Leipzig 1908.

†) W. Petersen, Hochspannungstechnik, Stuttgart 1911, Seite 107.

††) R. Rüdenberg, E. u. M. 1912, Seite 157.

Digitized by Google

beschreiben*), sondern man kann auch durch passende Übereinanderlagerung zahlreicher solcher Sprünge jede beliebig gestaltete Wellenform zusammensetzen und somit deren Wirkung untersuchen. Außerdem bewirken schroffe Spannungssprünge die schärfste überhaupt mögliche Beanspruchung elektrischer Wicklungen, so daß es berechtigt ist, sie bei der Vorausberechnung aller Schutzanordnungen, die doch den Charakter von Sicherheitsrechnungen tragen müssen, zugrunde zu legen.

Es ist nun von Interesse zu untersuchen, ob derartige schroffe Sprungwellen reine Abstraktionen sind, oder ob sie auf wirklichen elektrischen Leitungen tatsächlich auftreten und sich erhalten können.

Am leichtesten ist die letzte Frage zu behandeln, ob und unter welchen Umständen ein unstetiger Spannungssprung nach Fig. 2, der irgendwie entstanden sein mag, seine Form beim Fortwandern beibehält, oder ob etwa der Sprung allmählich verschleift und verwaschen wird.

Zunächst lehren theoretische Berechnungen auf Grund der Maxwellschen Feldgleichungen**), daß ein räumlich ganz beliebig gestalteter Spannungsverlauf, also auch ein Spannungssprung sich im freien Raume losgelöst von den Leitungen, absolut unverzerrt fortpflanzt. Selbst bei einer Fortpflanzung innerhalb leitender Dielektrika besitzt der Wellenkopf stets eine eindeutige Geschwindigkeit, nämlich die Lichtgeschwindigkeit in dem betreffenden Medium, er nimmt nur infolge der Dämpfung an Größe langsam ab, ohne dabei seinen Sprungcharakter zu ändern. Eine erhebliche Formveränderung erleiden nur die weiter rückwärts liegenden Teile der Spannungswellen, die ein immer stärker werdendes Nachbleiben aufweisen.

Daß im freien Raume regelmäßig verlaufende Spannungsunterschiede auf Wegstrecken möglich sind, die technisch als unendlich klein gelten können, beweisen ja auch direkt die Lichtwellen, die auf einigen zehntausendstel Millimetern Weglänge geordnete Vorzeichenunterschiede aufweisen.

Von der verzerrungsfreien Ausbreitung von Spannungssprüngen im freien Raume darf natürlich nicht ohne weiteres auf ihren Verlauf an metallischen Leitungen geschlossen werden. Die Veränderungen, die dabei der molekulare Aufbau der Leiter bewirken kann, dürfen hier wohl übergangen werden, da sie nur in Abweichungen auf Längen von molekularen Dimensionen beruhen, die für die technische Kenntnis des Spannungsverlaufes ohne Interesse sind.

Daß die Maxwellschen Gleichungen an widerstandsfreien homogenen Leitungen im vollkommenen Dielektrikum verzerrungsfreie Ausbreitung von elektrischen Wellen mit Lichtgeschwindigkeit ergeben, ganz ohne Rücksicht auf die Form der Wellen ist von Abraham***) nachgewiesen worden. Die oft benutzte einfache Wellengleichung ist also für derartige ideale Leitungen streng richtig. Der Verlauf von beliebig geformten Wellen auf homogenen Leitungsschleifen, zum Beispiel in Kabeln oder Luftdoppelleitungen, ist von Wagner eingehend untersucht worden*) unter der Annahme, daß die Leitung sowohl endlichen Isolations-, wie auch Leitungswiderstand besitzt. Als Resultat seiner Berechnungen ergibt sich, daß auch hier sprunghafte Wellenköpfe beim Fortwandern über sehr lange Strecken nicht vollständig verschleift werden, sondern, daß nur ihre Sprunghöhe allmählich durch Dämpfung vermindert wird. Verzerrungen im Sinne des Nachbleibens treten nur in den hinteren Partien auf, die sich schließlich zu einem langen Schwanze auswachsen, der hinter der Welle herwandert, etwa so wie es Fig. 3 für eine Einzelwelle zeigt.

Fig. 3.

Diese Berechnungen beruhen auf der Annahme, daß die Widerstände in der Leitungsschleife wie bei Gleichstrom konstant sind. Während das beim Isolationswiderstand mit völlig ausreichender Genauigkeit zutrifft, darf man sich beim Leitungswiderstande hiebei, streng genommen, nicht beruhigen. Der schnelle sprunghafte Anstieg von Spannung und Strom am Wellenkopfe bewirkt vielmehr eine starke Stromverdrängung, so daß anfangs nur an der äußersten Oberfläche der Drähte Strom vorhanden ist, der dann langsam nach innen vordringt. Eine vollständige Bearbeitung dieses Problems für beliebige Wellenformen liegt noch nicht vor, es gelang jedoch Thomson den Verlauf sinusförmiger Wellen im konzentrischen Kabel**) in aller Strenge zu verfolgen, während Sommerfeld das Verhalten eines langen Einzeldrahtes***) und Mie das von Paralleldrähten†) gegegenüber Sinuswellen klärte. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß die Stromverdrängung und die dadurch bewirkte Widerstandsvermehrung der Drähte zwar die Fortpflanzungsgeschwindigkeit langsam schwingender Wellen vermindern kann, sofern der spezifische Widerstand des Materiales erheblich ist, daß die Geschwindigkeit von schnell schwingenden Wellen sich jedoch der Lichtgeschwindigkeit asymptotisch rasch annähert, so daß alle Sinuswellen hoher Frequenz unter sich die gleiche Wanderungsgeschwindigkeit besitzen. Beispielsweise bleiben Wellen von 1 m Länge auf einem 8 mm starken Einzeldrahte aus Kupfer nur um knapp 2 cm auf jeden Kilometer Lauf zurück, kürzere noch viel weniger.

Man kann sich nun auf Grund des Fourierschen Theorems jeden beliebigen stetigen oder unstetigen Wellenverlauf durch eine unendliche Zahl von Sinuswellen aller Frequenzen aufgebaut denken. Alle Sprünge werden dann durch das Zusammenwirken gerade der hohen Oberwellen aufgebaut, während die niederen sehr langsam schwingenden Wellen

*) Vergl. zum Beispiel K. W. Wagner, Archiv für Elektrotechnik, 1914, Band 2, Seite 299.

**) Riemann-Weber, Partielle Differentialgleichungen, 5. Auflage, Braunschweig 1912, Band II, Seite 297 bis 311.

***) M. Abraham, Theorie der Elektrizität, Leipzig 1904, Band 1, Seite 331.

*) K. W. Wagner, Göttinger Nachrichten, mathem. physik. Klasse, 1910, Seite 425.

**) J. J. Thomson, Recent Researches on Electricity and Magnetism, Oxford 1893, Seite 262.

***) A. Sommerfeld, Annalen d. Physik, 1899, Band 67, Seite 233.

†) G. Mie, Annalen d. Physik 1900, Band 2, Seite 201.

Digitized by Google

kein sprunghaftes Verhalten bewirken können. Da nun aber nach den eben erwähnten Untersuchungen gerade die hochfrequenten Wellen auf wirklichen Drähten merklich die gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit haben, so werden diese ganzen Wellengruppen auf langen Strecken der Leitung zusammenbleiben und ihre Lage zueinander nur sehr wenig ändern. Das heißt aber, daß ein ursprünglich vorhandener scharfer Wellenkopf als solcher nahezu erhalten bleiben und lange Strecken durchwandern kann, ohne gar zu sehr auseinanderzulaufen.

Die räumliche Dämpfung der Wellen ergibt sich nach den obengenannten Untersuchungen für die verschieden hohen Oberschwingungen untereinander allerdings ungleich, und zwar nimmt sie mit kürzer werdender Wellenlänge proportional zu deren Quadratwurzel zu. Diese Dämpfung kommt aber überhaupt erst ins Spiel, wenn erhebliche Leitungsstrecken durchlaufen sind. Eine sinusförmige Welle von 1 m Länge, deren größte Spannungsunterschiede also $^1/_2$ m Abstand haben und deren Anteil an einer Sprungwelle daher für elektrische Wicklungen bereits sehr gefährlich ist, wird beispielsweise beim Lauf über jeden Kilometer eines 8 mm starken kupfernen Einzeldrahtes um 11% geschwächt, kürzere Wellen entsprechend mehr. Die ganze Gruppe der schnellen Schwingungen, die sich zu dem Spannungssprunge zusammensetzen, ändert daher ihre Gesamtform erst nach dem Durchlaufen längerer Strecken erheblich. Auch nach vielen Kilometern Laufweg bleibt jedoch noch ein recht steiler, für die Wicklungen gefährlicher, wenn auch nicht mehr absolut unstetiger Sprung bestehen.

Die bisherigen Betrachtungen bezogen sich auf den Verlauf der Sprungwellen auf homogenen Leitungen, der zum Beispiel in einem längeren einheitlichen Kabel wirklich vorhanden ist. Freileitungen muß man jedoch durch Isolatoren an Masten aufhängen und diese führen natürlich von der elektrischen Ladung jeder einfallenden Sprungwelle einen kleinen Teil durch ihre Kapazität gegenüber der Leitung zur Erde ab. Sie tragen daher beim Verlaufe der Wellen über lange Freileitungen mit dazu bei, die Sprungwellen abzudämpfen, indem sie dem Wellenkopfe dauernd etwas Energie entziehen, die zum Beispiel im eisernen Leitungsmaste hin und her pendelt und dabei zum Teil späteren Partien der Welle wieder zugeführt, zum Teil auch vernichtet wird. Der ursprünglich einheitliche Spannungssprung wird durch diesen Vorgang in eine Treppe von kleinen Sprüngen zerlegt, so daß seine Schroffheit erheblich gemildert wird. Dieselbe treppenhafte Umbildung wird auch durch alle anderen Ungleichmäßigkeiten im Leitungsverlaufe bewirkt, die ja bei wirklichen Leitungen sehr zahlreich vorhanden sind.

Eine noch eigenartigere Wirkung tritt auf, wenn Wanderwellen Spulenwicklungen, zum Beispiel von Transformatoren, durchlaufen. In erster Näherung kann man hier wohl davon ausgehen, daß sie sich ähnlich wie auf homogenen Leitungen mit endlicher Geschwindigkeit längs des Drahtes fortpflanzen, so daß man mit einer gleichmäßig verteilten Induktivität L und Kapazität C der Drähte rechnen darf. Versuche an Drähten, die zu langen Spulen aufgewickelt sind, zeigen in der Tat in vieler Hinsicht ähnliches Verhalten, als wenn sie frei ausgespannt sind. Außerdem beeinflußt aber der Wellenstrom in jeder Windung alle ihr benachbart liegenden Windungen ebenfalls, so daß das strenge Problem des Wellenverlaufes hier sehr kompliziert liegt. Zieht man nur die induktive und kapazitive Beeinflussung der einander direkt benachbarten Wicklungsteile in Rechnung, wie es Fig. 4 andeutet, so erhält man eine zweite Annäherung, die sich für sinusartige Wellen ohne gar zu großer Mühe durchführen läßt. Die Rechnung zeigt dann, daß in derartigen Spulen alle Schwingungen bis zu einer bestimmten Frequenzhöhe, die ganz vom Aufbau der Spulen abhängt, ohne wesentliche Änderung gegenüber der gewöhnlichen Theorie durch die Wicklung hindurchlaufen, daß jedoch alle Wellen, die schneller als mit dieser kritischen Frequenz schwingen, nur bis zu einer gewissen Tiefe in die Wicklung eindringen und hiebei allmählich reflektiert werden, so daß sie wieder auf die Leitung zurücklaufen. Diese Erscheinung bewirkt, daß von den Sprungwellen, die ja aus einem kontinuierlichen Spektrum sinusförmiger Wellen bestehen, die sehr kurzen Schwingungen bereits innnerhalb der Anfangsspulen der Transformatoren reflektiert werden, so daß nur die langwelligen, die keine so starken lokalen Spannungsdifferenzen bewirken, in die inneren Spulen dringen. Die schroffen Sprünge werden also durch die Wirkung der mehrfachen Kupplung aller Windungen verschleift. Daraus erklärt sich wahrscheinlich die stärkere Durchschlagsgefahr der Eingangsspulen, die man praktisch festgestellt hat.

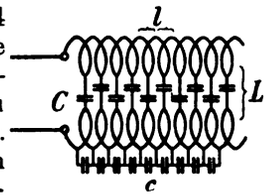


Fig. 4.

Wir wollen nun sehen, ob es denkbar ist, daß schroffe Sprungwellen, für deren Verlauf wir eben einige Regeln herleiten konnten, physikalisch überhaupt entstehen können, oder ob wir annehmen müssen, daß sie in der Natur nicht vorkommen. Wir wollen die Frage aber nicht vom mathematischen Standpunkte aus betrachten, bei dem nach dem Auftreten absoluter Unstetigkeiten gefragt würde, sondern vom praktischen Gesichtspunkte aus, bei dem für das Vorhandensein technisch unstetiger Sprünge bereits der Nachweis genügt, daß lokale Spannungsdifferenzen von etlichen tausend Volt auf mehreren Metern oder gar Zentimetern Leitungslänge auftreten können.

Jedes Einschalten eines Hochspannungskreises — und nur dieses interessiert uns, weil das Schalten von Niederspannung gefahrlos ist — erfolgt über einen größeren oder kleineren Schaltfunken, kurz bevor sich die Kontakte metallisch berühren. Diesen Schaltfunken würde man bei Wechselstrom nur dann vermeiden können, wenn man den Schalter stets so schnell und so geschickt einschnappen ließe, daß die Kontakte sich gerade beim Nullpunkt der Spannungskurve träfen und kurz vorher noch weit auseinanderlägen. Praktisch ist dies natürlich unmöglich, es tritt stets ein Ladefunken auf. Auch beim Ausschalten von Stromkreisen treten häufig Rück-

Digitized by Google

zündungsfunken*) auf, falls man nicht durch sehr große Schaltgeschwindigkeit die Kontakte während einer halben Wechselstromperiode schon weit auseinander gerissen hat.

Es ist nun bekannt, daß zur Ausbildung jedes Funkens, eine gewisse kleine Zeit, die Entladeverzug oder Funkenverzögerung genannt wird, notwendig ist, während die Isolationsstrecke unter der Einwirkung des starken elektrischen Feldes ionisiert wird. Zu Beginn der kleinen Zeit erfolgt die Zerspaltung der Moleküle, die die Leitfähigkeit bedingt, ziemlich langsam, zu Ende derselben, wenn schon viele zerlegte Ionen vorhanden sind, die sich unter dem bewegenden Einfluß des Feldes selbst mit an der Zertrümmerung der neutralen Moleküle beteiligen, mit entsprechend gesteigerter rapider Geschwindigkeit. Wie groß diese Endgeschwindigkeit ist, die die Schnelligkeit des wirklichen Einsetzens des Schaltfunkens und damit die Schnelligkeit der Aufladung und die Steilheit der Ladewellenfront bestimmt, läßt sich daraus ermessen, daß die elektrische Erschütterung im Funken so überaus schroff und heftig ist, daß sie imstande ist, die ganze Serie der Lichteigenschwingungen der Atome hervorzurufen, die wir im Funkenspektrum beobachten, das so viele und so schnelle Schwingungen enthält, wie man sie auf anderem Wege bisher nicht zu erzeugen vermag. Da diese Lichtwellen nur einige Zehntausendstel Millimeter lang sind, so ist es sicher, daß der Schaltfunke innerhalb einer diesem Lichtweg entsprechenden Zeit den Kontakt herstellt, so daß er außerordentlich plötzliche Ladewellen mit steilem, technisch sprunghaftem Wellenkopfe erzeugt, dessen absolute Anstieglänge am Entstehungsorte nur nach einigen Lichtwellenlängen zu zählen braucht.

Wir sehen aus allen diesen Überlegungen, daß elektrische Sprungwellen mit sehr steiler Front bei allen Schaltvorgängen auftreten können, und zwar bei willkürlichen sowohl wie unwillkürlichen Funkenübergängen, zum Beispiel auch bei Kurz- oder Erdschlüssen. Wir haben ferner gesehen, daß diese Sprungwellen sich auf Freileitungen wie auch Kabeln mit einer gewissen räumlichen Abdämpfung und auch Abflachung oder Abstaffelung des Kopfes fortpflanzen, daß sie dadurch aber den hohen Grad ihrer Gefährlichkeit nicht gleich verlieren, weil es praktisch gleichgiltig ist, ob ein Spannungssprung absolut unstetig ist, oder ob er nur außerordentlich steil und auf einigen Metern Leitungslänge verläuft. Erst nach Durchlaufen langer Strecken mit zahlreichen Unregelmäßigkeiten wird er sich so weit abgeflacht haben, daß er keine ernsthaften Störungen mehr hervorbringt, weil seine Länge dann groß gegenüber der Spulendrahtlänge der Wicklung geworden ist.

Der Sicherheit halber muß man daher bei der Bemessung von Schutzvorrichtungen mit der vollen möglichen Sprungspannung rechnen und darf sich nicht einfach darauf verlassen, daß eine nützliche Abflachung der Sprungwellen schon von selbst eintreten werde*).

Es ist nun interessant zu untersuchen, was die Praxis zu all diesen Schlußfolgerungen sagt, die ja zum größten Teil nur qualitativen und nicht exakten quantitativen Wert besitzen. Eigentlich genügt es vollkommen, auf die zahlreichen zerstörten Transformator- und Motorspulen hinzuweisen, die von Wanderwellen durchschlagen wurden, und zwar gelegentlich trotz erheblich verstärkter Isolation. Sehr häufig hat man dabei Durchschläge von Windung zu Windung, noch häufiger von Lage zu Lage feststellen können, ein Beweis dafür, daß Spannungsunterschiede von vielen Tausend Volt auf der kurzen Strecke weniger Meter oder gar eines Bruchteils eines Meters

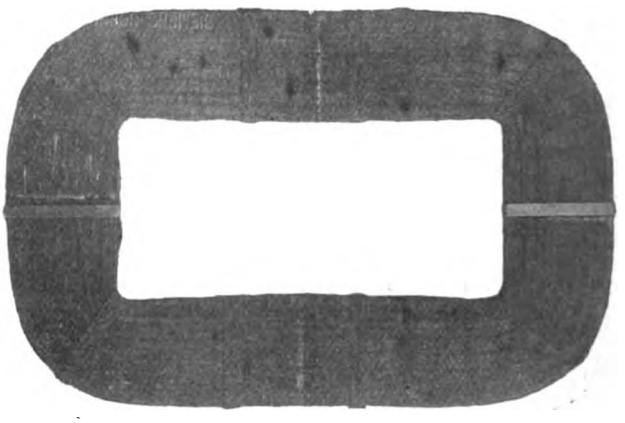


Fig. 5.

aufgetreten waren. Fig. 5 zeigt eine vielfach überschlagene Transformatorspule, die eine so geringe Windungsspannung besaß, daß der Betriebsstrom nicht nachfolgen konnte, so daß nur Punktierung und kein

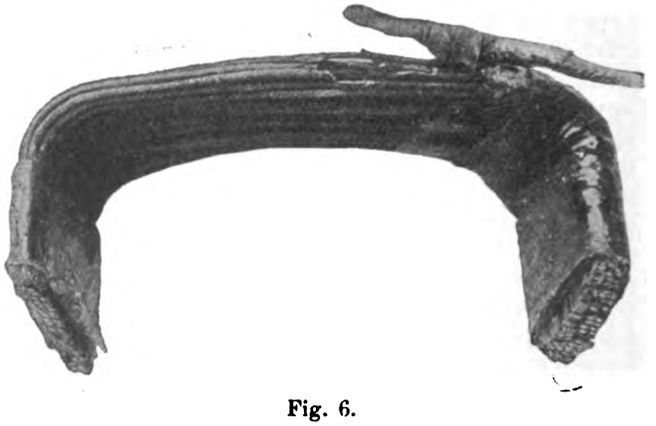


Fig. 6.

Ausbrennen auftrat. Fig. 6 zeigt andererseits einen Durchschlag der Eingangsspule eines Drehstrommotors, der betriebsstörend war, weil er von Lage zu Lage erfolgte, wobei ein Lichtbogen stehen blieb.

Sehr schön kann man durch einen Laboratoriumsversuch zeigen, welch starke lokalen Spannungssprünge durch Schaltvorgänge auftreten können. Ein Kabel von zirka 90 m Länge wurde mit 15 000 *V* gespeist. In seiner Mitte war ein Drahtrecht-

*) W. Sarfert, E. T. Z. 1914, S. 402. W. Petersen, E. T. Z. 1913, S. 167 und 1914, S. 697. (Siehe auch E. u. M. 1914, Heft 34, Seite 711.)

*) Ich betone dies besonders im Hinblick auf einige nicht recht begründete Angaben, die sich in der jüngsten Literatur, finden. P. M. Verhoeckx, E. u. M. 1913, Seite 841 ff; L. Binder, E. T. Z. 1914, Seite 171.

Digitized by Google

eck von zirka 1 m Leitungslänge eingeschaltet, zu dem eine Nadelfunkenstrecke parallel lag. Der normale Ladestrom floß selbstverständlich durch das Rechteck. Wurde jedoch entsprechend der Schaltung nach Fig. 7

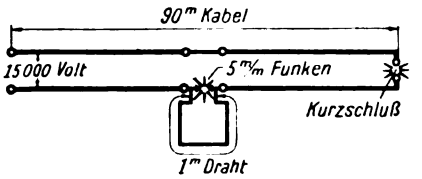


Fig. 7.

am Kabelende ein Kurzschlußfunken hervorgebracht, so schlugen die Nadeln auf etwa 5 mm mit kräftigem Funken über. Das ist nur dadurch möglich, daß in dem kurzen Drahtrechteck ein Spannungsgefälle von mehr als 5000 *V* pro Meter herrschte, also ein ganz enormer Betrag. Das wirkliche Spannungsgefälle ist sogar noch größer, denn da der Spannungssprung, der durch den Kurzschlußfunken erzeugt ist, zum Durchlaufen des Drahtrechtecks nur eine dreihundertmillionstel Sekunde gebraucht und da zunächst auch nur während dieser kurzen Zeit Spannung an der Funkenstrecke herrscht, so ist bei dem wesentlich länger dauernden Entladeverzug eine erhebliche größere Spannung an den Nadeln zum Durchbruch nötig, als man sie durch die gewöhnliche Eichung mit Dauerspannung messen kann. Würde man keinen Entladeverzug haben, so könnte man durch Anschalten verschieden langer Windungen an die Funkenstrecke leicht die Form der Sprungwellen feststellen.

Eine Erklärung des Versuches durch das übliche Schlagwort „Hochfrequenz" ist selbstverständlich nicht möglich, denn die Eigenschwingungen des 90 Meter-Kabels, die durch den Kurzschlußfunken ausgelöst werden, haben eine Wellenlänge der Grundschwingung von etwa 700 m in Luft und dagegen sind die Vorgänge auf dem nur 1 m langen Drahtrechteck völlig quasistationär. Ich glaube sogar, daß eine einwandfreie Erklärung zahlreicher sogenannter „Impedanzversuche mit Hochfrequenz" nur mit Hilfe der hier behandelten Sprungwellen möglich ist.

Besonders interessant ist es, die Beschreibung der ursprünglichen Hertzschen Versuche*) einmal nachzulesen, durch die er zu seinen bahnbrechenden Arbeiten über elektrische Wellen angeregt wurde. Seine Versuchsanordnung hat große Ähnlichkeit mit der in Fig. 7 gezeichneten, er erhielt ebenfalls an den Enden eines einseitig gespeisten Drahtrechteckes kräftige Funken, die den Beweis für die endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit der Elektrizität erbrachten. Zur quantitativen Erklärung dieser und ähnlicher Experimente verwarf Hertz bereits die Vorstellung regelmäßiger, sinusartiger Schwingungen, er verglich die auftretenden elektrischen „Erschütterungen" vielmehr mit dem „Schlag eines Hammers" in der Akustik, er stellte sich also wahrscheinlich ungefähr das vor, was wir im vorstehenden mit dem Ausdruck „Sprungwellen" bezeichnet haben.

*) H. Hertz, Gesammelte Werke, Band II, Seite 32 ff.

Zusammenfassung.

An Hand der Ergebnisse zahlreicher wissenschaftlicher Arbeiten wird gezeigt, bis zu welchem Grade die Ausbreitung technisch unstetiger Sprungwellen der elektrischen Spannung verzerrungsfrei erfolgen kann. Sodann wird durch Überlegung und durch Versuche nachgewiesen, daß gefährliche Sprungwellen bei allen elektrischen Funkenüberschlägen tatsächlich entstehen.

Es ergibt sich daraus, daß man zur rechnerischen Bemessung und Prüfung von Schutzvorkehrungen gegen Wanderwellen stets rechteckige Sprungwellen zugrunde legen sollte.

Streuungserscheinungen bei Transformatoren.

Von Dr. techn. **M. Vidmar.**

(Schluß von Heft 35, Seite 724.)

Zusammenfassend können wir sagen, daß die vorliegende Wicklungsanordnung bei Serienschaltung, höchstens zweifacher Parallelschaltung niederspannungsseitig und bei Leistungen anwendbar ist, bei denen die Kurzschlußstoßkräfte noch keine bedrohliche Größe annehmen.

Steigen wir in den Typenreihen nach abwärts, so kommen wir bei Scheibenspulen endlich zu Anordnungen mit nur einer Ganzspule, also mit

$$n = 1.$$

Hier verschwindet, wie leicht ersichtlich, der Unterschied zwischen den beiden bis jetzt betrachteten Anordnungen vollkommen, die unsymmetrische Wicklung wird wieder symmetrisch. Diese Überlegung gibt uns ein Mittel in die Hand die Richtigkeit der gewonnenen Formeln zu prüfen.

Der Faktor

$$\frac{n\,(n+3)}{(n+1)^2}$$

der Gleichung VI (Seite 723), der angibt, um wieviel die Streuung des unsymmetrisch bewickelten Transformators größer ist, als die des symmetrisch bewickelten wird für

$$n = 1$$

in der Tat gleich der Einheit.

Ebenso darf es keine Unterschiede bei der Kurzschlußstoßkraft geben. Tatsächlich wird auch die Verhältniszahl

$$\frac{4\,n}{n+3}$$

für

$$n = 1$$

zu Eins.

Es gibt aber noch eine einfachere Spulenanordnung, die man weder aus der symmetrischen, noch auch der oben betrachteten unsymmetrischen Spuleneinteilung ableiten kann. Sie umfaßt nur zwei Spulen, nämlich von jeder Wicklung eine (Fig. 13).

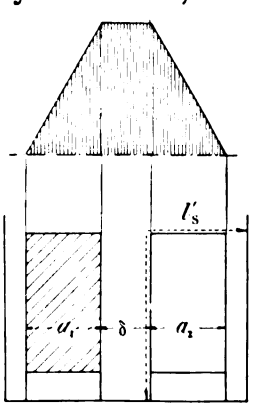


Fig. 13.

Gleichwie ob man beide als Ganzspulen oder beide als Halbspulen betrachtet, kommt man auf keine bisher untersuchte allgemeine Anordnung. Von der symmetrischen Spulenanordnung gibt es indessen eine Variante, die zwar fast gar keine praktische Bedeutung besitzt, jedoch erwähnt werden muß. Es ist dies die

Digitized by Google

Anordnung mit je n-Spulen pro Wicklung, wovon je eine nur eine Halbspule ist. Diese beiden Halbspulen, die natürlich wiederum an die beiden Enden gerückt werden, gehören zum Unterschied gegen die gewöhnliche Anordnung zu verschiedenen Wicklungen.

Das Streufeld dieser Einteilung verlauft genau so, wie dort. Die Symmetrieebenen der Ganzspulen teilen diesmal das Feld in $2n-1$ untereinander gleiche Teile und eine Ganzspule hat nur

$$\frac{2 \cdot w}{2n-1} \text{ Windungen.}$$

Die prozentuale Streuspannung folgt somit aus der Gleichung

$$l_s = i \cdot \frac{8 \cdot \infty \cdot w}{n \cdot e \cdot l_s} \left(\frac{a_1 + a_2}{6} = \delta \right) \cdot U \cdot 10^{-6} \cdot \frac{2n}{2n-1}.$$

ist also

$$\frac{2n}{2n-1} \text{ mal}$$

größer als diejenige der normalen, symmetrischen Anordnung mit n-Ganzspulen pro Wicklung.

Der Unterschied ist leicht erklärlich. Es handelt sich hier offenbar um eine Anordnung mit

$$(n-1) + \frac{1}{2} = n - \frac{1}{2}$$

Ganzspulen, ihre Streuung muß dann in der Tat

$$\frac{n}{n - \frac{1}{2}} = \frac{2n}{2n-1} \text{ mal}$$

größer sein als sie es mit n-Spulen ist.

Die Anordnung bringt keine Vorteile, höchstens den, daß sie bei vorgeschriebenem, induktivem Spannungsabfall auch das Operieren mit gebrochenen Zahlen für die Spulenanzahl, also feinere Unterschiede gestattet. Dafür bringt sie den fabrikationstechnischen Nachteil, daß viererlei Spulen angefertigt werden müssen, außerdem kommt Hochspannung ans Eisen. Sie ist also offenbar nur in besonderen Fällen am Platze und ist als Kunststückchen nicht in die Reihe der gewöhnlichen Anordnungen zu stellen.

In der Theorie der Scheibenspulenanordnungen ist sie allerdings ein wichtiges Glied der Reihe und vermittelt den Übergang zur tiefer unten behandelten zweiten, unsymmetrischen Spuleneinteilung. Außerdem ist sie, wie man sich leicht überzeugen wird, der allgemeine Fall der oben erwähnten allereinfachsten Anordnung mit nur zwei Spulen. Dieselbe ist offenbar eine symmetrische Wicklung mit

$$n = \frac{1}{2}$$

und von diesem Standpunkte aus betrachtet erscheinen die Spulen als Halbspulen.

Sehr interessant ist die Tatsache, daß die Streuspannung dieses einfachsten Falles auch direkt berechnet werden kann, wobei auf den ersten Blick ein abweichendes Resultat herauskommt. Unsere oben gegebene Formel ergäbe nämlich in diesem Falle für die Streuspannung den Wert:

$$e_s = 2 \cdot i \frac{8 \cdot \infty \cdot w}{e \cdot l_s} \left(\frac{a_1 + a_2}{6} + \delta \right) U \cdot 10^{-6},$$

während man nach Fig. 13 direkt erhält:

$$e_s = i \cdot \frac{8 \cdot \infty \cdot w}{e \cdot l'_s} \left(\frac{a_1 + a_2}{3} + \delta \right) U \cdot 10^{-6}.$$

Es ist aber, wie man sich leicht überzeugen wird

$$\frac{\left[\frac{a_1 + a_2}{3} + \delta \right] \cdot l_s}{\left[\frac{a'_1 + a'_2}{6} + \delta \right] \cdot l'_s} \sim 2,$$

wodurch der Widerspruch praktisch verschwindet und ein nicht zu unterschätzender Nachweis für die Richtigkeit der Berechnung der reduzierten Kraftlinienlänge erbracht wird.

Für diese theoretisch so ungemein interessante, einfachste Anordnung können wir aber noch eine andere Abstammung nachweisen, in der zweiten nunmehr zu behandelnden, praktisch in Betracht kommenden, unsymmetrischen Einteilung, die aus je n-Ganzspulen pro Wicklung besteht.

Die Endspulen sind bei ihr Ganzspulen und gehören zu verschiedenen Wicklungen. Für den Wert

$$n = 1$$

ergibt sich aus derselben dann die betrachtete einfachste Bewicklung, deren Spulen in diesem Falle die Rolle von Ganzspulen übernehmen.

Ebenso wie die normale symmetrische und die zuerst betrachtete unsymmetrische Anordnung organisch zusammengehören — ihre einfachsten Ausführungen für

$$n = 1$$

fallen zusammen, ebenso bilden die zweite symmetrische Anordnung mit $n - \frac{1}{2}$ Spulen und die vorliegende unsymmetrische ein System, und das Element einer Scheibenwicklung, das aus nur zwei Spulen besteht, ist ihr Bindeglied.

Gleichwie aber die zweite symmetrische Anordnung gegen die erstere zurücktritt, hat auch die hier in Frage stehende Wicklung gegenüber jener mit n- und $n+1$-Spulen den Nachteil, daß Hochspannung ans Eisen gelegt werden muß. Ihr Verwendungsgebiet ist daher dasjenige der niedrigeren Spannungen.

Die Berechnung der Streuspannung erfordert wiederum einen tiefen Einblick.

Das Diagramm der magnetomotorischen Kräfte (Fig. 3), das uns immer ein wichtiges Hilfsmittel war, gibt uns ein Bild der Induktionen in den Spulenzwischenräumen. Danach ist jeder zweite Luftspalt frei vom Streufluß, während die übrigen Zwischenräume von gleich starken und gleichgerichteten Flüssen durchdrungen sind.

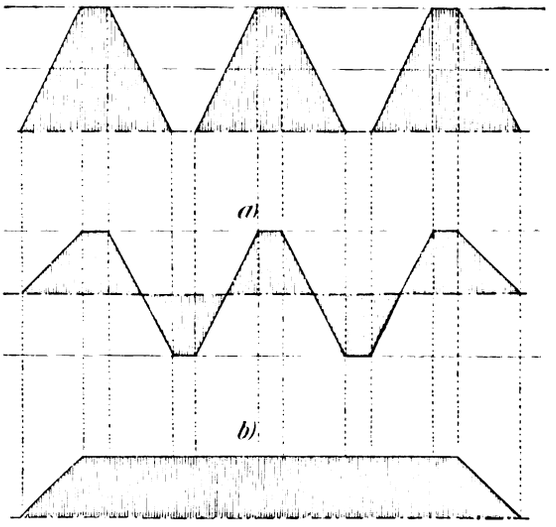


Fig. 14.

Digitized by Google

Es ist auch hier schwer, sich ein Bild über den Feldverlauf zu bilden. Aber auch hier verschwinden rasch alle Schwierigkeiten, wenn man das bewährte Hilfsmittel in Anordnung bringt, das in der Zerlegung in bekannte Elemente und deren Superposition besteht. Diese Zerlegung (Fig. 14) ist hier besonders leicht, da dasselbe Bild der magnetomotorischen Kräfte, nur um die zur jetzigen Grundlinie parallele Symmetrale gruppiert, als zur symmetrischen Anordnung mit $n - \frac{1}{2}$ Spulen gehörig bekannt ist.

Ziehen wir aber den dazu notwendigen Teil der Wicklung ab, so bleibt nur noch je eine Halbspule an jedem Ende übrig und dazwischen der ganze Raum, den die übrigen $2n - 2$-Spulen einnehmen, frei. Dies ist aber offenbar unsere allereinfachste Anordnung, die wir auch schon kennen (Fig. 15).

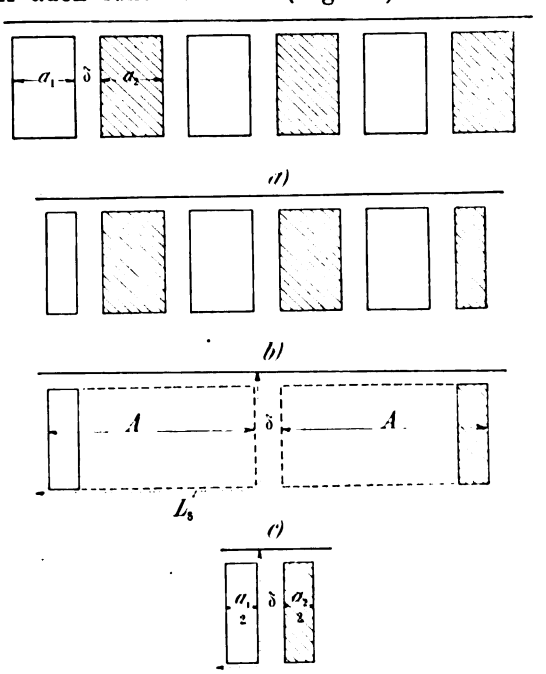


Fig. 15.

Nachdem wir so die beiden Teilfelder festgestellt haben, können wir leicht die Kraftlinienverkettungen berechnen, wobei wir nur darauf achtzugeben haben, daß jedes Feld mit allen, nicht nur den es erzeugenden Windungen zur Verkettung gelangt.

Die vom ersten Ersatzfeld herrührende Induktion in den Spulenzwischenräumen ergibt sich aus der Gleichung:

$$B = \frac{4\pi}{10} \frac{i w \cdot \sqrt{2}}{n l_s},$$

denn in jeder Spulenhälfte wirken

$$\frac{i w}{2 n} \sqrt{2}$$

Amperewindungen, und zwar auf die reduzierte Kraftlinienlänge:

$$\frac{l_s}{2}.$$

Das Feld von

$$B \cdot \frac{\delta'}{2} \cdot U \text{ Kraftlinien,}$$

worin

$$\delta' = \delta + \frac{a_1 + a_2}{3}$$

ist, umschlingt alle $2w$-Windungen beider Wicklungen. So ergeben sich:

$$B \cdot \delta' \cdot U \cdot w \text{ Kraftlinienverkettungen.}$$

Nicht so einfach ist die Berechnung der vom zweiten Ersatzfelde herrührenden Verkettungen. Auf den ersten Blick versagt jede Erfahrung gegenüber dem enormen Luftzwischenraum zwischen den beiden Spulen (Fig. 15b). Aber eine Feststellung ist immerhin möglich, nämlich die, daß die zur Kernachse senkrechte Symmetrieebene des Bildes nicht nur eine Symmetrieebene des Feldes, sondern auch die Teilungsebene des Flusses, der sich nach beiden Seiten von ihr abwendet, darstellt. Außerdem muß jede Kraftlinie die Endspule umschlingen. Mit dieser Überzeugung sieht man aber leicht ein, daß jede Kraftlinie allerhöchstens mit

$$\frac{w}{n}$$

Windungen wirksame Verkettungen hervorbringen kann, da doch immer für die Gesamtstreuspannung nur die Differenz der von einer Streulinie umschlungenen, zu verschiedenen Wicklungen gehörigen Windungen in Betracht kommt.

Sieht man sich das Bild genauer an, so wird man entdecken, daß viele Kraftlinien gar keine, viele nur geringe Verkettungen beitragen und wird es als bedeutend einfacher finden, sich die beiden Räume, die zu beiden Seiten der Flußteilungsebene gelegen, von je n-Spulen eingenommen werden, gleichmäßig mit nur je $\frac{w}{n}$ Windungen besetzt vorzustellen.

Diese Windungen müssen natürlich zum System gehören, zu dem die tatsächliche Endspule gehört. Kurz, man erhält die effektiven Verkettungen, wenn man die Spulen der zweiten Ersatzwicklung bis zur Kernmitte (Fig. 15b) ausgedehnt sich denkt und nur ihre eigene Streuspannung berechnet, wenn $\frac{i w}{2 n} \sqrt{2}$ AW wirken.

Ähnlich wie bei der ersten unsymmetrischen Anordnung werden wir auch hier

$$\frac{\frac{\delta}{2} + \frac{A}{3}}{2 L_s} = \frac{\frac{\delta}{2} + \frac{a}{6}}{l_s}$$

annehmen und erhalten dann von der zweiten Ersatzwicklung

$$B \cdot \delta' \cdot U \frac{w}{u} \text{ wirksame Verkettungen.}$$

Das sind im ganzen:

$$B \cdot \delta' \cdot U w \cdot \frac{n+1}{n} \text{ Verkettungen,}$$

denen eine prozentuale Streuspannung von:

$$l_s = i \cdot \frac{8 \cdot \sim \cdot w}{e \cdot n \cdot l_s} \left[\delta + \frac{a_1 + a_2}{6} \right] \cdot U \cdot 10^{-6} \cdot \frac{n+1}{n} \% \quad 5)$$

entspricht. Die kürzere Form ist

$$l_s = \frac{8 \cdot \sim \cdot kVA \cdot 10^{-4}}{m \cdot n \cdot e^2 \cdot R_1} \cdot \frac{n+1}{n} \% \quad . \quad \text{VIII).}$$

Auch hier ist also der induktive Spannungsabfall größer als bei der gewöhnlichen, symmetrischen Anordnung. Der Unterschied ist aber auch hier meistens nicht sehr groß, obwohl er bei der einfachsten An-

Digitized by Google

ordnung, wie wir schon gesehen haben und wie auch Gleichung VIII) für den Wert

$$n = 1$$

zeigt, 100% beträgt. Für

$$n = 6$$

wäre er nur noch 17%, also jedenfalls mehr als bei der zuerst betrachteten unsymmetrischen Anordnung mit n- und $n+1$-Spulen. Dieser Unterschied kann in Fällen, wo der Spannungsabfall vorgeschrieben ist von Wert sein, weil er die feinere Einstellung des Wertes der Streuspannung ermöglicht. Für die Beurteilung der Brauchbarkeit der Wicklung ist noch die Kenntnis ihres Verhaltens bei plötzlich eintretendem Kurzschluß notwendig.

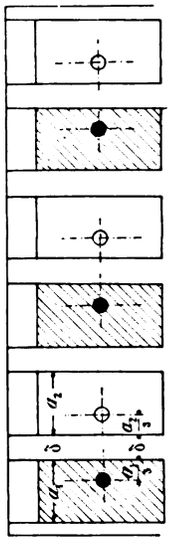


Fig. 16.

Das Amperewindungsdiagramm (Fig. 14) zeigt hier wiederum bedrohliche Konzentrierungen von Kraftquellen. Je zwei Spulen mit ihren gesamten $\frac{w}{n}$ Windungen stoßen auf einander (Fig. 16). Die Feldstärke ist diesmal

$$H = \frac{4\pi}{10} \cdot \frac{i w \cdot \sqrt{2}}{n \cdot l_s},$$

die Kraft demnach

$$P = \frac{8 \cdot \pi}{100} \cdot \left(\frac{i w}{n}\right)^2 \cdot \frac{U}{l_s} \text{ Dyn.}$$

Nun ist nach 5)

$$\frac{U}{l_s} = \frac{l_s \cdot l \cdot 10^6}{8 \cdot \infty \cdot i w \cdot \delta'} \cdot \frac{n^2}{n+1},$$

was eingesetzt:

$$P = \frac{8 \cdot \pi \cdot 10^6}{8 \cdot 10^2} \cdot \frac{i \cdot w}{n+1} \cdot \frac{e \cdot e_s}{\delta' \cdot \infty} \text{ Dyn}$$

oder

$$P = \frac{3200\, kVA^{\kappa}}{m \cdot \delta' \cdot \infty} \cdot \frac{1}{n+1} \quad kg$$

ergibt.

Für Drehstromtransformatoren ist also die

$$= \frac{\text{Kurzschlußstoßkraft} = \text{Kurzschlußvoltampere}}{\text{Periodenzahl} \times \text{Reduzierter Luftspalt} \times \text{Kurzschlußvoltampere} \times \text{um Eins vermehrte Spulenzahl einer} \frac{\text{Kurzschlußvoltampere}}{\text{Wicklung pro Kern}}} \quad \text{VIII).}$$

für Einphasentypen um 50% größer.

Sie ist

$$\frac{4n}{n+1} \text{ mal}$$

größer als diejenige der symmetrischen Wicklung und

$$\frac{n+3}{n+1} \text{ mal}$$

größer als bei der unsymmetrischen Anordnung mit n und $n+1$ Spulen. Auch in dieser Beziehung ist also die vorliegende Anordnung die ungünstigste der bis jetzt betrachteten.

Dazu kommt noch der Umstand, daß die Parallelschaltung der Spulen nicht einmal in dem bescheidenen Maße wie bei der ersten unsymmetrischen Anordnung angeht. Das Streufeld hat keine zur Kernachse normale Symmetrieebene.

Die Anordnung mit je n-Spulen kommt also nur in Betracht bei Serienschaltung.

Ebenso wie die symmetrische Wicklung mit $n - \frac{1}{2}$ Spulen ist sie eine Wicklung von untergeordneter Bedeutung.

Bevor wir die Direktiven für den praktischen Konstrukteur aus der Untersuchung herausziehen, wollen wir auf den theoretischen Gewinn hinweisen, der einen nicht unwichtigen Weg zur Feststellung der Streufelder bringt. Eine theoretische Verfolgung desselben wäre schon deshalb von Wert, weil der moderne Transformatorenbau Umwälzungen in den Spulenanordnungen möglich erscheinen läßt. Diese Umwälzungen können natürlich nur in Verschiebungen der relativen Größen der Faktoren bestehen, aus denen sich die Streufelddimensionen aufbauen und können dann neue Erfahrungstatsachen erforderlich machen.

Die Erfahrung zeigt, daß man vorderhand die reduzierte Kraftlinienlänge des Streufeldes der kürzesten Linie entnehmen kann, die von Eisen zu Eisen verlaufend alle Windungen einer Spule umschlingt. Sie gibt dann in Verbindung mit dem reduzierten Luftspalt den magnetischen Widerstand richtig wieder.

Es wäre sehr gewagt, behaupten zu wollen, daß die Formgebung der Spule nichts an dieser Tatsache ändern kann, denn die Erfahrung stammt von Spulen üblicher Form.

Aber ausgeschlossen ist es nicht und hier hätte die Theorie eine dankbare Aufgabe zu bewältigen. Einen interessanten Weg nun zeigt ihr unsere Untersuchung.

Wir haben als Grundform an der zylindrischen Anordnung das Streufeld zweier Spulen, die durch einen effektiven Luftspalt δ' voneinander getrennt sind betrachtet. Das Amperewindungsdiagramm veranlaßte uns sodann bei der symmetrischen Scheibenspulenanordnung, dieselbe in $2n$ solche Elemente zu zerlegen und die Teilungsebenen konnten einfach durch die Nulldurchgänge des Diagramms als gegeben betrachtet werden. Hiegegen hat auch das physikalische Gefühl nichts einzuwenden.

Wir haben sodann bei den unsymmetrischen Anordnungen, die der physikalischen Auffassung ziemliche Hindernisse entgegensetzen, wiederum das Amperewindungsdiagramm zu Hilfe genommen. Aber nicht mehr um eine Zerlegung in Grundelemente vorzunehmen, sondern um durch eine gröbere Zerlegung auf bekannte, zusammengesetzte Anordnungen zu gelangen.

Gegen jene Zerlegung in Elemente sprach aber lediglich die Umständlichkeit der Berechnung. Denn es kommt doch auf dasselbe hinaus und ist auch im Wesen dasselbe, wenn man den magnetischen Widerstand der sehr ausgedehnten Ersatzwicklung mit einer Ganz- und zwei Halbspulen dem Widerstand der tatsächlichen Spule gleichsetzt, oder aber einfach wiederum in Nulldurchgängen des Amperewindungsdiagrammes Teilungsebenen legt und jede der so entstandenen, untereinander gleichen Elemente für sich behandelt. Man setzt dann einfach voraus, daß der Streufluß des Elementes nach dem Durchtritt durch die Teilungsebene denselben magnetischen Widerstand vorfindet und kümmert sich gar nicht um den weiteren Verlauf der Streulinien.

Die beiden Resultate, auf verschiedenen Wegen zustande gebracht, müssen übereinstimmen. Eine Nebeneinanderstellung derselben wird dann zeigen,

Digitized by Google

ob die praktische Ausmessung der Streufelder wirklich immer stimmt. Sie wird auch theoretische Werte für die Streufeldkonstanten liefern.

Von theoretischem Wert ist auch die Unterordnung unserer Gleichungen unter Grundgesetze, obwohl sie nicht die physikalische Anschaulichkeit unserer Untersuchung hat. Nach Gleichung 1) zum Beispiel, beträgt die Gesamtstreuung der Zylinderwicklung:

$$\frac{i \,.\, 8 \,.\, \infty \,.\, w^2}{l_s}\left[\frac{2\,a}{3}+\delta\right] U \,.\, 10^{-8} \text{ Volt.}$$

Der Ausdruck läßt sich in drei Faktoren zerlegen, nämlich erstens:

$$i$$

zweitens

$$2\,\pi \,.\, \infty$$

und endlich

$$\frac{1}{2\,.\,\pi\, i\, \infty}\cdot\frac{i \,.\, 8 \,.\, \infty \,.\, w^2}{l_s}\left[\frac{2\,a}{3}+\delta\right] .\, U \,.\, 10^{-8} =$$

$$= \frac{4\,\pi}{10}\cdot\frac{w \,.\, 10}{l_s}\cdot\left[\frac{2\,a}{3}+\delta\right] .\, U \,.\, 10^{-9} \,.\, w.$$

Der letzte Ausdruck stellt offenbar den Selbstinduktionskoeffizienten der Wicklung dar. Es ist aber

$$\frac{4\,\pi}{10}\cdot\frac{w \,.\, 10}{l_s}\left[\frac{2\,a}{3}+\delta\right] .\, U \,. = \Phi,$$

offenbar das von einem Strom von 10 *A*, also einer absoluten Einheit erzeugte Streufeld und 10^{-9} die Umwandlungskonstante für die praktische Einheit Henry, kurz der Selbstinduktionskoeffizient ist auch hier

$$L = \Phi \,.\, w \,.\, 10^{-9} \text{ Henry,}$$

die Anzahl der Verkettungen mit dem 10-Amperefeld. Die Scheibenwicklung kann natürlich auch keine Ausnahme bringen. Man kann sich ganz gut vorstellen, daß das Streufeld einfach alle Spulen in Schlangenwindungen umkreist. Dann ist aber

$$\frac{n \,.\, l_s}{\left(\frac{a}{3}+\delta\right) .\, U}$$

der gesamte magnetische Widerstand des Streufeldes,

$$\frac{4\,\pi}{10}\cdot\frac{w \,.\, 10}{n\, l_s}\cdot\left(\frac{a}{3}+\delta\right) .\, U = \Phi$$

also wiederum das Gesamtstreufeld. Für den Gesamtselbstinduktionskoeffizienten erhält man somit dasselbe Grundgesetz.

Wir hätten es von vornherein benutzen können. Aber es ist bei weitem nicht so anschaulich und bietet für die Kurzschlußkraftberechnung keine Handhabe. Man überzeugt sich außerdem rasch, daß es uns im Stich läßt bei den unsymmetrischen Wicklungen, aus dem einfachen Grunde, weil es die Kenntnis des Streufeldverlaufes voraussetzt. Dazu hat uns aber unser Vorgang bessere Vorarbeiten geliefert.

Es bleibt noch übrig die Festlegung der praktisch brauchbaren Resultate der Untersuchung. Sie bringt dem praktischen Konstrukteur in jedem Falle die Antwort auf die Frage: Welche Wicklungsanordnung soll ich verwenden? Die erste Unterfrage: Zylinder- oder Scheibenwicklung haben wir eigentlich schon beantwortet.

Wir wiederholen: bei großen Leistungen und großem Unterschied in den Spannungen, ebenso bei kleinen Leistungen bis etwa 15 *kVA* und über 6000 *V* hochspannungsseitig, bei ganz kleiner Leistung sogar durchwegs, kommt Zylinderwicklung in Betracht.

Wir haben gesehen, daß bei großen Leistungen die Kurzschlußkräfte, die ein wichtiger Konstruktionsfaktor geworden sind, bei Zylinderwicklung günstigere Beanspruchungen ergeben, weil sie vor allem das Kupfer auf Zug beanspruchen. Andererseits ermöglicht bei großem Unterschied zwischen Hoch- und Niederspannung die Zylinderwicklung eine einfache Lösung der Isolationsfrage. Endlich bildet die Abkühlungsfrage bei ganz großen Typen, weil sie künstlich und bei ganz kleinen, weil sie von selbst gelöst wird, kein Hindernis.

Bei mittleren Transformatoren und bei primär und sekundär auftretender Hochspannung ist Scheibenwicklung zu verwenden. Im letzteren Falle ist die gegenseitige Isolierung der beiden Wicklungen leichter und auch mit Scheibenspulen einfach durchführbar, andererseits liegt die größte Gefahr im drohenden Durchschlag gegen das Eisen. Man muß daher mit beiden Wicklungen vom Eisen wegrücken, was bei Scheibenspulen leichter durchführbar ist.

Die mittleren Typen weiters, also Transformatoren von 15- bis 500 *kVA*-Leistung, sind und sollen Trockentransformatoren sein. Auf jeden Fall aber sind sie Typen mit natürlicher Kühlung in Luft oder in Öl. In kalorischer Hinsicht nun ist die Scheibenwicklung der Zylinderwicklung überlegen. Sie ist eigentlich eine Parallelschaltung der Wärmequellen, die Zylinderwicklung eine Serienschaltung. Dieser Unterschied verwischt sich allerdings bei größeren Einheiten, weil dort auch Zylinderwicklungen reichlich unterteilt, also in sich parallel geschaltet werden. Aber dieser Umstand ist nur eine Bestätigung unserer Behauptung, bei 500 *kVA* ist der Unterschied noch groß genug.

Ebenso klar wie die Hauptentscheidung kann auch diejenige bei der Wahl der Scheibenspulenanordnung getroffen werden.

Hier spielen die Isolationsfrage, die Abkühlungsfrage und die Rücksicht auf Herstellung die Hauptrollen. Die Entscheidung aber geschieht immer mit Rücksicht auf die Schaltung. Der große Transformator erhält, wenn er Scheibenspulen bekommt, auf jeden Fall die symmetrische Anordnung. Schon aus Rücksicht auf die mechanischen Beanspruchungen beim Kurzschluß, die dabei am günstigsten ausfallen.

Der mittlere Transformator mit beiderseitiger Serienschaltung erhält die unsymmetrische Anordnung mit n- und $n+1$-Spulen, weil ihn die etwas größere Streuung nicht geniert und weil die Fabrik nur zweierlei Spulen anzufertigen hat.

In vereinzelten Fällen wird man auch die symmetrische Anordnung mit je $n - \frac{1}{2}$ Spulen bezw. die unsymmetrische mit je n-Spulen anwenden. Nämlich dann, wenn man bei äußerer Parallelschaltung mit den beiden ersteren Wicklungen nicht ohne Schwierigkeiten den gewünschten induktiven Spannungsabfall herausbringen kann. Außerdem kommen beide Anordnungen in Betracht, wenn beiderseits ziemlich hohe Spannungen vorkommen, so daß es egal wird, welche Wicklung ans Eisen kommt.

Niederspannungsseitig parallel geschaltete Transformatoren bekommen fast ausschließlich die symmetrische Anordnung. Sie ist selbst dann verwendbar, wenn die Halbspulen der Niederspannungswicklung angehören. Zweifache Parallelschaltung ist allerdings auch mit der unsymmetrischen Anordnung mit n und $n+1$ Spulen erreichbar.

Digitized by Google

Auch für diesen Fall erweisen sich die beiden anderen Wicklungen als minderwertig, ja geradezu als unbrauchbar, man muß sie also überhaupt nur als Notbehelfe ansehen, soll sie aber immerhin nicht aus den Augen verlieren.

Für den praktischen Konstrukteur wird nach alldem die nachfolgende, übersichtliche Zusammenstellung von Wert sein in die wir alle Anordnungen übernommen haben.

Bewicklung	Induktiver Spannungsabfall in Prozenten	Kurzschlußstoß-Kraft in kg	Verwendungsgebiet	
a	$e_s = \frac{8\pi i w}{n c L_s}\left[\frac{a_1+a_2}{3}\delta\right] U 10^{-3} \%$	$P = \frac{\text{Kurzschlußvolt ampères}}{\text{Periodenzahl} \times \text{reduzierter Luftspalt}}$	1) Ganz große und ganz kleine Transformatoren 2) Großer Unterschied zwischen Hoch- und Niederspannung	
b	$e_s = \frac{8\pi i w}{n c L_s}\left[\frac{a_1+a_2}{6}\delta\right] U 10^{-3} - \alpha$	$P = \frac{\text{½ Kurzschlußvolt ampères}}{\text{Periodenzahl} \times \text{reduzierter Luftspalt} + \text{Spulenzahl per Nute} - 1}$	1) Mittlere Größen	1) Gebräuchlichste Anordnung 2) Parallelschaltung niederspannungssetzig 3) Verträgt auch Kurzschlußstöße günstig
c	$e_s = a \frac{n(n+3)}{(n+1)^2}$	$P = \beta \frac{4n}{n+3}$	2) Geringer Unterschied zwischen Hoch- und Niederspannung	1) Serienschaltung höchstens 2 fache Parallelschaltung niederspannungssetzig 2) Vereinfachung der Fabrikation
d	$e_s = a \frac{2n}{2n-1}$	$P = \beta \frac{2n}{2n-1}$	3) Parallelschaltung niederspannungssetzig	1) Niedrige Oberspannung 2) Vorgeschriebener induktiver Spannungsabfall
e	$e_s = a \frac{n+1}{n}$	$P = \beta \frac{4n}{n+1}$		1) Niedrige Oberspannung 2) Keine Parallelschaltung niederspannungssetzig

Die Streuungserscheinungen des Transformators haben wir mit der vorliegenden Untersuchung noch lange nicht erschöpft. Das Streufeld beeinflußt die Wirbelstromverluste in den stärkeren Leitern und ganz eigenartig sind die Streuungsphänomene bei unsymmetrischen Belastungen. Jede der hier erwähnten Erscheinungen erfordert eine umfangreiche Untersuchung und wenn wir hiemit die vorliegende Studie abschließen, so tun wir es mit dem Bewußtsein der Pflicht später weiteres zu berichten über die Streuungserscheinungen.

Zusammenfassung.

Vorliegende Untersuchung beschäftigt sich mit der Feststellung der Streufelder bei normaler, symmetrischer Belastung für alle praktisch in Betracht kommenden Wicklungsanordnungen. Die Grundlage hiezu liefert zum Teil die Erfahrung, wodurch eine einfache Methode zum Ausmessen der Streuflüsse möglich wird.

Die Verwertung der Untersuchung erstreckt sich nicht nur auf die Berechnung der Streuspannung der wichtigsten Anordnungen. Zur Beurteilung der Möglichkeit der Parallelschaltung von Spulen mußte vielmehr auch die Streuspannung jeder Spule für sich berechnet werden.

Für Großtransformatoren ergibt sich weiters die Notwendigkeit, die mechanischen Beanspruchungen durch die Stoßkräfte beim Kurzschluß nachzurechnen, da sie durch ihre Größe vielfach der Verwendbarkeit von Spulenanordnungen eine Grenze setzen. Sie zeigt uns das interessanteste Bild aus dem Gebiete der Streuungserscheinungen bei Transformatoren.

Den Schluß der Untersuchung bildet die Beschreibung der praktischen Verwendbarkeit der verschiedenen Wicklungsanordnungen, die in Tabellenform zusammengestellt wird.

Rundschau.

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Theorie und Entwicklung der Hochfrequenzmaschinen. J. Bethenod. Die Schwierigkeiten der Hochfrequenzmaschinen liegen zunächst in der kleinen Polteilung und der geringen Blechstärke, der Maßnahmen zur Verminderung der Eisenverluste, dann in der erforderlichen hohen Tourenzahl. Zur Erzielung einer hohen Umlaufszahl dienten zuerst die Maschinen von Tesla und Ferranti, später von Ewing-Parsons, Lamme und Leblanc für 10 000 bis 15 000 ∼ und von Alexanderson mit 20 000 U. p. M. und 200 000 ∼*). Eine andere Gruppe bilden die Kollektormaschinen von Leblanc, Rüdenberg usw., welche jedoch keine praktische Verwendung gefunden haben. Zur dritten Gruppe gehören die Maschinen mit periodisch veränderlicher Impedanz von Dolezalek und endlich die Maschinen, welche die höheren Harmonischen der Feldkurve benutzen von Balsillie. Die neueste Gruppe bilden die Kaskadenmaschinen, welche durch Goldschmidt eine praktische Lösung fanden**) und bereits bei 40 000 ∼ für Leistungen von 150 *kW* bei 3100 U. p. M. hergestellt werden. Dasselbe Resultat kann man auch durch eine Kaskadenschaltung mehrerer Mehrphasenmaschinen dadurch erhalten, daß der Rotor der ersten (am Stator mit Gleichstrom erregten) mit dem Rotor der zweiten, der Stator der zweiten mit jenem der dritten usw. leitend verbunden ist und alle Rotoren auf einer Welle sitzen.

Zur Regelung der Abstimmung auf die gewünschte Frequenz ist an jede Phase der zweiphasigen Statorwicklung des letzten Generators eine Induktanz und Kondensatoren in Reihe geschaltet. M. Latour hat eine Schaltung vorgeschlagen, bei welcher ein kurzgeschlossener Rotor verwendet wird, dessen Periodenzahl f durch wiederholte Reflexion mittels k mit den Statorwicklungen parallel geschalteten Schwingungskreisen auf $(k+2)f$ erhöht wird. Der Stator ist zu diesem Zwecke mit den Resonanzkreisen $L_2 C_2$, $L_4 C_4$ usw. parallel geschaltet, deren letzter mit der Antenne verbunden ist. Die Schaltung ist in Fig. 1 dargestellt. Die beiden Statorwicklungen E' und E'' sind parallel zu den Resonanzkreisen geschaltet und mit der Gleichstromerregung und der Schutzimpedanz S versehen; in den Resonanzkreisen $L_2 C_2$, $L_4 C_4$, $L_6 C_6$ werden durch Reflexion Frequenzen von der doppelten, vierfachen und sechsfachen Periodenzahl erzeugt. Zur Vermeidung der schädlichen Rückwirkung des Nutzstromes auf das Statorfeld sind die Induktanz L und Kondensator C vorgeschaltet.

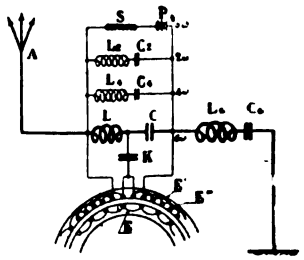


Fig. 1.

(Bull. Soc. Intern. Electr., Juni 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Messungen an Funkentelegraphenstationen. C. J. de Groot beschreibt einige neue Meßmethoden, die er bei der Übernahme von Telefunkenstationen für Sitoebondo (Java) eingeführt hat.

1. Bestimmung der Strahlung der Antenne einer Sendestation. In 10 km von der Sendestation wird

*) E. u. M. 1912, Seite 709.

**) E. u. M. 1911, Seite 167 u. 1913, Seite 583.

Digitized by Google

ein Blitzableiter eines Schornsteins als Antenne benutzt und ein Detektor eingeschaltet, an den ein Hitzdrahtinstrument mit Spule liegt. Man bestimmt nun die Ausschläge α in diesem Galvanometer als Funktion der Stromstärke J in der Sendeantenne, die man durch Änderung der Zahl der Funkenstrecken ändert (obere Kurve in Fig. 2). Bei der höchsten Stromstärke (J im Punkte a) läßt man bei konstanter Erregung die Sendeantenne herunter, so daß die Strahlung verringert wird (Punkt b) dann schaltet man allmählich induktionsfreien Widerstand in die Sendeantenne ein und bestimmt wieder die Ausschläge des Empfangsgalvanometers als Funktion der Sendestromstärke. Sind w_s der normale Strahlungswiderstand, w_s' der der heruntergelassenen Antenne, so gilt $w_s' : w_s = J_1^2 : J^2$; da ferner $w_s - w_s' =$ der beim Punkt c eingeschaltete Widerstand ist, so kann daraus w_s berechnet werden. Die total ausgestrahlte Energie ist dann $W_s = J^2 w_s$ Watt. So ergab sich $w_s = 2{\cdot}18\ kW$ bei einer 5 kW-Station.

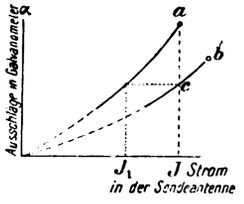


Fig. 2.

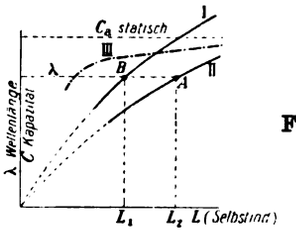


Fig. 3.

2. Bestimmung der Kapazität einer Antenne. Die Antennen-Selbstinduktion L_A bei Eigenschwingung (λ_0) sei konstant angenommen. Man bestimmt nun die Wellenlänge als Funktion der Selbstinduktion der Antenne, die man durch Einschalten von Spulen bekannter Induktion (L_1) ändert (Kurve I in Fig. 3). Hierauf schaltet man eine Kapazität C_1 in die Antenne und ändert abermals die Selbstinduktion durch Einschalten von Spulen (L_2) (Kurve II in Fig. 3). Für die gleiche Welle λ in den Punkten A und B ergibt sich dann die Kapazität $\frac{C_\lambda C_1}{C_\lambda + C_1}$ und C_1, die Selbstinduktion $L_a + L_1$ bezw. $L_a + L_2$. Da die Wellenlängen gleich sind, ist $\frac{C_\lambda C_1}{C_\lambda + C_1} \cdot (L_a + L_1) = C_1 (L_a + L_1)$. Daraus ist C_λ zu berechnen. Die Werte von C liegen auf der Kurve III, die sich asymptotisch dem Wert der statischen Kapazität der Antenne nähert. Letztere kann man nach bekannten Methoden mit der Telephonmeßbrücke bestimmen. Die Antennen-Selbstinduktion bei Eigenschwingung muß bekannt sein.

3. Bestimmung des Strombauches beziehungsweise Spannungsknotens. Das Gebilde Antenne - Gegengewicht wird in der Eichhornschaltung durch Summer erregt und ein System bestehend aus Detektor mit darangelegtem Telephon wird einerseits an Erde angeschlossen, andererseits mittels eines Kontaktes längs der Windungen des Luftdrahtvariometers geführt, bis der Ton im Telephon verschwindet, dort ist der Spannungsknoten. Zur Bestimmung desselben in dem außerhalb des Gebäudes liegende Antennenteil wird längs der Antenne eine Spule verschoben und durch Barettermessungen die Lage bestimmt.

(Jahrbuch drahtl. Tel. Bd. 8, Heft 2.)

Bestimmung der Harmonischen von Spannungskurven durch das Resonanzverfahren. P. de la Gorce. Das von Armagnat (1902) angegebene Resonanzverfahren beruht auf der Anwendung der Resonanz eines einfachen, mit einem regelbaren Widerstande versehenen Schwingungskreises, in welchem das Verhältnis der Spannungsamplituden der Oberwellen zur Grundwelle aus dem Produkte der oszillographisch erhaltenen Stromamplitude A_n und des zur Resonanz erforderlichen Widerstandes R_n, zum entsprechenden Werte $A_1 R_1$ der Grundwelle bestimmt wurde.

Die Meßergebnisse sind jedoch, wie de la Gorce ausführt, infolge des bei verschiedenen Frequenzen veränderlichen Widerstandes und der Energieverluste in den Kondensatoren des Schwingungskreises sehr ungenau. Der Widerstand Rn bestimmt sich nach der Wienschen Formel:

$$R_n = R_0 (1 + k N^2)$$

worin R_0 den Gleichstromwiderstand, N die Frequenz und k eine näher zu bestimmende Konstante ist; die letztere kann mit Hilfe eines Telephonbrückenstromkreises leicht ermittelt werden, in welchem eine feste und bewegliche Induktanz L und L_x und zwei Widerstände R_1 und R_2 eingeschaltet sind, an Hand der Beziehung $\frac{L_x}{L} = \frac{R_2}{R_1}$, worin für L_x der äquivalente Widerstand x dieser Spule plus einem Zusatzwiderstand r und für L der effektive Widerstand R_L dieser Spule gesetzt werden kann. (Fig. 4).

In der gleichen Weise kann auch die Untersuchung der Kapazität der Kondensatoren mit Hilfe der Brückenschaltung erfolgen, wenn statt L und L_x die Kondensatoren C und C_x verwendet werden. Man erhält dann die Beziehung:

$\frac{C}{C_x} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{x}{r}$ (r in Reihe mit C geschaltet). Nach der beschriebenen Methode kann man somit in genauerer Weise die Fehlerquellen des von Armagnat angegebenen Verfahrens ermitteln. Es empfiehlt sich dabei, die Resonanz auf hohe Kapazität und geringe Selbstinduktion einzustellen.

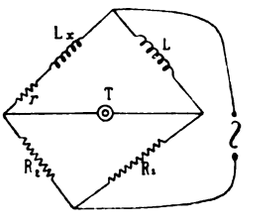


Fig. 4.

(Bull. Soc. intern. Electr., Juni 1914.)

Leitungen.

Lebensdauer von Unterseekabeln. Die Telegraphenkabelgesellschaften nehmen gewöhnlich als Lebensdauer der Kabel 40 Jahre an. In Wirklichkeit ist ihre Lebensdauer viel länger, wie nachstehendes Verzeichnis beweist:

Kabelstrecke	In Betrieb gesetzt
Calais—Dover	1853
Middelkerke—Ramsgate (England)	1858
Zandvoort (Holland)—Lowestoft (England)	1858
Otranto—Korfu	1861
Malta—Modica	1869
Gibraltar—Malta	1870

Hiezu ist zu bemerken, daß die Kabelfabrikation im Laufe der Jahre große Fortschritte zu verzeichnen hat: Die neuen Unterseekabel dürften sonach eine noch weit größere Lebensdauer aufweisen. Die Guttaperchaumwicklung, die den Leiter isoliert, scheint im Meere eine unbeschränkte Haltbarkeit aufzuweisen. Proben von Guttapercha, die anläßlich von Reparaturarbeiten 50 Jahre nach der Auslegung an die Meeresoberfläche gebracht wurden, haben gezeigt, daß sie sich in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften in keiner Weise verändert hat.

(Annales des Postes, Télégraphes et Téléphons, Juni 1914.)

Elektrische Beleuchtung.

Beleuchtung von Straßenbahnwagen mit Wolframlampen. Porter und Storley. Die neuesten Fortschritte bildet der Ersatz der Kohlenfadenlampen durch 23 und 36 W-Wolframlampen, wodurch die Beleuchtung um 66% zunahm, bei einer Energieersparnis von 44 bis 65%. Die Lampen werden vorteilhaft in einer Reihe im Deckenzentrum angeordnet, bei einer Beleuchtung von 25 bis 30 Meterkerzen, das ist 13 W pro m^2 Bodenfläche. Die Lampen sind mit Glasreflektoren und einem Lampenhalter mit Sicherung gegen das Herabfallen versehen. Die Brenndauer kann bei 1·2 W pro NK mit 1200 bis 1500 Stunden veranschlagt werden. Die Instandhaltungs- und Stromkosten (bei 5 Heller pro kWh) betragen nur 6·5 Heller pro Lampenstunde, gegen 9·5 Heller bei der Kohlenfadenlampe; die Kosten der Reflektoren und Aufhängung können daher schon nach kurzer Zeit durch die Ersparnisse gedeckt werden.

Vergleichende Versuche mit verschiedenen Lampentypen ergaben bei Verwendung von 10 bezw. 15 Kohlenfadenlampen zu 64 W eine mittlere Beleuchtung von 8·5 bis 9 Lumen pro Quadratfuß, das ist 0·4 bis 1·3 Lumen pro W, gesamter Wattverbrauch 960 bis 1600 W, bei Verwendung von 5 beziehungsweise 6 Wolframlampen zu 56 W, 10·25 bis 11·5 Lumen pro Quadratfuß oder 2·4 bis 2·9 Lumen pro W bei 560 W Gesamtverbrauch; die Kosten der Wagenbeleuchtung pro Stunde stellen sich dann auf 5·7 bis 9·5 Heller bei Kohlenfaden- und 4·7 Heller bei Wolframlampen. Der Vergleich der Kosten in Heller bei Verwendung verschiedener Lampentypen stellt sich, wie folgt:

	Erneuerungskosten pro Stunde*)	Stromkosten pro Stunde (5 Heller pro kWh)	Gesamtkosten pro Stunde
64 W Kohlenfaden	0·04	0·32	0·36
23 W = Wolfram	0·15	0·11	0·22
36 W = Wolfram	0·15	0·18	0·28
56 W = Wolfram	0·13	0·28	0·41
94 W = Wolfram	0·24	0·47	0·71

(The Electr., 17. 7. 1914).

*) Brenndauer 1200 Stunden.

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über die Energie der Elektronenemission glühender Körper. A. Wehnelt und E. Liebreich, Berlin. Die Energie U, die durch die aus einem glühenden Draht ent-

Digitized by Google

weichenden Elektronen dem Metall entzogen wird, ist nach C. W. Richardson gegeben durch die Beziehung

$$U = e N \left(\Phi + \frac{2 R T}{e}\right),$$

worin N die Zahl der vom glühenden Draht entweichenden Elektronen, T die absolute Temperatur, R die sogenannte Gaskonstante für ein Elektron, e dessen Ladung und Φ den Potentialsprung, welcher an der Oberfläche herrscht, darstellt. Diese durch das Entweichen der Elektronen dem Glühdraht entzogene Energiemenge bewirkt eine Temperaturerniedrigung, die zuerst von Wehnelt und Jentzsch am Kalziumoxyd nachgewiesen worden ist. Hiebei stellte sich heraus, daß die Abkühlung größer war, als die Theorie verlangt. Richardson hat sich in neuerer Zeit mit demselben Gegenstand beschäftigt und durch Messungen an einem Wolframdraht gefunden, daß für diesen sich Werte von Φ ergeben, die seiner Theorie entsprechen, aus welchen Versuchen er den Schluß zog, daß in den Messungen von Wehnelt und Jentzsch an mit Kalziumoxyd überzogenen Platindrähten Fehlerquellen in der Versuchsanordnung die Richtigkeit der Ergebnisse beeinträchtigt hätten. Andererseits hat Richardson in jüngster Zeit selbst Messungen an Kalziumoxyd angestellt und das Ergebnis bestätigt, daß die von ihm aufgestellten Beziehungen für das Kalziumoxyd nicht zutreffen. Wehnelt und Liebmann haben nun selbst weitere Versuche zur Klärung der Frage angestellt und gefunden, daß das zeitliche Verhalten der Elektronenemission an einem mit Kalziumoxyd überzogenen glühenden Platindraht bei Drucken unterhalb $^1/_{10\,000}$ mm Hg und mittleren Temperaturen zwischen 1200° bis 1500° durch mehrere Perioden charakterisiert ist. Zuerst tritt ein Minimum ein, alsdann folgt eine Periode wachsender Emission, hierauf ein scharf ausgeprägtes Maximum und schließlich ein jäher Abfall zu geringen Werten. Der mit der Elektronenemission zusammenhängende Abkühlungseffekt zeigt einen ähnlichen Verlauf, nur mit dem Unterschied, daß das Maximum etwas früher als das Maximum der Elektronenemission einsetzt, woraus sich ergibt, daß die Richardsonsche Formel nicht direkt anwendbar ist. Das an den Kalziumoxydelektroden unter gewissen Umständen beobachtete Maximum des Elektrodenstroms hängt von Temperatur, angelegter Spannung und dem Druck im Rohr ab. Diese besonderen Umstände sind dadurch bedingt, daß Stoßionisation eintritt. Die beobachtete Stoßionisation ist durch Wasserstoffabgabe des Drahtes verursacht.

(Phys. Zeitschr. Nr. 11, 1914.)

Literatur-Bericht.

Die Einphasenmotoren nach den deutschen Patentschriften. Von Dr. Ing. Erich Dyhr. 182 Seiten mit 112 Textfiguren. Berlin 1912, Julius Springer. Preis Mk. 6.

In der ursprünglich als Dissertation entstandenen Schrift will der Verfasser sämtliche wichtigeren Erscheinungen auf dem Gebiete der Einphasen-Kollektormotoren, wie sie in den deutschen Patentschriften niedergelegt sind, von einem einheitlichen Standpunkte aus kritisch untersuchen. Die Schrift stellt sich demnach als eine Erweiterung der bekannten Arbeit von Görges*) dar und dies nicht nur ihrem Zwecke nach, sondern sie lehnt sich auch hinsichtlich Theorie und Methode (Vektordiagramme) an diese vollständig an.

Es ist bedauerlich, daß die Erläuterung der Untersuchungsmethode nur fragmentarisch im Beginne wiedergegeben wird, ein Mangel, den der Verfasser selbst zugibt. So hätte es vor allem nicht geschadet, den Aufbau des Vektordiagrammes für den Atkinson-Nebenschluß-Kurzschlußmotor (wie ihn der Verfasser nennt) vollständig auseinanderzusetzen. Ob es eine glückliche Idee war, diesen Motor gerade mit seinen in zwei zueinander senkrechten Achsen kurzgeschlossenen Bürstenpaaren als Ausgangsschaltung zu wählen, bleibe dahin gestellt. Man muß sich erinnern, daß dieser Motor eigentlich das Ersatzschema für den gewöhnlichen kollektorlosen Einphasen-Induktionsmotor nach der Theorie von Potier-Görges darstellt, also mit den regelbaren Motoren hinsichtlich der Arbeitsweise wenig Berührungspunkte besitzt.

Eine besondere Beachtung wird der Entstehung des Drehmomentes geschenkt. Die Anschauung hat hier noch keinen Eingang gefunden, daß man das von zwei Wicklungssystemen ausgeübte Drehmoment auch bestimmen kann aus dem Produkt: AW des einen Wicklungssystems × AW des zweiten × Sinus des räumlichen Winkels zwischen ihren Achsen × Cosinus ihres zeitlichen Phasenwinkels × Konstante**), wobei zu einem nach außen wirksamen Drehmoment sich das eine Wicklungssystem auf dem Läufer und das andere auf dem Ständer befinden muß. Diese Anschauung, welche ähnlich bei einer Diskussion über das Drehmoment des Winter-Eichberg-Motors im Wiener Elektrotechnischen Verein (am 6. Dezember 1911) geäußert wurde (seitens Herrn Ing. Scherer?), ist sehr geeignet, gewisse prinzipielle Fragen über das Drehmoment mit vollständiger Sicherheit ohne schwierige Überlegung zu entscheiden, und es wäre deren Anwendung vielleicht bei einer solchen übersichtlichen Darstellung, wie sie die Schrift beabsichtigt, von Nutzen gewesen.

Im übrigen muß man dem Verfasser zu Dank verpflichtet sein, daß er den spröden und umfangreichen Stoff in einer recht gründlichen und doch kurzgefaßten Schrift zu meistern versucht hat. Am Schlusse wird ein Verzeichnis der deutschen Patentschriften über ein- und mehrphasige Stromwendermotoren nebst einer kurzen Inhaltsangabe angefügt. Ebenso findet man teils im Text, teils im Anhang ein ziemlich vollständiges Literaturverzeichnis über beide Motorgattungen. Auch aus diesem Grunde ist die Schrift als ein willkommenes und nützliches Nachschlagewerk zu begrüßen.

Moser.

*) „Das Verhalten der Wechselstrom-Motoren in einheitlicher Betrachtungsweise". E. T. Z. 1907.

**) Die Konstante enthält außer dem Quadrat der Polzahl ein Maß für die magnetische Leitfähigkeit.

Briefe an die Redaktion.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Betrifft Stromtarife.

Zu dem Vorschlage von Herrn W. v. Winkler in Heft 28 auf Seite 608, einen Tarif vorzusehen, bei dem eine Grundtaxe auf den Anschlußwert in Normalkerzen (nicht in *kW*) und der Lichtstrom durch Zähler zum Grundpreis des Kraftstroms ohne Rabatt bemessen wird, bemerke ich, daß dieses Verfahren trotz seiner scheinbaren Einfachheit wohl schwerlich größeren Eingang finden wird.

Unser ganzes Streben muß doch darauf gerichtet sein, das Lichtbedürfnis und die Ansprüche an die Beleuchtung zu steigern. Nur dann kann das elektrische Licht gegenüber dem Gas erfolgreich bestehen. Gleichzeitig wird dadurch der Fortschritt im Beleuchtungswesen gefördert.

Die ungünstigen Erfahrungen, die man mit auf der Lichteinheit beruhenden Tarife in Frankreich gemacht hat (vgl. auch G. Siegel „Die Tarife der wichtigsten, mit elektrischer Arbeit versorgten Länder" in E. T. Z. 1914, Seite 815), sollten eindringlich vor Anwendung ähnlicher Tarife (die nur zur Einschränkung des Lichtbedürfnisses und zur Wiedereinführung minderwertiger Lichtquellen ermuntern würden) warnen.

Zwickau i. Sa., 6. August 1914. *Gustav W. Meyer.*

Erwiderung.

Es gibt zwei Standpunkte, von welchen man einen Tarif beurteilen kann. Der eine ist der, den Stromkonsum unter allen Umständen auszubreiten, indem man den Stromkonsumenten möglichst viele Konzessionen macht, der zweite der, auch auf die Lebensbedingungen des Stromlieferanten Rücksicht zu nehmen. Der erste hat seine Berechtigung, solange nicht offenkundig eine Schädigung des Stromerzeugers bewirkt wird, und nur von diesem Standpunkt aus ist mein Vorschlag zu beurteilen. Ich habe ausdrücklich darauf hingewiesen, daß, während der Pauschalkonsument einen Lichtkonsum für preiswert findet, welcher nach dem seinerzeitigen spezifischen Wattverbrauch berechnet wurde, der Zählerkonsument durch die neuen Erfindungen der Glühlampentechnik allein so enorme Vorteile genießt, daß dadurch einerseits eine Schädigung der Elektrizitätswerke, andererseits eine grobe Unbilligkeit gegenüber dem Pauschalkonsumenten eintritt. Der Hinweis darauf, daß hohe Tarife den Konsum beeinträchtigen, dürfte nicht überzeugend genug sein. Mein Vorschlag bedingt ja keine Verteuerung, sondern hindert nur eine unberechtigte, schädliche, einseitige Verbilligung. Ich bin nicht soweit Idealist, um das „ganze Streben darauf gerichtet zu sehen, das Lichtbedürfnis und die Ansprüche an Beleuchtung zu steigern", sondern bin soweit Realist, um diese Steigerung nur dann zu bewirken, wenn ich selbst keinen Schaden davon leide, und gestehe offen, daß mein ganzes Streben dahin gerichtet ist, jenen Kreis von Konsumenten, den ich technisch befriedigen kann, so zu befriedigen, daß auch das von mir geleitete Werk gedeiht, und dazu gehört meiner Ansicht nach auch das Hintanhalten von offenkundigen Nachteilen, welche der Zählertarif bei ausschließlicher Berechnung der verbrauchten Kilowattstunden zufolge der neueren Erfindungen mit sich bringt.

Klagenfurt, 17. August 1914. *Ing. Winkler.*

Schluß der Redaktion am 1. September 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507,

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Einige Praktikumsaufgaben über die Bestimmung des magnetischen Kraftflusses und der Koeffizienten der gegenseitigen Induktion. Von Privatdozent Dr. P. Ludewig, Freiberg i. Sa. 741

Die Erfahrungen der Gewerbe-Inspektoren in der Elektrizitätsindustrie 744

Rundschau:
- Elektrizitätswerke, Anlagen 747
- Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger . . 747
- Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 748
- Leitungen 748
- Telegraphie und Telephonie 749
- Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie 749
- Strahlungslehre 749

Chronik 750

Literatur-Bericht 751

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
- Rotationspumpen 751

Berichtigung 752

Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *457—460*

Einige Praktikumsaufgaben über die Bestimmung des magnetischen Kraftflusses und der Koeffizienten der gegenseitigen Induktion.

Von Privatdozent **Dr. P. Ludewig**, Freiberg i. Sa.

Bei der Neueinrichtung des physikalischen und elektrotechnischen Laboratoriums an der Kgl. Sächs. Bergakademie zu Freiberg i. Sa. (Direktor: Prof. Dr. G. Brion) wurde auf die Einrichtung einiger Praktikumsaufgaben aus dem Gebiet des Magnetismus besonderer Wert gelegt, und zwar wurden solche Aufgaben gewählt, die dem Studierenden den wichtigen Begriff des magnetischen Kraftflusses vermitteln sollen. Über diese Aufgaben ist im folgenden etwas eingehender berichtet, weil es wahrscheinlich ist, daß anderen Laboratorien die im unterzeichneten Institute gemachten Erfahrungen von Nutzen sein können. Ein Vorteil der beschriebenen Aufgaben besteht darin, daß sie mit relativ einfachen Mitteln einzurichten sind und daß bei ihnen die Wirkungsweise des ballistischen Galvanometers, das dem Anfänger große Schwierigkeiten zu machen pflegt, besonders anschaulich hervortritt.

I. Theoretische Grundlagen: Wird der durch eine Spule von der Windungszahl N hindurchgehende Kraftfluß Φ geändert, so ist nach dem Maxwellschen Gesetz die in der Spule erzeugte elektromotorische Kraft e:

$$e = N \frac{d\Phi}{dt} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 1).$$

Verbindet man die Enden der Spule (eventuell unter Vorschaltung eines geeigneten Widerstandes, um eine günstige Dämpfung einzustellen) mit einem ballistischen Galvanometer, so gilt, wenn man mit

α den ballistischen Ausschlag des Galvanometers,
C die ballistische Konstante „ „ .
i den Momentanwert des Stroms

bezeichnet:

$$\int i\,dt = C \cdot \alpha \quad \ldots \ldots \ldots \quad 2).$$

Andererseits ist aber

$$\left.\begin{aligned} i &= \frac{e}{R} \\ i &= \frac{N \frac{d\Phi}{dt}}{R} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 3),$$

wenn man mit R den Gesamtwiderstand des Galvanometerkreises bezeichnet.

Setzt man die Gleichung 3) in Gleichung 2) ein, so erhält man:

$$\int i\,dt = \int \frac{N}{R} \frac{d\Phi}{dt} dt \quad \ldots \ldots \ldots \quad 4)$$

oder

$$C\alpha = \int \frac{N}{R} \frac{d\Phi}{dt} dt \quad \ldots \ldots \ldots \quad 5),$$

daraus folgt:

$$\Delta\Phi = \left(\frac{C R}{N}\right) \cdot \alpha \quad \ldots \ldots \ldots \quad 6),$$

das heißt der Ausschlag des ballistischen Galvanometers ist der Änderung des Induktionsflusses proportional. Dabei ist vorausgesetzt, daß die Schwingungsdauer des Galvanometers groß ist im Vergleich zu der Zeit der

Digitized by Google

Änderung des Induktionsflusses, das heißt, daß das Galvanometer seine Ruhelage noch nicht merklich verlassen hat, wenn der Stromstoß schon vorüber ist. Bei den meisten Galvanometern läßt sich diese Bedingung durch Vergrößerung des Trägheitsmomentes des schwingenden Systems erreichen.

II. Eichung des ballistischen Galvanometers. Aus der Formel 6) folgt, daß es möglich ist, das ballistische Galvanometer zu eichen, wenn man auf irgend eine Weise eine bekannte Kraftflußänderung herstellen kann. Dabei müssen die rein elektrischen Eigenschaften des Galvanometerkreises ungeändert bleiben; im besonderen muß, was bei der praktischen Ausführung leicht übersehen werden kann, der Widerstand R des Galvanometerkreises konstant bleiben. Die Eichung läßt sich in bequemer Weise nach folgenden beiden Methoden ausführen.

1. Methode. Hat man eine Normalspule gegenseitiger Induktivität*) M zur Verfügung, deren Koeffizient der gegenseitigen Induktion M bekannt ist, so verfährt man am besten folgendermaßen: Man schaltet nach Fig. 1 die Sekundärspule in den Galvanometerkreis ein. Beim Kommutieren des primären Stroms J_1 erhält man im Galvanometer G einen Ausschlag α, und zwar besteht folgende Beziehung:

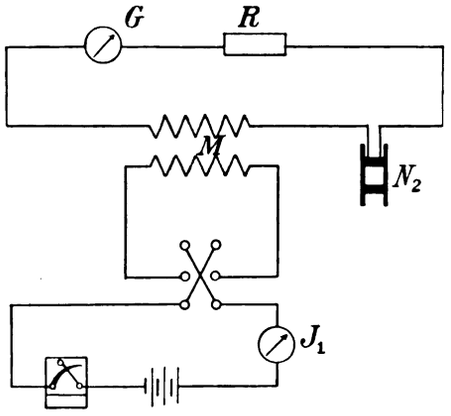


Fig. 1.

$$2\,M\,J = (C\,R)\,.\,\alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7).$$

Diese Formel läßt sich ohne weiteres aus der Beziehung

$$e = M\,\frac{d\,J}{dt}$$

ableiten. Es ist bequem, bei allen vorkommenden Rechnungen die Größen — hier M und J — in absoluten Einheiten auszudrücken.

Aus der Formel 7) ergibt sich das Produkt $C\,R$:

$$C\,R = \frac{2\,M\,J}{\alpha},$$

das für die Eichung nötig ist.

2. Methode. Man kann sich ein Kraftflußetalon mit zwei gleichen permanenten Magneten in folgender Weise herstellen. Nach Fig. 2 werden die beiden Magnete in ein Messingrohr A so eingesteckt, daß sie sich mit den gleichnamigen Polen berühren und in dieser Lage durch Messingstöpsel, die mit Bajonettverschluß und Spiralfedern versehen sind, festgehalten werden. Über das Messingrohr ist eine Spule D von der Windungszahl N geschoben, die von der Mitte des einen Magneten (Stellung I) bis zur Mitte des anderen Magneten (Stellung II) verschoben werden kann, und zwar ist die Spule mit dem Messingrohr B fest verbunden. Das Messingrohr B läßt sich über dem Messingrohr A leicht verschieben. Es ist so lang gewählt, daß es beim Anschlagen gegen die Stützen C die Spule N gerade über die Mitte der Magneten bringt. Bezeichnet man mit Φ den Induktionsfluß eines Magneten, so ändert sich bei der Verschiebung der Spule aus Stellung I in Stellung II der Induktionsfluß um $2\,\Phi$. Dadurch entsteht im ballistischen

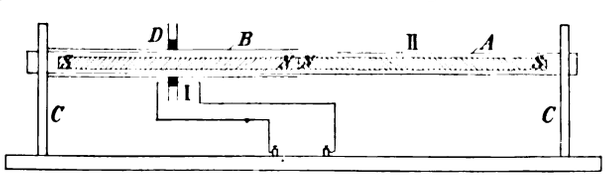


Fig. 2.

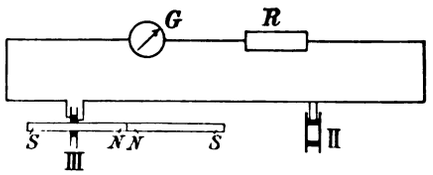


Fig. 3.

Galvanometer G (Schaltung Fig. 3) ein Ausschlag α, für den die Beziehung gilt:

$$\Delta\,\Phi = 2\,\Phi = \frac{(C\,R)}{N}\,\alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8).$$

Es ist also das für die Eichung nötige Produkt $(C\,R)$:

$$C\,R = \frac{2\,\Phi\,N}{\alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9).$$

Um die im folgenden beschriebenen Versuche durchführen zu können, waren zwei derartige Induktionsnormale*) nötig, deren Magnete folgende Dimensionen hatten:

	I	II
Länge	11·7 *cm*	21·1 *cm*
Durchmesser	0·55 *cm*	1·3 *cm*

Den Studierenden werden zur Eichung diese Induktionsnormale gegeben, da sich bei ihrer Verwendung die Schaltungen wesentlich vereinfachen. Das Φ der Magnete ist natürlich einmal zu bestimmen und das geschieht mit der Normale der gegenseitigen Induktion nach der unter I beschriebenen Methode. Für die beiden genannten Induktionsnormale ergeben sich die beiden Werte:

$$\Phi_{\mathrm{I}} = 1010\ (C\,G\,S\ \text{Einheiten}),$$
$$\Phi_{\mathrm{II}} = 4240\ (C\,G\,S\ \text{Einheiten}).$$

(Es ist in den folgenden Ausführungen immer der Primärstromkreis mit dem Index I, die zu der Sekundärspule gehörenden Größen mit dem Index II und die für die Eichung in Betracht kommenden Größen mit dem Index III bezeichnet. Bei der Ausführung der Versuche ist in jedem Fall darauf zu achten, daß die magnetischen Wirkungen der eingeschalteten Spulen und die der permanenten Magnete sich nicht gegenseitig beeinflussen. Man muß daher die in Frage kommenden Apparate möglichst weit voneinander und so aufstellen, daß diese Beeinflussung möglichst gering wird.)

III. Die Verteilung des Magnetismus eines Stabmagneten. Ein Stabmagnet M von 33·6 *cm* Länge und 2·11 cm^2 Querschnitt ist (siehe Fig. 4) zwischen den beiden Holzstäben A und B so

*) Solche Spulen werden von den Firmen Siemens & Halske und Hartmann & Braun fertig geliefert.

*) Auf der Photographie der Fig. 16 rechts und links vorn.

(Siehe Fortsetzung in Heft 38.)

Digitized by Google

montiert*), daß eine kurze Spule D bei einer Verschiebung über dem Magnetstab und den Holzstäben überall den gleichen Querschnitt findet und daher

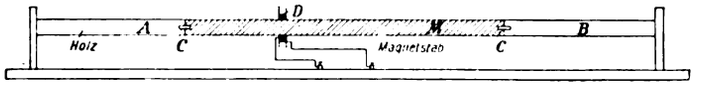


Fig. 4.

leicht bewegt werden kann. Um den Magnetstab mit den Holzstäben zu verbinden, werden kurze Messingstückchen C benutzt, die in kleine Vertiefungen im Holz- und Magnetstab eingreifen. Die verschiebbare Spule ist so konstruiert, daß sie den Magnetstab so eng wie möglich umschließt. Sie wird unter Zwischenschaltung der Spule *III* des Induktionsnormals (von geringem Φ) in der Schaltung nach Fig. 3 unter Zwischenschaltung des Widerstandes R mit dem ballistischen Galvanometer verbunden. Bei einer plötzlichen, möglichst schnellen Verschiebung der Spule *II* (Windungszahl N_{II}) über dem Stabmagneten entsteht beim Schneiden der aus dem Magneten austretenden Kraftlinien ein Ausschlag α_{II}, und zwar gilt:

$$\Delta\Phi = \frac{(C\,R)}{N_{II}}\,\alpha_{II} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10).$$

Beim schnellen Verschieben der Spule *III* (Windungszahl N_{III}) des Induktionsnormals von Stellung *I* in Stellung *II* erhält man einen Ausschlag α_{III}, für den nach Formel 8) die Beziehung gilt:

$$2\,\Phi_{III} = \frac{(C\,R)}{N_{III}}\,\alpha_{III} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 11).$$

Die Vereinigung von Formel 10) und 11) ergibt durch Elimination von $(C\,R)$:

$$\Delta\Phi = \frac{2\,\Phi_{III}\,N_{III}}{N_{II}\,\alpha_{III}}\,.\,\alpha_{II} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 12).$$

Um nun die Kraftflußänderung in dem Stabmagneten zu bestimmen, verfährt man folgendermaßen: Man verschiebt die Spule *II* von der Mitte des Stabmagneten bis zu einem Anschlag, und zwar befestigt man diesen Anschlag in 2, 4, 6 *cm* Entfernung von der Mitte. Man erhält bei jeder Verschiebung einen Ausschlag α, den man in eine Tabelle (siehe Tabelle I) einträgt. Dabei ist die Mitte des Magneten mit 50 bezeichnet. Man legt zunächst die sogenannte neutrale Zone fest, das heißt die Zone, in der keine Kraftlinien den Magneten verlassen. Das geschieht in der Weise, daß man die Stelle sucht, an der bei Verschiebung der Spule *II* um einige Millimeter kein Ausschlag erfolgt. Hier ist angenommen, daß diese Stelle genau in der Mitte des Magneten, also bei 50, liegt. Die Tabelle enthält die Werte von α bei Verschiebung der Spule *II* nach beiden Seiten von der Mitte aus. Man muß, wenn der Magnet gleichmäßig magnetisiert ist, für beide Seiten gleiche Werte erhalten. Bezeichnet man mit $\mathfrak{B}$ die magnetische Induktion, das heißt den Kraftfluß pro Querschnittseinheit, so gilt für die Änderung der magnetischen Induktion, die einem bestimmten Anschlag entspricht:

$$\Delta\mathfrak{B} = \frac{\Delta\Phi}{q} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 13),$$

wo q der Querschnitt des Magnetstabes ist. Durch Vereinigung von Gleichung 12) und 13) erhält man die Beziehung

$$\Delta\mathfrak{B} = \frac{2\,\Phi_{III}\,N_{III}}{q\,N_{II}\,\alpha_{III}}\,\alpha_{II} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 14).$$

*) In der Fig. 16 das lange, über den Induktionsnormalen stehende Gestell.

Diese Formel ist benutzt, um die in Tabelle I verzeichneten $\Delta\mathfrak{B}$ zu bestimmen. Dabei hatten die in der Gleichung 14) im Quotienten enthaltenen Größen folgende Werte:

$\Phi_{III} = 1010$ C. G. S. Einheiten. $\quad q = 2{\cdot}11\ cm^2$,
$N_{III} = 100$. $\quad N_{II} = 25$,
$\alpha_{III} = 15{\cdot}9\ cm$.

Tabelle I.

Verschiebung	α *cm*	$\Delta\mathfrak{B}$	$\delta\mathfrak{B}$	Verschiebung	α	$\Delta\mathfrak{B}$
50—52	0·5	119·7		50—48	0	0
			216			
50—54	1·4	336			0·4	96
			239			
56	2·4	575		44	1·2	287
			293			
58	3·6	862		42	2·6	623
			408			
60	5·3	1270		40	4·8	1150
			625			
62	7·9	1895		38	7·7	1845
			915			
64	11·7	2810		36	12·2	2925
			1580			
66	18·3	4390		34	18·2	4365
			1360			
68	24·0	5750		32	24·0	5750
			175			
70	24·7	5925		30	24·7	5925
			40			
72	24·9	5965		28	24·9	5965
			25			
74	25·0	5990		26	24·9	5965
			0			
76	25·0	5990		24	24·9	5965

Trägt man die in Tabelle I enthaltenen Werte graphisch in der Weise auf, daß man die Magnetstablänge als Abszisse und die $\Delta\mathfrak{B}$ als Ordinaten einträgt, so erhält man das Diagramm der Fig. 5. Es ist daraus zu er-

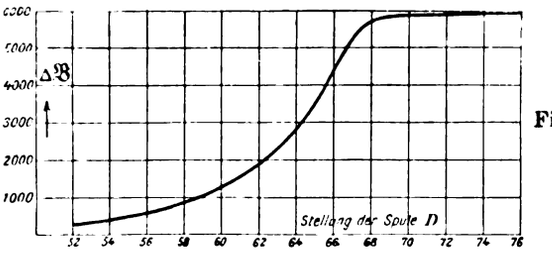


Fig. 5.

sehen, daß der Stab in der Mitte zwar nicht vollkommen richtig magnetisiert ist, daß aber doch im ganzen die Werte gut übereinstimmen. Die Enden des Magneten liegen bei 33·3 und 66·7 *cm*. Man sieht, daß kurz vor diesen Stellen entsprechend der besonders großen Zahl der hier austretenden Kraftlinien der Kraftfluß sich besonders stark ändert.

Will man ein noch anschaulicheres Bild der magnetischen Verhältnisse haben, so trägt man in ein Diagramm nicht die $\Delta\mathfrak{B}$ auf, sondern Werte, die der an jeder Stelle des Magneten austretenden Kraftlinienzahl proportional sind. Es sind

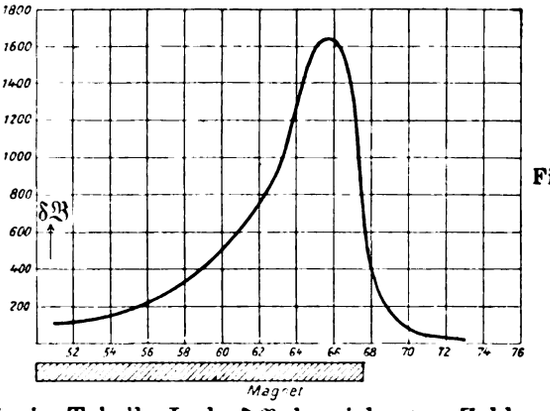


Fig. 6.

das die in Tabelle I als $\delta\mathfrak{B}$ bezeichneten Zahlen, die dadurch erhalten werden, daß von zwei aufeinander folgenden Werten von $\Delta\mathfrak{B}$ die Differenz genommen wurde. Man erhält so die Kurve der Fig. 6, die die

Digitized by Google

Kraftlinienverteilung des Magneten anschaulich wiedergibt. Man ersieht daraus, daß naturgemäß in der Mitte des Magneten nur wenig Kraftlinien austreten — daß die Kurve nicht ganz auf Null geht, liegt daran, daß bei der Verschiebung der Spule *II* immer über eine endliche Strecke integriert wird — daß das Maximum der Kraftlinien den Magneten an einer Stelle verläßt, die zirka 2 *cm* vom Ende des Magneten entfernt liegt. Diesen Punkt bezeichnet man gewöhnlich als „Pol" des Magneten und denkt sich die Wirkung des ganzen Stabes in ihm zusammengedrängt. Das ist aber, wie aus unserer Kurve hervorgeht, nicht vollkommen korrekt.

Diese Bestimmung der Kraftlinienverteilung aus den $\delta\mathfrak{B}$-Werten ist eine relativ rohe Methode. Man erhält genauere Werte, wenn man an die Kurve der Fig. 5 an möglichst vielen Punkten Tangenten legt. Der Tangens der so entstehenden Winkel ist dem Differentialquotienten gleich und damit ein exaktes Maß für die Kraftlinienzahl. Man erhält so eine der Fig. 6 entsprechende Kurve, die für die Mitte des Magneten den Wert Null ergibt.

(Schluß folgt.)

Die Erfahrungen der Gewerbe-Inspektoren in der Elektrizitätsindustrie.

Vor kurzem ist der Bericht des k. k. Gewerbe-Inspektorates erschienen*), in welchem die Erfahrungen der Gewerbe-Inspektoren in ihrer Amtstätigkeit im Jahre 1913 niedergelegt sind. Nebst einer Tabelle über den Personalstand und die Dislokation des Gewerbe-Inspektionsdienstes sowie einer Zusammenstellung der im Jahre 1913 erflossenen Gesetze und Ministerialverordnungen, welche den Wirkungskreis der Gewerbe-Inspektion berühren, werden in einem allgemeinen Bericht des k. k. Zentralgewerbe-Inspektors Viktor Würth die wesentlichsten Punkte aus den Einzelnberichten zusammengefaßt, woran sich die Ergebnisse der Amtstätigkeit aus den 42 Amtsbezirken, ferner des Inspektorats für die Bauarbeiten in Wien, für die Wasserstraßen in Prag und des Binnenschiffahrts-Inspektors sowie der Inspektoren für die k. k. Tabakfabriken anschließen.

In äußerst übersichtlicher und dabei klarer Weise wird hier über die Erfahrungen Bericht erstattet, die die Gewerbe-Inspektoren in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht, auf dem Gebiete der Sozialpolitik und der Hygiene sowie des Schutzes der Arbeiter gemacht haben. Der Bericht kargt nicht mit Lob über Anlagen, die in jeder Weise den Anforderungen des modernen Arbeiterschutzes und der fortgeschrittenen Technik entsprechen, aber er unterläßt auch nicht, viele Schäden aufzudecken und bloßzustellen, deren Beseitigung energisch gefordert werden muß.

Aus der Fülle des Materiales seien hier nur einige wenige besonders beachtenswerte Momente hervorgehoben, insbesondere so weit sie das Gebiet der Elektrotechnik und des Großmaschinenbaues betreffen.

Im Berichtsjahr wurden in 40 756 Bezirken (gegen 38 823 im Jahre 1912) 44 441 (42 319) Revisionen vorgenommen. Von den 17 034 Fabriken wurden 73·7% (gegen 71·9% im Vorjahr) der Inspektion unterzogen.

Von den bestehenden 25 Gewerbeklassen interessiert uns besonders die Klasse XVIII: Zentralanlagen für Kraftlieferung, Beheizung und Beleuchtung. Diese umfaßt 1324 unfallversicherungspflichtige Betriebe und 682 fabriksmäßige Betriebe mit 6735 Arbeitern. Es wurden 724 Betriebe inspiziert.

Mit Ausnahme einiger Wiener Bezirke, ferner der Bezirke Zara und Tetschen wird von den Inspektoren im Berichtsjahr ein Rückgang im Entstehen neuer Industrieobjekte und in der Vergrößerung bestehender in allen Bezirken gemeldet, was seinen Grund in der allgemeinen Geldknappheit und Ermanglung an genügender Bautätigkeit hat. Vielfach wurde mit eingeschränkter Arbeitszeit gearbeitet, in vielen Fabriken wurden Arbeiter entlassen. In einigen Bezirken war jedoch eine erfreuliche Zunahme zu bemerken. Neu errichtet wurden 670 Industrieanlagen (840 im Vorjahr), erweitert wurden 560 (620); hingegen wurden 450 (250) Betriebe im Jahr 1913 aufgelassen.

Um so erfreulicher ist der Aufschwung in der elektrischen Energieerzeugung im Berichtsjahr, denn 11% aller Neugründungen betrafen Elektrizitätswerke. Ferner wird die Neuerrichtung von elektrotechnischen Etablissements (Fabriken für Starkstrom- und Schwachstromapparate, Zähler, Installationsmaterial, Kleinmotoren usw.) registriert.

Der Bericht zählt 74 (67 im Vorjahr) neugegründete Elektrizitätswerke und 38 (21) Erweiterungen auf*). Dies hat seinen Grund in der allgemein steigenden Verwendung des Elektromotors im Kleingewerbe, was sich besonders in den Bezirken Tetschen, Reichenberg, Pardubitz und Königgrätz bemerkbar machte. In allen Einzelnberichten werden die Vorteile des elektrischen Betriebes der Arbeitsmaschinen ausdrücklich hervorgehoben.

An das Leitungsnetz der Elektrizitätszentrale Reichenberg sind 3444 (2671) Motoren für 8588 *PS* (6597 *PS*) insgesamt angeschlossen. Im Bezirk Brünn kamen in 40 Anlagen Elektromotoren zur Aufstellung. Eine Papierfabrik im Bezirk Laibach und eine Malzfabrik im Bezirk Olmütz erhielt elektrischen Einzelantrieb der Arbeitsmaschinen; interessant ist in letzterer die Einrichtung eines elektrischen Malzpfluges. Im Bezirk Tetschen kamen 110 Elektromotoren zur Aufstellung, in Königgrätz 50 Motoren. Der Bericht hebt ausdrücklich ein Eisenwerk im Karlsbader Bezirk hervor, das durch eine 20 km lange Hochspannungsleitung 1000 *PS* elektrischer Energie bezieht. In einem Kohlenwerk im Bezirk Teschen wird durch Abfallkohle soviel Strom erzeugt, daß eine Anzahl Kleinbetriebe, ein städtisches Elektrizitätswerk, eine Maschinenfabrik und ein Eisenwerk an das Werk angeschlossen werden konnten.

In den industriellen Unternehmungen macht sich, wie der Bericht ausführt, schon seit Jahren das Bestreben geltend, die Dampfmaschine durch den Explosionsmotor und diesen durch den Elektromotor zu ersetzen. Oft steht aber der hohe Strompreis einer Verbreitung des Elektromotors im Kleingewerbe entgegen. Mit Rücksicht auf die hohen Ölpreise war ein Rückgang in den mit Mineralölen gespeisten Verbrennungsmotoren zu beobachten; nichtsdestoweniger verzeichnete man in 3 neuen und 5 bestehenden Elektrizitätswerken des Bezirkes St. Pölten die Aufstellung von Dieselmotoren (bis zu 400 *PS* in liegender Bauart).

Unter den neu erstandenen Elektrizitätswerken wird ein Wasserkraftwerk in Dalmatien angeführt, das in

*) „Bericht der k. k. Gewerbe-Inspektoren über ihre Amtstätigkeit im Jahre 1913". Mit 15 Tafeln und 12 Abbildungen im Texte. Wien 1914. Druck und Verlag der k. k. Hof- und Staatsdruckerei.

*) Nach den Angaben der vom Elektrotechnischen Verein in Wien herausgegebenen „Statistik der Elektrizitätswerke und der elektrischen Bahnen in Österreich, Bosnien und Herzegowina", Nachtrag zur Statistik 1913, sind im abgelaufenen Jahre 53 Werke in Betrieb gelangt oder waren im Bau begriffen; in 83 Werken fanden Erweiterungen und Vergrößerungen statt.

Digitized by Google

zwei Paar Francisturbinen von je 18 000 *PS*, 375 minutl. Touren, 25 000 Sekundenliter bei 110 m Gefälle ausnutzt. Die Generatoren*) erzeugen Drehstrom von 4000 *V*, der zur Weiterleitung auf 23 km auf 55 000 *V* erhöht wird. Die Verteilung erfolgt mit 15 000 *V*.

Im Bezirk Trautenau ist eine neue Überlandzentrale für 9000 *kW* erstanden. Im Maschinenhaus sind Turbodynamos für 6000 *V* mit Ekonomisern, Überhitzern, bewegliche Rosten, künstlichem Zug und Rauchverzehrung aufgestellt, die von Dampfkesseln mit 600 m² Heizfläche 15 Atm. Dampf entnehmen. Die Kohle wird aus den Waggons durch eine Elektrohängebahn zugeführt. Die Spannung wird für die Verteilung auf 10 000 bis 20 000 *V* erhöht.

Im Bezirk Salzburg hat eine ausgiebige Erweiterung der Elektrizitätswerke platzgegriffen und es wurden 14 neue, wenn auch kleine Werke, neben einer großen Überlandzentrale mit Wasserkraft geschaffen. Durch eine 30 m hohe Sperrmauer mit 65 m Kronenlänge wurde ein Staubecken für 5·5 Mill. m³ geschaffen, mit Hochwassergerinne und Entleerungsstollen versehen. Von dort fließt das Wasser durch einen 1200 m langen Stollen zum Wasserschloß, aus dem es durch eine schmiedeeiserne Druckrohrleitung von 1200 bis 1500 mm lichte Weite 85 m tief zum Maschinenhaus strömt. Dort sind 3 Francisturbinen für 1365 *PS* mit elektrischer Regelung vom Schaltbrett aus aufgestellt, von dem aus auch die Wasserschützen und Rohrschieber betätigt werden können. Die Turbinen sind mit Drehstromgeneratoren für 5000 *V* gekuppelt, deren Spannung auf 25 000 *V* erhöht wird. Die Schaltanlage ist nach dem Zellensystem ausgeführt.

Aus dem Bezirk Innsbruck wird die Inbetriebsetzung der vom arbeiterschutztechnischen Standpunkt einwandfreien Elektrizitätswerke der Stadt Hall (800 *PS*), der elektrischen Betriebe in einer Zementfabrik (600 *PS*) und in einer Brauerei (65 *PS*) berichtet.

Von Mährisch-Ostrauer Bezirk wird der großzügige Ausbau des Witkowitzer Eisenwerkes berichtet. Dort wurde ein 9000 *PS*-Walzenzug-Gleichstrommotor für ein Reversier-Duowalzgerüst des Blockwalzwerkes und ein 8000 *PS*-Motor für zwei Reversier-Duowalzgerüste aufgestellt, das einerseits mit dem Blockwalzwerk, andererseits durch Rollgänge mit den Zaggelscheren verbunden ist. Dazu kommt noch das neue Stahlwerk mit Elektroöfen, elektrischen Chargiermaschinen, seinen ausgebildeten elektrischen Guß- und Transporteinrichtungen und Erzbrech- wie Schlagwerkanlagen. Alle diese Anlagen zeigten schon in der Projektierung die Rücksicht auf die Anforderungen der modernen Schutztechnik und Hygiene.

Das bedeutend erweiterte und umgebaute Elektrizitätswerk der Stadtgemeinde St. Pölten besitzt zwei 300 *PS*-Turbinen und einen 350 *PS*-Dieselmotor als Reserve, jede mit einer Drehstrommaschine von 3000 *V* gekuppelt; für Licht wird die Spannung auf 115 *V*, für Kraft auf 300 *V* herabgesetzt. Das Hochspannungsgerüst ist im Maschinenhaus auf einer Galerie untergebracht; die Betätigung der Schaltapparate erfolgt von einem Schaltpult aus, bei großer Raumersparnis ist derart eine gute Übersicht über die Maschinen, leichte Handhabung der Regulierapparate und Kontrolle gegeben; vom Pult aus werden die vier Wassereinlaßschleusen durch Elektromotoren betätigt.

Was die Akkumulatorenräume anlangt, beklagt der Bericht vielfach den Mangel von nötigen Schutzvorkehrungen, insbesondere von geeigneter Entlüftung und guter Beleuchtung.

Der Bericht hebt ausdrücklich die modernen und in betriebstechnischner Hinsicht vollkommen allen Anforderungen entsprechenden Ausführungen der neuen Elektrizitätswerke oder ihrer Vergrößerungen, insbesondere die Ausführungen der Schaltanlagen, hervor. Die Schaltapparaträume sind nach dem Zellensystem gebaut, Schutzgittergestelle usw. sind an eine Ringleitung angeschlossen, überall ist auf Verkehrsmöglichkeit und große Arbeitsräume Bedacht genommen; auch unter schwierigen Verhältnissen, wie z. B. in Zement- und Zelluloidbetrieben sind die Einrichtungen einwandfrei getroffen worden. Der Bericht verschweigt aber auch nicht, daß kleinere Elektrizitätswerke nicht einwandfreie Anlagen ausführen und hebt es tadelnd hervor, daß die Leitung solcher Werke Monteuren ohne geeignete Fachschulbildung überlassen wird, welche nicht das richtige Verständnis für die Berufsgefahren mit sich bringen. Eine Anzahl von ungeeigneten und gefahrbringenden Befunden erhärtet diese Behauptung. Besonders wird darüber Klage geführt, daß der Bedienungsraum in Hochspannungsanlagen zu schmal ist (60 cm) und die Zugangstür nicht ganz geöffnet werden kann. Oft ist die Erdung unterbrochen, Gummiteppiche fehlen und Gummihandschuhe und Isolierungen liegen unbenutzt.

Erfreulich ist die stete Ausbreitung der Verwendung elektrischer Energie zu Heizzwecken. Unter den Neuanlagen sind zwei elektrische Schmelzöfen in Eisenwerken, zwei elektrische Härteöfen, elektrische Prägepressen, elektrische Leimöfen in einer Kartonnagefabrik und elektrische Schmelzöfen in einer Gold-Silberwarenfabrik usw. anzuführen. Bei der elektrischen Heizung von Gaufrierwalzen entfällt die sonst oft beklagte Belästigung durch die Verbrennungsgase.

Die Einrichtungen der Kesselhäuser und der Betrieb der Kessel weisen neben lobenswerten Sicherheitsvorkehrungen mancherlei Mängel auf, die alljährlich gerügt werden. Vielfach werden mechanische Rostbeschickungsapparate angewendet, nach dem Wurfsystem, als Wanderroste oder Unterschubfeuerung; letztere erwies sich infolge der großen im Heizraume befindlichen Kohlenmasse als ganz unregulierbar. Den Kessel- und Maschinenwärterdienst von einer Person versehen zu lassen, führt zu einer Reihe von Unzukömmlichkeiten.

Vielfach wird über ungenügende Beleuchtungsverhältnisse der Arbeitsräume geklagt, jedoch die Fortschritte der elektrischen Beleuchtung als der gefahrlosesten von allen hervorgehoben. Die Verwendung von blauem Glas bei Fenstern und Oberlichten ist empfehlenswert; das Tageslicht wird zerstreut und die Wärme zurückgehalten. Das Fehlen einer von der Hauptbeleuchtung unabhängigen Notbeleuchtung wird in vielen Betrieben beklagt; die elektrische Notbeleuchtung mit von besonderen Batterien oder Netzen gespeisten Notlampen macht viele Fortschritte und wird vielfach von der Behörde an Stelle der vorhandenen Öl- und Petroleum-Notbeleuchtung gefordert.

Die Aufzugsbetriebe kranken noch an einer Reihe von Mängeln, durch das Fehlen geeigneter Sicherheitsvorrichtungen bedingt. Der Bericht hebt die stete Ausbreitung der Verwendung elektrischer Aufzüge im Hochbau hervor.

Ein besonderes Kapitel des allgemeinen Berichtes ist den neuen Betriebsverfahren und Fabrikationsmethoden und den sonstigen technischen Neuerungen gewidmet.

*) Siehe E. u. M. 1914, Hefte 21, 22, S. 438 ff.

Digitized by Google

Hier seien besonders die neuen Betriebsverfahren in der Eisenindustrie hervorgehoben Im St. Pöltner Aufsichtsbezirk ist ein elektrisches Raffinierverfahren zur Erzeugung von Qualitätsstahl eingerichtet worden. Es sind dort zwei Stassano-Öfen, einer um eine schräge (80°) Achse drehbar, der andere als Kippofen ausgeführt, angelegt worden, die mit 105 *V* Gleichstrom (1000 bis 1500 *A*) gespeist werden; dieser wird aus 5000 *V* Wechselstrom gewonnen. Die drei wassergekühlten Kohlenelektroden, 80 mm stark, 1500 mm lang, für den Lichtbogen werden vom Steuertisch aus hydraulisch vorgeschoben, von dem aus in Gefahrfällen die ganze Einrichtung stromlos gemacht werden kann; der Ofen braucht nur drei Mann zur Bedienung. Gefährdung der Arbeiter durch ausströmende Gase, Hitzebelästigung, Schwierigkeiten beim Umleeren der Gießpfannen usw., entfallen bei diesem Betriebsverfahren.

Aus dem Bezirk Tetschen wird über die elektrische Einrichtung einer Halbwoll- und Baumwollefabrik berichtet. Es wurden im ersten Stock 38 Webstühle mit Einzelantrieb durch 1 *PS*-Drehstrommotoren, auf Wippe an den Stuhl montiert, versehen; 24 Stühle werden durch einen 20 *PS* hochgelagerten Motor angetrieben. Ein Bäumstuhl wird durch einen 1 *PS*-Motor betätigt. Die Rauhmaschinen haben Gruppenantrieb durch einen 25 *PS*-Elektromotor. Ein Exhaustor, von einem 7·5 *PS*-Elektromotor betrieben, drückt die angesaugte Rauhwolle in eine feuersichere Staubkammer. Der Antrieb der modernst eingerichteten Appretur erfolgt durch einen 20 *PS*-Motor in Gruppenform, mit Ausnahme der Dubliermaschine und des Ventilators für den Spannrahmen, der von einem 10 *PS*-Motor mit 1440 Touren betrieben wird. In der Kopsfärberei im Souterrain wird Saugluft benötigt; diese liefert ein Kompressor, der von einem 15 *PS*-Motor von der Transmission aus angetrieben wird. Die fahrbare Strangfärbemaschine wird durch einen polumschaltbaren Motor betätigt. Zentrifugalschleudern erhalten Antrieb durch 6 *PS*-Motoren, die an ein vorgebautes Konsol montiert sind. In eine Phase des Motors sind zwei Kontakte eingeschaltet, die mit dem aus Kupferdraht gebildeten Schutzdeckel so verbunden sind, daß dieser erst geschlossen und verriegelt werden muß, bevor der Motor angelassen werden kann. Anzuführen ist noch ein elektromotorisch betätigter Schachtaufzug in das alte Fabriksgebäude. Zur „Entnebelung" der Räume dient ein Zentrifugal-Ventilator für 500 Touren, der 19000 m^3 Luft stündlich liefert und von einem 4·5 *PS*-Motor angetrieben wird; die Frischluft wird über einen mit Dampf geheizten Lufterhitzer gesaugt und durch eine Warmluftverteilungsleitung in die Färberei und Stärkerei gepreßt, die feuchte Luft wird durch vier Ventilatoren abgesaugt; in fünf bis 8 Minuten ist jeder Nebel verschwunden. Das Werk bezieht Drehstrom von 2200 *V* aus einer Zentrale und transformiert ihn auf 220 *V*. Jeder Motor erhält einen Minimal- und Maximalautomaten, die Sicherungen sind in verschließbaren Kästen in der Wand eingelassen, Zuleitungen für die Einzelantriebe sind in Stahlpanzerrohren an der Decke verlegt und am Stuhl bis zum Motor stahlpanzerarmiert; der Stuhl selbst ist gut geerdet.

Vom fachmännischen und schutztechnischen Standpunkt einwandfreie Einrichtungen zeigt der elektrische Antrieb einer modernen Druckfabrik dieses Bezirkes mit elektrisch einzelnangetriebenen Druckmaschinen. Der Antrieb erfolgt durch Riemen mit Lenixvorgelegen, die Stromleitungen laufen in Kabelkanälen durch hohe Postamente, auf denen die Motoren montiert sind.

Der Bericht erwähnt ferner eine mustergültige elektrische Anlage in einer Baumwollspinnerei des Bezirkes Reichenberg. Bei allen Putzereimaschinen, Karden, Strecken usw. wird durch zahlreiche in der Wand eingebaute Ventilatoren, Fensterklappflügeln und Zuführung frischer angefeuchteter Luft für eine gute Entlüftung gesorgt. Putzereimaschinen und Karden werden gruppenweise von Elektromotoren mit Abstellung aus der Ferne, alle anderen Maschinen einzeln durch Elektromotoren angetrieben.

Ausführlich sind die Unfälle in den Gewerbeklassen und deren Verhütung und die Unfallversicherung im allgemeinen Bericht besprochen. Im ganzen sind 87557 Unfälle (92317 im Vorjahre), darunter 663 (704) Todesfälle zu verzeichnen. In der Gewerbeklasse XVIII (Zentralanlagen, Kraftlieferung usw.) sind 583 (+ 92 Unfälle gegen das Vorjahr), davon 14 (+ 3) tödlich verlaufende Unfälle angeführt, dies macht nur 0·7% aller Unfälle aus; die Todesfälle in dieser Gewerbeklasse betragen jedoch 2·4% der darin vorkommenden Unfälle, die höchste überhaupt vorkommende Ziffer *).

Es wird ferner angegeben, daß durch den elektrischen Strom 28 Personen getötet wurden. Die Art der elektrischen Unfälle wird selten näher spezialisiert.

Im Aufsichtsbezirk Wien wurde ein in der Verzinnungshütte einer Maschinenfabrik beschäftigter Arbeiter, eine zerschlagene Glühlampe in der rechten Hand haltend, tot aufgefunden. Er dürfte bei der Manipulation mit dem Steckkontakt den tödlichen Schlag erhalten haben. Im Amtsbezirk Linz sind drei tödliche Unfälle zu verzeichnen gewesen, einer durch unvorsichtiges Hantieren mit Draht neben einer Hochspannungsleitung, einer durch unvorsichtiges Verhalten in einem Transformatorraum und einer durch vorzeitige Einschaltung einer Leitung. Eine Handlampe (110 *V* Gleichstrom) mit metalldrahtarmierter Zuleitung hat zur Tötung eines Arbeiters (Bezirk Graz) geführt; für tragbare Beleuchtung sollen derartige Zuleitungen vermieden werden. Auch im Bezirk Klagenfurt wollte ein mit den bloßen Füßen in fließendem Wasser stehender Arbeiter die Glühbirne einer Lampe (110 *V* Gleichstrom) einschrauben und wurde dabei getötet. Ein Unfall ereignete sich in einem Tiroler Hochspannungswerk, in welchem der Bedienungsgang so schmal war, daß die Zugangstür nicht ganz geöffnet und daher Sicherungen nicht von vorne, sondern nur durch seitliches Hineinlegen in das Schaltgerüst ausgewechselt werden konnten; dabei zog sich der Wärter am Arm schwere Brandwunden zu. In dem vorschriftsmäßig ausgerüsteten Hochspannungsprüffeld einer Kabelfabrik im Bezirk Tetschen ereigneten sich zwei Unfälle beim Hantieren mit Strom von 46000 und von 17000 *V* Prüfspannung zufolge Außerachtlassung der den Arbeitern bekannten Vorsichtsmaßregeln; sie hatten aber nur, dank dem vorzüglichen Funktionieren der automatischen Schalter, die die ganze Anlage im Moment spannungslos machte, kleine Brandwunden und vorübergehende Bewußtlosigkeit zur Folge. Der Bericht hebt rühmend die besonderen Einrichtungen zur Verhütung von Unfällen hervor.

Eine bemerkenswerte Einrichtung, durch welche Unfälle durch hochgespannte elektrische Ladungen verhütet wurden, ist in einer Kunstlederfabrik im Olmützer Bezirk getroffen worden. Bei den Streichmaschinen sind bisher metallische Spitzen zur Ab-

*) Vergl. E. u. M. 1914, Heft 10, Seite 218.

Digitized by Google

saugung der auf dem Material durch Reibung sich ansammelnden Ladungen verwendet worden, die aber oft verschmutzen und nicht funktionieren. Jetzt bringt man unter der Stoffbahn ein Dampfrohr an, aus dessen feinen Öffnungen längs der ganzen Breite des Stoffes an lufttrockenen Tagen feine Dampfstrahlen ausströmen.

Es wird ferner berichtet, daß bei Zentrifugen die Betriebssicherheit bedeutend erhöht wird, wenn man den Riemenantrieb durch Einzelantrieb mittels Elektromotoren ersetzt.

In einer Maschinen- und Waffenfabrik des Pilsener Aufsichtsbezirkes, die 750 Elektromotoren mit zusammen 10 000 *PS*, 250 Öfen, 1600 Arbeitsmaschinen besitzt, wurden Unfälle beim Transporte flüssigen Stahls durch herausspritzende flüssige Stahlmassen durch Anordnung von elektrisch betriebenen Transportwagen verhütet. Beim Punktschweißverfahren, das in einer Blechgeschirrfabrik des Leobener Bezirkes ausgeführt wird, müssen die Arbeiter gegen das Herausspritzen von glühenden Metallteilen durch Brillen, Lederschürzen und Ledermanschetten geschützt werden. Pneumatische Anlaßvorrichtung für Verbrennungsmotoren haben einige Unfälle im Gefolge. 36 Unfälle betreffen motorisch bewegte Arbeitsmaschinen, 34 tödliche Unfälle sind durch bewegte Transmissionen verursacht. Doch machen sich bezüglich der Schutzvorrichtungen in dieser Hinsicht mancherlei Fortschritte bemerkbar. An Stelle der Absperrung von Transmissionsräumen werden (im Bezirk Innsbruck) aus angenagelten Latten praktische Sicherungen angebracht, die den gefahrlosen Zugang zu den Transmissionen ermöglichen. Für Transmissionsschmierer sind (in Pilsen) Laufbrücken längs der Transmission angeordnet; die Arbeiter erhalten enganliegende Kleider. In anderen Betrieben sind Transmissionen nicht sichtbar verlegt; es werden auch Blechverkleidungen oder Holzverschalungen für die Transmission vorgesehen. Einen nicht unbedeutenden Platz in der Unfallstatistik nehmen die Ausrückvorrichtungen ein. Vergiftungen durch Bleidämpfe kommen verhältnismäßig selten vor. In einer Akkumulatorenfabrik (Wien) wird ein Erkrankungsfall festgestellt. Hingegen traten Fälle von Bleikolik in Glühlampenfabriken auf, wo junge Mädchen mit dem Auftragen von Bleiglasuren an Taschenlampen beschäftigt waren, dann in einer Apparatefabrik beim Einkitten von Eisenstiften in Isolatoren. Überall wurde für eine gründlichern Entlüftung der Arbeitsräume vorgesorgt.

Mit Recht wird in dem Bericht der Wert der ersten Hilfeleistung bei Unfällen, insbesondere elektrischen Unfällen hervorgehoben.

Mancherlei Sicherheitseinrichtungen erfordert die Anwendung der Elektrizität in feuergefährlichen Betrieben, zum Beispiel in einer Zelluloidfabrik. Der Bericht hebt hier als nachahmenswert eine Anlage der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft im Bezirk Wiener-Neustadt hervor. Elektromotoren mit allen Schaltapparaten sind durch feuersichere Wände von den anderen Objekten getrennt, die Schaltapparate für die Leitungen außerhalb der Gebäude in wasserdichten Gehäusen untergebracht, Leitungsanschlüsse durch Stahlpanzerrohre gesichert, um Sicherheit gegen Feuers- und Explosionsgefahr zu bieten. Schalter können nur durch Steckschlüssel betätigt werden. Lichtleitungen liegen in gefährlichen Räumen in Stahlpanzerrohren, die mit den Beleuchtungskörpern so verbunden sind, daß eine Funkenbildung beim Bruch sicher verhindert wird. Glühlampen erhalten Schutzkörbe und abgedichtete Fassungen, Stecker sind so ausgebildet, daß sie unter Strom ohne gefährdende Funkenbildung gezogen werden können.

In einer Sprengmittelfabrik des Prager Bezirkes wird eine Mischmaschine, die in einer Mischhütte eingestellt ist, von einem außerhalb derselben aufgestellten Motor, der nur von außen angelassen werden kann, angetrieben. Beim Öffnen der Tür zur Mischhütte wird der Motor abgestellt. Die Motoren der Fabrik sind an eine eigene Zentrale mit Rohölantriebsmotoren angeschlossen und eine Dampfmaschine wird stets betriebsbereit gehalten, so daß der zur Verhütung einer Explosion nötige Luftstrom auch beim Versagen der Zentrale erzeugt werden kann.

Aus diesen wenigen Beispielen, welche lediglich einige technische Einzelnheiten des Berichtes anführen, ohne das große Material an Wahrnehmungen auf sozialpolitischem und hygienischem Gebiet zu berühren, kann man schon die ungeheure Arbeit erkennen, welche das Gewerbeinspektorat alljährlich zu leisten hat, zugleich aber auch die Bedeutung schätzen und würdigen, welche diese Institution für unsere Industrie in Anspruch nehmen kann. Man entnimmt auch aus dem Bericht, daß die Elektrizitätsindustrie am günstigsten unter allen Industrien abschneidet, was die Durchbildung der technischen Betriebe in bezug auf die Sicherheit der Arbeiter anlangt.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Zusammenschluß von Elektrizitätswerken. Wie wir in der E. T. Z. lesen, hat F. Courtoy ein Projekt ausgearbeitet, die großen Elektrizitätswerke in der Umgebung von Lüttich zu vereinen und durch ein Kabelnetz für 6300 *V* Drehstrom zusammenzuschließen. Einzelne Zentralen liefern jetzt bis zu 20 000 *kW*. Im ganzen werden 83 000 *kW* installiert sein, wovon 60% auf Eisenwerken, 20% auf Hüttenbetriebe und 20% auf Gesellschaften zur Stromverteilung entfallen. Der Ausgleichsstrom wird mit 3300 *KVA* bei $\cos\varphi = 0{\cdot}8$ angenommen. Das Kabelnetz wird 1·2 Millionen, die Unterstationen zum Anschluß der Gleichstromwerke 0·67 Millionen Francs kosten. Die Vorteile bestehen in einer Vergrößerung der Reserve des einzelnen Werkes, in der Verbesserung des mittleren Wirkungsgrades und in der Möglichkeit, die mit Hochofengasen angetriebenen Maschinen mehr zur Stromlieferung heranzuziehen.

Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger.

Untersuchungen über die wirtschaftlichen Aussichten der Gasturbine. Dr. Ing. J. Magg. Der Verfasser bespricht von den Konstruktionen Barbezats und Holzwarths ausgehend die Schwierigkeiten, welche sich der Lösung des Gasturbinenproblems entgegenstellen. Die größte Schwierigkeit liegt darin, daß die Temperaturen, denen das Laufrad ausgesetzt werden kann, eine gewisse Grenze nicht überschreiten dürfen. Nach den neuesten Versuchen von Schulz dürfte selbst bei Berücksichtigung der Möglichkeit kleiner Verbesserungen als oberste Grenze der Laufradtemperatur etwa 477° C angenommen werden. Die Einhaltung dieser Temperaturgrenze erfordert die Anwendung weitgehender Expansion der Verbrennungsgase, welche nur unter nicht unbeträchtlichen Verlusten an kinetischer Energie in Laval-Düsen möglich ist. Diese Verluste an kinetischer Energie erscheinen als Wärme und erhöhen die Temperatur der zum Rade tretenden Gase. Als Energiequellen für den Betrieb von Gasturbinen kommen wesentlich nur Abgase aus hüttentechnischen Prozessen (Gichtgas, Hochofengas) und Kraftöle (Rohöl, Teeröle eventuell auch Teer) in Betracht. Die Verwendung der letzteren erscheint am aussichtsreichsten.

Die Gasturbine hat nur als Großkraftmaschine Aussicht auf Erfolg. Als Betriebsmaschine für Automobile und Flugfahrzeuge ist dieselbe infolge des erforderlichen Kompressors nicht geeignet.

Digitized by Google

Von den beiden Verbrennungsverfahren (Gleichdruck und Verpuffung) verdient das Gleichdruckverfahren nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch den Vorzug.

Infolge der Notwendigkeit, an das Laufrad keine höheren Temperaturen als etwa 750° abs. gelangen zu lassen, ist man zum Kühlen des Laufrades, oder zum Kühlen des zum Laufrade tretenden Gasstromes gezwungen. Dies kann nach folgenden Methoden geschehen:

1. Abkühlung des verbrannten Gemisches, ehe es in die Düse eintritt durch Wandkühlung der Verbrennungskammern.
2. Kühlung des Laufrades und der Schaufeln.
3. Verbrennung mit Luftüberschuß.
4. Kühlung des Gasstromes durch Wassereinspritzung mit nachfolgender Verdampfung in der Verbrennungskammer.

Der Verfasser geht bei seinen Untersuchungen von dem Stodolaschen Entropiediagramm für Gase aus und behandelt vorerst die Gleichdruckgichtgasturbine mit Luftüberschuß. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in einem Diagramm verzeichnet, wobei auf der Abszissenachse der Luftüberschuß in Prozenten, auf der Ordinatenachse die absoluten Expansionsendtemperaturen aufgetragen sind. Die Ergebnisse sind durchaus unbefriedigend. Selbst im günstigsten Falle bei einem Wirkungsgrad des Kompressors von $\mu_k = 0{\cdot}75$ ist die Turbinennutzleistung nur 30% der Bruttoleistung. Soll z. B. eine Gasturbine 5000 *PS* Nutzleistung abgeben, so ist im günstigsten Fall bei $\mu_k = 75\%$ eine Turbinenbruttoleistung von 16 700 *PS* erforderlich, wovon 11 700 *PS* im Kompressor verbraucht werden. Selbstverständlich käme eine derartige Anlage weit teurer zu stehen als eine Dampfturbinenanlage einschließlich der Kessel; deren Wirkungsgrad ist zudem dem bestenfalls zu gewärtigenden der Gasturbinenanlage um 40% bis 60% überlegen, so daß Gleichdruckgasturbinen mit direkt angetriebenem Kompressor und Luftüberschuß jede Aussicht auf wirtschaftlichen Erfolg abzusprechen ist.

(Z. f. d. ges. Turbinenwesen, Hefte 10, 11, 12, Jahrgang 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Schaltvorgänge bei elektrischen Maschinen und Transformatoren. Dr. W. Linke bespricht an Hand von oszillographischen Aufnahmen die Größenordnung von Strom- und Spannungsverhältnissen in der Schaltperiode. Wird eine eisenlose Spule im Maximum der Spannung, also beim Strom Null eingeschaltet, so stellt sich sofort, ohne Stromstoß, der stationäre Zustand ein. Wird bei Spannung Null also Strommaximum eingeschaltet, so tritt ein pulsierender Gleichstrom auf, der aus dem stationären Wechselstrom und darüber gelagerten Gleichstrom von der größten Amplitude des letzteren besteht; dieser Gleichstrom nimmt zufolge des Widerstands der Spule allmählich auf Null ab, so daß der stationäre Zustand erst nach einiger Zeit eintritt. Die Verhältnisse ändern sich bei einer Eisenspule; dann kann man aus der Sättigungskurve die jeweilige Einschaltstromstärke berechnen. Aus Oszillogrammen an 50 *kW*-Transformatoren weist der Autor nach, daß der Einschaltstromstoß 100 bis 120mal so groß als der normale Leerlaufstrom sei, also acht bis zwölfmal den Vollaststrom übersteigen kann und oft eine halbe Minute verstreicht, bis die normale Stromstärke eintritt. Der Stromstoß wird durch Einschalten über einen Widerstand gedämpft. Schaltet man einem 20 *kW*-Transformator Widerstand vor, der 15% der Netzspannung aufnimmt, so ist der Stromstoß nach der ersten Periode abgeklungen. Es genügt eine Zeit von $^1/_{50}$ Sekunde für die Einschaltung des Widerstandes, den man zwischen Vorkontakt und Hauptkontakt des Schalters anordnet. An der Sekundären kommen die Stromstöße nicht zum Ausdruck. Für Drehstromtransformatoren gelten die obigen Betrachtungen nicht, dort treten immer Stromstöße auf, unabhängig vom Moment des Einschaltens.

Was das Ausschalten anlangt, so ist klar, daß Schalter, die einen langen Lichtbogen ziehen, geringere Überspannungen auslösen werden, als solche, die funkenlos unterbrechen. Oszillogramme zeigen die drei- bis vierfache Spannung an Transformatoren beim Ausschalten mittels Ölschaltern.

Die Untersuchung zeigt, daß beim Einschalten von Drehstrommotoren drei- bis viermal den Vollaststrom übersteigende Werte des Einschaltstromes auftreten, der um so größer ist, je weniger der Motor streut; er ist also hoch bei schnellaufenden Motoren geringer Polzahlen; auch hier wirkt der Schutzwiderstand dämpfend.

Wird der Stator eines Induktionsmotors während des synchronen Umlaufs seines Kurzschlußankers angeschaltet, zum Beispiel beim Anlassen gleichstromseitig anlaufender Motorgeneratoren, so treten acht- bis zehnfache Stromwerte beim Einschalten auf, die sehr rasch gedämpft sind, aber die Wickelköpfe sehr beanspruchen. Gibt man einen Schutzwiderstand von 2% der Netzspannung vor, so sinkt der Einschaltstrom auf den Wert des Vollaststromes. Beim Anlassen über einen Anzapftransformator empfiehlt sich der folgende Vorgang: Nachdem man mit halber Spannung (30 bis 60%) angelassen, öffnet man den Sternpunkt des Transformators, so daß die restliche Wicklung als Drosselspule den drei Phasen vorgeschaltet ist; der Motor erhält dann je 85% der Netzspannung. Die Spule kann man dann ausschalten, ohne erhebliche Stöße zu fürchten. Der Induktionsmotor soll nur bei geschlossenem Rotor abgeschaltet werden, sonst treten an beiden Wicklungsteilen drei- bis vierfache Spannungen auf.

Weitere Oszillogramme zeigen das Anwachsen des Stromes in einem Generator bei plötzlichem Kurzschluß. Bei einer 12000 *kW*-Drehstromdynamo traten Ströme bis zum 32fachen Normalwert auf; durch die Rückwirkung auf den Erregerkreis entstehen Schwankungen in der Erregerstromstärke bis zum siebenfachen Wert. Bei 0·8% Ohmschen und 2·5% induktivem Abfall würde sich der 37fache Wert für den Generatorstrom rechnerisch ergeben. Diese Kurzschlußströme bringen eine Beschädigung der Wickelköpfe mit sich, wenn nicht besondere Schutzmaßregel ergriffen werden; auch Schalterexplosionen sind hiebei zu fürchten.

Um den Kurzschlußstrom zu begrenzen, empfiehlt sich die Vorschaltung von Luftdrosselspulen vor die Maschine. Bei einem 4000 *kW*-Generator muß man drei solcher Spulen von zirka 1·3 m Durchmesser, in eigenen Kammern untergebracht, vorschalten. Der Kurzschlußstrom nimmt dann im Maximum den 13fachen Wert des stationären Stromes an; ohne Drosselspule war er 30mal so stark.

(E. T. Z., Hefte 27, 28, 1914.)

Leitungen.

Ausgleich der Stromkreise in Telephon-Pupinkabeln, deren Adernpaare zu Viererleitungen kombiniert werden. S. A. Pollock. Um bei langen Telephonkabeln, deren Adernpaare zu Viererleitungen kombiniert werden sollen, das Überhören und Mitsprechen der Leitungen zu vermeiden, muß eine systematische Auswahl der zu verbindenden Drähte erfolgen. Trotz sorgfältigster Konstruktion weisen die verschiedenen Adernpaare eines vielpaarigen Telephonkabels stets große Unterschiede hinsichtlich der Kapazität und des Isolationswiderstandes auf. Systematische Kreuzung der Adernpaare hat zwar bei Telephonkabeln mit nicht allzustarken Drähten gewöhnlich einen Erfolg. Bei den in der letzten Zeit in England zur Legung gekommenen 52paarigen Telephonkabeln mit Kupferleitern von 2, 2·46, 2·84 und 3·48 mm Durchmesser, die zudem mit Pupinspulen belastet und teilweise zu Viererleitungen kombiniert wurden, war jedoch ein besserer Ausgleich der aneinander zu schaltenden Leitungen notwendig. Es muß die Beeinflussung 1. von einem Stammkreis auf den anderen, 2. zwischen den Stammkreisen und den Viererleitungen und 3. die gleichzeitige Beeinflussung zwischen Stammkreisen und Viererleitungen vermieden werden. Die Induktion ist auf elektrostatische Einflüsse zurückzuführen; um sie zu vermeiden müssen daher die Kapazitäten der aneinander geschalteten Stamm- und Viererleitungen entsprechend ausgeglichen werden. Und zwar muß getrachtet werden, solche Drähte für die Zusammenschaltung auszuwählen, daß die Charakteristiken sowohl der Stamm- wie der Viererleitungen zu Null werden. Zu diesem Zwecke werden mittels einer Wechselstrombrücke mit einem Summer als Generator und einem Telephon als Registrierinstrument vier Messungen an jeder zur Anspleißung kommenden Viererleitung vorgenommen. In der Wheatstoneschen Wechselstrommeßbrücke sind zur Einstellung des Brückenverhältnisses induktionsfreie Widerstände (2×1000 Ohm) und zwei veränderliche Luftkondensatoren (Höchstwert 0·0012 Mf.) eingeschaltet. Die Ablesungen werden an den Luftkondensatoren, die mit einer Skala von 180 Teilstrichen versehen sind, vorgenommen. Jeder Teilstrich entspricht einem Kapazitätsfehler von etwa 1% bei einem 100 bis 108adrigen (50 bis 54paarigen) Papierluftraumkabel von 175 Yards (160 *m*) Länge. Die Prüfeinrichtung wird auf einem leichten Motorwagen untergebracht, der unmittelbar den Arbeiterkolonnen folgt, die die Kabellängen einziehen. Auf Strecken, wo die Schleißstellen bereits wieder gefüllt waren, wurden von jedem Wagen, der von 7 Mann, für das Auswerfen der Erde, das Zurechtmachen der Kabelenden und Herstellen der Verbindungen, begleitet war, an einem Tage im Maximum 17 Kabellängen erledigt. Im allgemeinen ist die Messung von 12 Kabellängen bei günstigem Wetter eine gute Durchschnittsleistung. Eine zweite Meßeinrichtung wird zur Untersuchung längerer Strecken, nachdem vier bis fünf einzelne Kabellängen von den Lötern zusammengelötet sind, verwendet. Es müssen immer vollständige Viererleitungen miteinander verbunden werden, das heißt die beiden Paare, die in einer Kabellänge eine Viererleitung bilden, dürfen nicht mit zwei Paaren in verschiedenen Viererleitungen der angrenzenden Kabellänge verbunden werden. Es gibt daher immer acht verschiedene Verbindungsweisen der Viererdrähte. Im Falle, daß ein Kabel belastet werden soll, wird das Kabel in Strecken geteilt, die den Spulenabständen entsprechen. Jede solche Strecke mit Pupinspulen wird hinsichtlich der Kapazität in sich soweit wie möglich ausgeglichen. Zwischen zwei Pupinspulen kommen in der Regel 25 Kabellängen, diese werden auf drei Strecken verteilt, von denen zwei acht Längen und eine neun Längen enthält. Außer daß in den Teilstrecken jede Viererleitung gemessen wird und die Verbindungen nach den Meßresultaten zur Durchführung

Digitized by Google

kommen, werden auch an den Verbindungspunkten der drei Teilstrecken Messungen vorgenommen und die Verbindungen nach dem Ausfall dieser Messungen ausgeführt. Ein vollkommener Ausgleich ist zwar nicht immer durchführbar, doch betragen die Ungleichmäßigkeiten nicht über $^1/_{100\,000}$. Es werden nur die gegenseitigen Kapazitäten der Leitungen untereinander und nicht die Kapazitäten gegen Erde ausgeglichen, da solange die Stromquelle keine Störung und Ableitung gegen Erde aufweist, ehe der Strom das Kabel erreicht, eine Abgleichung gegen Ende nicht erforderlich ist.

(The Post Office Electrical Engineers Journal, April 1914.)

Telegraphie und Telephonie.

Erfolge mit dem Baudotapparat. A. C. Booth. Die in England mit dem Betriebe des Baudotapparates in Duplexschaltung seit den ersten damit im Jahre 1910 gemachten Versuchen erzielten Erfolge sind durchaus befriedigend. Mittels des Vierfach-Baudotapparates in Duplexschaltung zwischen London und Birmingham konnten über das zwischen diesen beiden Städten verlaufende Kabel die ganze Zeit hindurch gleichmäßig 3600 Telegramme innerhalb 12 Stunden verarbeitet werden. Zuweilen stieg die tägliche Leistung auf 4000 Telegramme und erreichte ihr Maximum im August 1912 zwischen 10 Uhr vormittags und 5 Uhr nachmittags mit 550 Telegrammen per Stunde oder 3851 Telegrammen in 7 Stunden, was einer Leistung von 5025 Telegrammen in 12 Stunden gleichkäme. Die in dem dreijährigen Betriebe erzielten guten Erfolge haben die englische Telegraphenverwaltung veranlaßt, noch drei Telegraphenleitungen mit Vierfach-Baudotapparaten nach der Duplexschaltung einzurichten, wobei einige bemerkenswerte Änderungen in der Schaltungsanordnung vorgenommen wurden. Die Empfänger werden von Motoren getrieben, deren Umlaufsgeschwindigkeit mittels der als „Moderator" bekannten Bremsvorrichtung reguliert wird. Da immer in Duplex gearbeitet wird, ist ein Stromwender beim Schaltbrett überflüssig, wodurch Fehlerquellen vermieden werden. Jeder Kontaktpunkt kann unabhängig von dem anderen reguliert werden. Der Verteiler arbeitet nur mit einem Empfängerrelais, das unmittelbar die Zeichen über die kurzen Segmente sendet, mit denen die Empfängermagnete in Verbindung stehen. Da keine Verzögerungssegmente erforderlich sind, ist der Verteiler bloß in 22 Segmente geteilt, gegenüber 24, die beim gewöhnlichen Baudotquadruplex erforderlich sind. Da innerhalb vier Jahren bloß sechs ernstere Betriebsstörungen vorkamen, erscheint es nicht notwendig, stets einen zweiten Verteiler vorzusehen. Es ist jedoch der Ersatz der Baudotapparate durch Wheatstone-Morseapparate möglich.

Bei kurzen Leitungen ist die Zeit, welche die Zeichen von der Entsendung bis zur Ankunft benötigen, gering. Bei langen Leitungen beträgt jedoch die Verzögerung, welche die Zeichen erleiden, große Beträge. Bei der Leitung London—Berlin entspricht die Verzögerung dem Umlauf von nicht weniger wie vier Segmenten bezw. der Zeit von einer neuntel Sekunde und variiert um etwa 60% je nach der Einstellung der in den Leitungen eingeschalteten Übertrager. Auf dieser Leitung, in der sich ein 300 Meilen langes Unterseekabel befindet, wird der Baudotapparat zweifach in Duplexschaltung betrieben. Auf derselben Leitung arbeitet auch ein Hughesapparat in Duplexschaltung. Es ist interessant, die Leistung der beiden Apparate miteinander zu vergleichen. Mit dem Hughes-Duplexapparat wurde als Höchstleistung die Verarbeitung von 170 Telegrammen in einer Stunde erzielt, während die Durchschnittsleistung etwa 140 Telegramme pro Stunde beträgt. Der Zweifach-Baudot in Duplexschaltung weist als Höchstleistung 283 Telegramme pro Stunde, als Durchschnittsleistung 226 Telegramme pro Stunde auf. Die Baudotapparate der Leitung Berlin—London sind mit zwei Verteilern ausgestattet, von denen der eine 12, der andere 18 Segmente aufweist; der erstere dient für den Betrieb eines Zweifach-Baudot in Duplexschaltung, der letztere für einen Dreifach-Baudot in Duplexschaltung. Die Einrichtung gestattet mit dem Dreifach-Baudot in der einen Richtung und mit dem Zweifach-Baudot in der anderen Richtung zu arbeiten. Gegenüber dem Wheatstone-Morsebetrieb weist der Baudotapparat mannigfache Vorteile auf, es entfällt die kostspielige Verarbeitung der Telegramme (Perforierung der Telegrammstreifen usw.). Es wird daher die Verwendung des Baudotapparates für die in England bisher durchwegs mit dem Wheatstone-Morseautomaten betriebenen Omnibusleitungen angeregt. (The Electrician, 10. 4. 1914.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Elektrische Raumheizung an Bord von Schiffen. Mc Dowell und D. M. Mahood. Die Vorteile der elektrischen Raumheizung sind Einfachheit, geringe Installationskosten und Gewicht, Wegfall von Geräuschen und Luftverunreinigung, leichte und transportable Aufstellung und Regulierung der Temperatur usw. Mit Rücksicht auf die Verluste durch die metallenen Schiffswände und Schotten (Querwände) ist die Verwendung der Kontaktheizung (Konvektoren) an Stelle der Radiatoren vorzuziehen. Bei letzterer Type werden für intermittierende Betriebe meist Glühlampen oder Rotglühwiderstände verwendet, wogegen bei kontinuierlicher Heizung meist Konvektionsöfen, isolierte Widerstandsdrähte mit ständiger Luftzirkulation bevorzugt werden. Aus dem graphisch dargestellten Zusammenhang zwischen der Luftgeschwindigkeit, das ist der durchgehenden Luftmenge pro Minute bei künstlichem, horizontalem Zug und der um 1° C pro W und Minute erwärmten, aus dem Widerstandsofen austretenden Luft, ergibt sich bei einer Luftmenge von 12 m³ pro Min. 105 cm² Durchgangsquerschnitt, ein Maximum von 0·06 m³ um 1° C pro Min. erwärmter Luft. Die Temperatur der Heizelemente erreichte dabei nach einer Stunde den konstanten Wert von 180° C (im Maximum 300° C). Weitere Versuche zeigten die Temperaturverteilung bei verschiedenartiger Anordnung der Heizelemente im Raume mit und ohne Verwendung von Schirmen. In Fig. 1 sind die Vergleichsresultate des Radiators mit Glühlampen und Konvektionsofens mit Heizwiderständen wiedergegeben. Hierin betrifft Kurve K den Konvektionsofen bei verschiedenen Temperaturen der Heizelemente, und zwar B mit blankem Draht, E mit Emaildraht und Kurve R den Radiator mit Glühlampen.

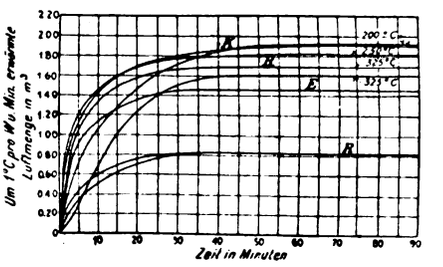


Fig. 1.

Versuche über den Energieverbrauch der elektrischen Widerstandsöfen ergaben, daß für je 1000 Kubikfuß Raum (27 m³) 1500 W erforderlich waren, um die Raumtemperatur auf 16° R zu erhalten, bei 0° Außentemperatur. Bei Verwendung von geeigneten Schirmen als Schutz gegen Ausstrahlung an die Schiffswände kann der Wattverbrauch auf 1100 bis 1300 W ermäßigt werden.

Gegenwärtig wird die Kombination der Dampf- und elektrischen Heizung auf Schiffen bevorzugt. Die Luft wird vom Deck mittels Ventilatoren angesaugt. Die Kosten der elektrischen Energie auf Schiffen liegen meist unter 5 h pro kWh und die Instandhaltungskosten sind geringer als bei der Dampfheizung. Da die Belastung mit jener der Lichtspitzen in der Regel nicht zusammenfällt, ist eine Erhöhung der Generatorleistung infolge der elektrischen Raumheizung meist nicht erforderlich. (Proc. A. I. E. E., Juni 1914.)

Strahlungslehre.

Zur Theorie des Debye-Effektes. Erwin Schrödinger, Wien, hat vor kurzem ein Problem behandelt, das Aufschluß über die feineren Details des Debye-Effektes (Temperatureinfluß bei Kristallröntgenogrammen), nämlich über die Intensitätsverteilung in den einzelnen Maximis, versprach, während die Rechnungen Debyes nur die gröberen Züge der Erscheinung, nämlich die Intensitätsverteilung unter den verschiedenen Maximis, enthüllt haben. Auf einer Geraden wurden $2N+1$ elastisch gekoppelte Massenpunkte (Atome) und senkrecht zu der Geraden eine einfallende ebene Welle angenommen, welche je einen Resonator im Innern jedes Massenpunktes zu Sekundärstrahlung anregen sollte. Es war die mittlere Intensitätsverteilung (Zeitmittel) in der durch die Punktreihe und die Richtung der einfallenden Strahlung gelegten Ebene zu berechnen für Punkte, deren Entfernung von der Atomreihe groß ist gegen deren Länge. Für die mittlere Intensität der Sekundärstrahlung ergab sich ein Ausdruck, dessen Auswertung einen Rechenvorgang bedingte, der wesentlich beeinflußt wurde durch die spezielle Annahme über die beiden Randatome, ob man diese als fix, als frei, als elastisch an ihre Ruhelage gebunden oder dgl. betrachtet. Die physikalische Aussage des Endresultats bleibt aber davon unberührt, wenn die Zahl der Atome nur genügend groß ist. Diese Tatsache ist seither in Zweifel gezogen und hiedurch die Eindeutigkeit des Resultats bezw. die physikalische Brauchbarkeit des Modells überhaupt in Frage gestellt worden. Es erscheint demnach nunmehr nötig, den strengen Beweis für die Unabhängigkeit des Endresultats von den Randbedingungen zu erbringen. Es ergab sich folgendes: Das Interferenzbild einer Gitterlinie hängt, wenn die Zahl der Punkte hinreichend groß ist, nicht von den Randbedingungen ab, was darin begründet ist, daß nur solche Atompaare merklich zur Interferenzintensität beitragen, die nicht zu weit voneinander abstehen. Dieses dem natürlichen Empfinden entsprechende Resultat ergibt sich nach der Theorie von Schrödinger ohne besondere Annahmen von selbst, was als Vorzug gelten kann. Die ursprüngliche Laue-Tanksche Auffassung, daß das rasche Verschwinden der länglichen Fleckenform bei Vergrößerung des Abstandes Kristall-Antikathode auf der Wärmebewegung beruht, muß nicht notwendig falsch sein, wie aus der Debyeschen Theorie zu folgen schien. Würde diese Auffassung durch die Erfahrung bestätigt, so wäre das als eine Bestätigung der Theorie Schrödingers anzusehen. Auch aus dieser Theorie ergibt sich eine Abnahme der photographisch beobachteten Flecken-

Digitized by Google

intensität und ein schließliches Verschwinden bei steigender Temperatur, was mit den Beobachtungen stimmt. Die Fleckengröße und -form dürfte aber in den meisten Fällen wesentlich durch andere Faktoren bedingt sein. (Phys. Zeitschr. Nr. 10, 1914.)

Chronik.

Patentrechtliche Ausnahmsbestimmungen.

Verordnung des Ministeriums für öffentliche Arbeiten im Einvernehmen mit den Ministerien der Finanzen, des Handels und der Justiz vom 2. September 1914, womit für die Zeit der kriegerischen Verwicklungen Ausnahmsbestimmungen auf dem Gebiete des Patentwesens getroffen werden:

Auf Grund der Kaiserlichen Verordnung vom 29. August 1914, RGBl. Nr. 227, über den Einfluß der kriegerischen Ereignisse auf Fristen, Termine und das Verfahren, wird verordnet, wie folgt:

§ 1.

Für die Zeit vom 26. Juli 1914 angefangen bis zu dem durch eine Verordnung seinerzeit festzusetzenden Tage gelten folgende Ausnahmen von den Bestimmungen des Patentgesetzes vom 11. Jänner 1897, RGBl. Nr. 30.

§ 2.

Stundung der Patentgebühren.

Die nachbezeichneten Patentgebühren, die innerhalb des im § 1 festgesetzten Zeitraumes von Personen zu entrichten sind, welche im militärischen Dienste oder sonst in militärischer Verwendung stehen, können über Ansuchen gestundet werden:

1. die erste Jahresgebühr und die einmalige Jahresgebühr eines Zusatzpatentes für eine bekanntgemachte Patentanmeldung,
2. die Gebühr für eine Beschwerde oder für eine Berufung,
3. Gebühren für ein erteiltes Patent, deren nicht rechtzeitige Einzahlung die Erlöschung des Patentes zur Folge hätte.

Die bewilligte Stundung endet mit Ablauf eines Monates nach dem durch die Verordnung (§ 1) festzusetzenden Tage. Wird die gestundete Gebühr bis dahin nicht eingezahlt, so ist in dem unter 1 angeführten Falle, wenn das Patent noch nicht erteilt ist, die Anmeldung als zurückgenommen anzusehen; wenn aber das Patent schon erteilt worden ist sowie in dem unter 3 angeführten Falle erlischt das Patent. Die unter 2 angeführten Gebühren sind binnen der angegebenen Frist zu zahlen, wenn nicht die Nachsicht gemäß § 118, Absatz 1, des Patentgesetzes erwirkt wird.

Eine Zuschlagsgebühr zu einer gestundeten Jahresgebühr ist nicht zu entrichten.

Über das Stundungsansuchen, das auch durch einen Geschäftsführer ohne Auftrag gestellt werden kann, entscheidet endgültig der Präsident des Patentamtes, der zur Beibringung des Nachweises militärischer Dienstesleistung oder Verwendung aus rücksichtswürdigen Gründen eine angemessene Frist gewähren kann.

Wenn dem Stundungsansuchen keine Folge gegeben wird, treten, unbeschadet der Bestimmungen der §§ 3 und 4 dieser Verordnung, die im Patentgesetze festgesetzten Folgen des Unterbleibens der Gebührenzahlung ein, wofern nicht die Gebühr binnen 14 Tagen nach der Zustellung der Verständigung an den Einschreiter oder, falls die Gebühr erst später fällig wird, zur Zeit der Fälligkeit entrichtet wird.

§ 3.

Aufrechterhaltung von Patenten trotz unterbliebener Gebührenzahlung.

War innerhalb des im § 1 festgesetzten Zeitraumes eine Gebühr zu entrichten, deren Nichtzahlung die Erlöschung des Patentes zur Folge hätte, und wird längstens binnen einem Monate nach dem durch die Verordnung (§ 1) festzusetzenden Tage unter Nachholung der versäumten Gebührenzahlung der Nachweis erbracht, daß das Versäumnis durch die Kriegsereignisse verursacht wurde, ohne daß den Patentinhaber oder seinen Vertreter ein Verschulden trifft, so gilt die Erlöschung des Patentes als nicht eingetreten.

Über das Ansuchen beschließt die Anmeldeabteilung unter Vorbehalt der Beschwerde (§ 63 des Patentgesetzes). Die Verfügung, welche dem Ansuchen stattgibt, ist in das Patentregister einzutragen.

Personen, welche die Erfindung in der Zwischenzeit im guten Glauben in Benutzung genommen haben, können wegen dieser Benutzung nicht wegen Eingriffes in das Patent in Anspruch genommen werden. Ein Recht zur Weiterbenutzung der Erfindung erwerben sie nicht.

Das Versäumnis der Gebührenzahlung kann insbesondere als durch die Kriegsereignisse verursacht angesehen werden,

1. wenn der Patentinhaber zur Zeit, als die Gebühr zu entrichten war, im militärischen Dienste oder sonst in militärischer Verwendung stand,
2. wenn infolge einer wegen des Krieges oder der Mobilmachung eingetretenen Störung des öffentlichen Verkehrs die rechtzeitige Einzahlung der Gebühr unmöglich war.

§ 4.

Wiedereinsetzung gegen versäumte Fristen.

Wenn der Anmelder durch seine oder seines Vertreters Heranziehung zum militärischen Dienste oder sonst zu einer militärischen Verwendung oder durch eine wegen des Krieges oder der Mobilmachung eingetretene Störung des öffentlichen Verkehrs oder überhaupt durch die Kriegsereignisse gehindert war, seine Anmeldung gehörig zu verfolgen, und wenn infolgedessen die Anmeldung wegen unterbliebener Zahlung der ersten Jahresgebühr oder der Zusatzpatentgebühr als zurückgenommen angesehen (§ 114, Absatz 6 des Patentgesetzes) oder endgültig die Anmeldung zurückgewiesen, das Patent versagt oder nur in beschränktem Umfange erteilt worden ist, ist über Ansuchen Wiedereinsetzung zu bewilligen.

In dem erstgedachten Falle ist in dem Wiedereinsetzungsgesuche die Zahlung der ersten Jahresgebühr oder Zusatzpatentgebühr oder die auf Grund des § 114, Absatz 9 des Patentgesetzes erwirkte Stundung dieser Gebühr nachzuweisen. Über die Wiedereinsetzung beschließt die Abteilung, bei der das Verfahren zur Zeit, als die Verfügung nach § 114, Absatz 6 des Patentgesetzes getroffen wurde, anhängig war. Wird die Wiedereinsetzung bewilligt, so ist das Verfahren fortzusetzen.

Wenn über Beschwerde des Einsprechers der Beschluß zum Nachteil des Anmelders abgeändert worden ist, besteht die Wiedereinsetzung in der Wiederaufnahme des Beschwerdeverfahrens.

In den anderen Fällen besteht die Wiedereinsetzung in der Zulassung des Anmelders zur Erhebung der Beschwerde, die mit dem Wiedereinsetzungsgesuche zu verbinden ist. Mängel, wegen welcher die Anmeldung zurückgewiesen wurde, und an deren Behebung der Anmelder behindert war, können bei Erhebung der Beschwerde verbessert werden.

In den Fällen der zwei vorstehenden Absätze entscheidet die Beschwerdeabteilung über die Zulässigkeit der Wiedereinsetzung.

Das Aufgebot ist zu wiederholen, wenn die Erteilung des Patentes in einem gegenüber dem ursprünglichen Aufgebot erweiterten Umfange für zulässig befunden wird. In diesem Falle bleibt jedoch für die Berechnung der Dauer des Patentes der Tag des ersten Aufgebotes maßgebend.

Die infolge Versagung des Patentes zurückgezahlte erste Jahresgebühr (§ 114, Absatz 10 des Patentgesetzes) ist bei der Einbringung des Wiedereinsetzungsgesuches, vorbehaltlich einer Stundung nach § 114, Absatz 9 des Patentgesetzes, zu entrichten.

Wird die gemäß § 114, Absatz 6 des Patentgesetzes getroffene Verfügung oder die gänzliche oder teilweise Versagung des Patentes infolge der Wiedereinsetzung rückgängig gemacht, so können Personen, welche die Erfindung nach der Bekanntmachung dieser Tatsachen im guten Glauben in Benutzung genommen haben, wegen dieser Benutzung nicht wegen Eingriffes in das Patent in Anspruch genommen werden. Ein Recht zur Weiterbenutzung der Erfindung erwerben sie nicht.

Die Wiedereinsetzung wegen der Versäumung der Berufungsfrist ist zugunsten der Partei zulässig, die durch ihre oder ihres Vertreters Heranziehung zum militärischen Dienste oder sonst zu militärischer Verwendung oder durch eine wegen des Krieges oder der Mobilmachung eingetretene Störung des öffentlichen Verkehrs oder überhaupt durch die Kriegsereignisse an der rechtzeitigen Einbringung der Berufung behindert war. Über das Ansuchen, mit dem die Berufung zu verbinden ist, entscheidet die Nichtigkeitsabteilung. Gegen die Verweigerung der Wiedereinsetzung findet die Berufung an den Patentgerichtshof statt. Wenn mit der neuerlichen Entscheidung die mit der früheren Entscheidung ausgesprochene Nichtigerklärung oder Rücknahme des Patentes rückgängig gemacht wird, findet hinsichtlich der in der Zwischenzeit im guten Glauben erfolgten Benutzung der Erfindung die Bestimmung des vorhergehenden Absatzes Anwendung.

Das Ansuchen um Wiedereinsetzung kann bis zum Ablaufe eines Monates nach dem durch die Verordnung (§ 1) festzusetzenden Tage gestellt werden, wenn jedoch die Behinderung darüber hinaus fortgedauert hat, noch binnen einem Monate nach dem Tage, an dem das Hindernis weggefallen ist.

§ 5.

Im Sinne dieser Verordnung sind als im militärischen Dienste oder sonst in militärischer Verwendung stehend anzusehen:

1. die Angehörigen der bewaffneten Macht der österreichisch-ungarischen Monarchie (gemeinsames Heer, Kriegsmarine, Landwehr, Landsturm);
2. jene Personen, die auf Grund des § 7 des Wehrgesetzes oder der über Kriegsleistungen bestehenden gesetzlichen Vorschriften zu Dienstleistungen für Kriegszwecke herangezogen werden;
3. das Personal der Feldgendarmerie, jene Zivilpersonen, die in amtlicher Eigenschaft zur Dienstleistung bei der Armee im Felde eingeteilt sind oder zum Gefolge der Armee im Felde gehören;
4. alle bei der Armee im Felde den freiwilligen Sanitätsdienst ausübenden Personen.

Digitized by Google

§ 6.

Die in dieser Verordnung gewährten Begünstigungen finden auch Anwendung, wenn das für die Begünstigung maßgebende Verhältnis nicht bei jedem der Mitbeteiligten (Mitanmelder, Patentteilhaber, Streitgenosse) zutrifft.

§ 7.

Aussetzung der Bekanntmachung der Patentanmeldung.

Innerhalb des im § 1 festgesetzten Zeitraumes kann über Ansuchen die Aussetzung der Bekanntmachung und Auslegung der Patentanmeldung bis zur Dauer von zwölf Monaten, vom Tage der Zustellung des Beschlusses der Bekanntmachung an gerechnet, bewilligt werden.

§ 8.

Diese Verordnung tritt mit dem Tage der Kundmachung in Wirksamkeit.

Hochenburger m. p. Trnka m. p.
Schuster m. p. Engel m. p.

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft. Die zweite Jahresversammlung, welche am 19. September d. J. in Nürnberg stattfinden sollte, wurde wegen der Kriegslage vertagt.

Literatur-Bericht.

Technische Untersuchungsmethoden zur Betriebskontrolle, insbesondere zur Kontrolle des Dampfbetriebes. Zugleich ein Leitfaden für die Übungen in den Maschinenlaboratorien technischer Lehranstalten. Von J. Brand, Professor der königl. vereinigten Maschinenbauschulen zu Elberfeld. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 285 Textfiguren, 1 lithographierten Tafel und zahlreichen Tabellen. 8°. (XII und 357 Seiten.) Berlin, Verlag von Julius Springer, 1913. Geb. Mk. 8.

Selten wird es der Tatsache so entsprechen, wie bei diesem Buche: Zu behaupten, daß es einem fachliterarischen Bedürfnis entsprungen ist und daß es aus der Praxis für die Praxis geschrieben wurde. Gewiß sind darin nicht alle Untersuchungsmethoden angeführt, welche die wissenschaftliche Kontrolle eines Betriebes ermöglichen, um eine möglichst hohe Ausnutzung der Verbrennungswärme zu erzielen, aber es sind zweifellos alle jene Anordnungen beschrieben, die sich in der Praxis bestens bewährt haben und die eine genaue Prüfung einer Anlage nach modernen Prinzipien gestatten. Auch hat bei der Wahl der beschriebenen Methoden der Gedanke mit Recht dem Werke seinen Siegel aufgedrückt, auch nur jene aufzunehmen, die bei genügender Gewähr für ihre Brauchbarkeit, was die Genauigkeit anbelangt, sich auch verhältnismäßig so einfach und rasch als tunlich durchführen lassen.

Das Buch ist gleichzeitig als Lehrbuch gedacht. Infolgedessen finden sich da und dort auch theoretische Begründungen der beschriebenen Methoden vor. Indessen nehmen diese nicht allzuviel Raum ein. Zuerst behandelt der Verfasser die Brennmaterialien und die Theorie der Verbrennung. Hier sind alle Prüfungsmethoden beschrieben, welche die Rauchgasanalysen, die Untersuchung des Heizwertes fester, gasförmiger und flüssiger Brennstoffe, die Rauchstärke, die technischen Temperaturmessungen hoher Temperaturen, die Zugmesser usw. behandeln. Hierauf folgt eine kurze Beschreibung der Flächenmesser, die zur Ausmessung der Diagramme jener Apparate gehören, mit denen sich in ausführlicher Weise das nächste Kapitel beschäftigt, nämlich die Indikatoren. Auch bei diesen ist nach Auseinandersetzung der verschiedenen Systeme die Art der Überprüfung und Kontrolle der einzelnen Konstruktionsbestandteile erklärt.

Das dritte und Schlußhauptkapitel befaßt sich dann, nachdem die Details nunmehr in den früheren abgehandelt sind, mit den Leistungsversuchen an Dampfkesseln und Dampfmaschinen. Die gleichfalls angefügten Prüfungsmethoden für Schmieröle werden zweifellos den Männern der Praxis, die sich dieses ausgezeichneten Buches bedienen, hochwillkommen sein.

Ein Anhang enthält Tabellen für das Polarplanimeter, Verdampfungstabellen, ein Lieferantenverzeichnis jener Firmen, die die Prüfungsapparate liefern und eine Tafel der rankinisierten Diagramme einer 1500pferdigen Kompoundmaschine.

Die Textfiguren sind zumeist schematisch, klar und übersichtlich, ebenso wie der dazugehörige Text.

Der Referent hat noch selten ein seinem Zweck so vollkommen entsprechendes, reifes, sorgfältig durchgearbeitetes Werk in Händen gehabt wie das vorliegende. An jeder Stelle jedes Kapitels bietet es demjenigen, der Information sucht, den gewünschten Aufschluß. Es sollte daher in keinem Betrieb, in keinem technischen Versuchslaboratorium und in der Hand keines fertigen Ingenieurs und Studierenden fehlen, der sich der Praxis widmet bezw. widmen will und seinen Beruf ernst als Wissenschaft und nicht als Handwerk auszuüben gedenkt.

Ing. Rudolf F. Pozdena.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Rotationspumpen.

Schleuderpumpen.

Eine zur Jaucheförderung dienende Pumpe von H. Suter-Strickler in Horgen (Schweiz) ist in Fig. 1 dargestellt. Die an den Einlaufstutzen 4 anschließende Gehäusewand 2 besitzt vier Kanäle 1, die von der Mitte gegen die Peripherie verlaufen und in entgegengesetztem Sinne gebogen sind wie die Schaufeln des Förderrades. Da-

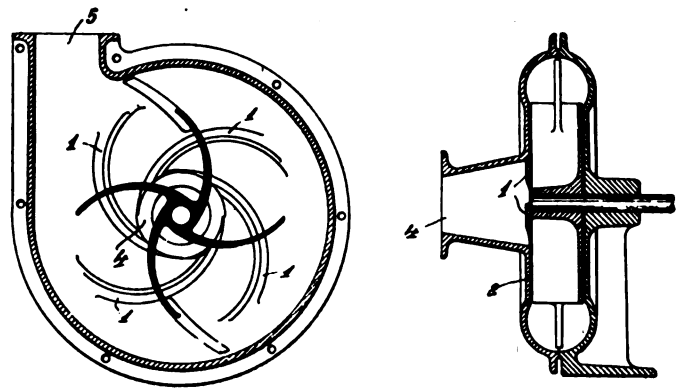


Fig. 1.

durch werden feste Teile (Dünger) mittels der Radschaufeln in die Kanäle 1 und aus diesen in den Auslaufstutzen 5 getrieben, so daß ein Verstopfen im Gehäuse nicht eintreten kann. Die in beliebiger Zahl vorzusehenden Kanäle 1 können sich bis in den Einlaufstutzen des Gehäuses hinein erstrecken und ihre Breite kann so groß gewählt sein, daß der zwischen zwei benachbarten Kanälen liegende Teil der Gehäusewand eine Rippe bildet. (D. R. P. Nr. 274 809.)

Von Th. Frey, Hochdorf (Schweiz) stammt die in den Fig. 2 und 2a dargestellte Konstruktion, bei der der Einlaßstutzen *d* des das Gehäuse *a* verschließenden Deckels *b* eine absperrbare Öffnung *e* besitzt, deren oberer Rand höher liegt, als die höchste Laufradstelle, und die so weit ist, daß man leicht mit der Hand bis zum Laufrad gelangen kann. Zum Anlassen kann das Gehäuse *a* bis zum Rand von *e* gefüllt werden, wobei das Laufrad gänzlich in die Flüssigkeit eintaucht. An dem Deckel *b* sind zwei Lappen *k*, *m* angeordnet, an die zwei Lenker *i* bezw. ein Hebel *l* angelenkt sind. Das hakenförmige Ende von *l* greift unter ein Exzenter *g* auf einer in *i* gelagerten Welle *h*. *l* wird durch einen Bolzen *n* gestützt. Durch Drehen des Handgriffes *f* im Uhrzeigersinn preßt der Exzenter den Stutzen *d* kräftig gegen den Deckel *b*. Durch entgegengesetzte Drehung von *f* kann die Lösung des Stutzens leicht bewirkt werden. (Schweiz. P. Nr. 63 414.)

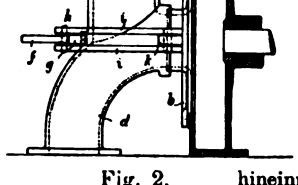


Fig. 2.

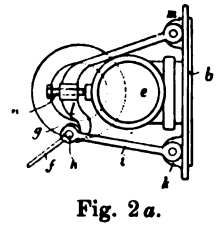


Fig. 2a.

B. Gerdau in Düsseldorf bildet die spiralförmige Förderleitung *d* (Fig. 3) nicht als unmittelbare Fortsetzung der seitlichen Gehäusewände *c* aus, sondern läßt letztere in das Innere *e* der Förderleitung *d* hineinragen, und zwar soweit, daß die Wandperipherie *j* nahezu in die Mitte *e* reicht. Dabei ragen die Ränder je etwas über die Schaufeln *b* des Rades *a* und dessen Mittelrippe *i* hinaus. Gegenüber den bekannten Anordnungen fällt hier die Größe des Spiralgehäuses kleiner aus und die Flüssigkeit wird direkt in die Mitte von *e* gefördert, was eine gute Wasserführung bildet und Wasserstöße vermeidet. Auch eine Versteifung der Gehäusewände wird erzielt, da *c* und *d* eine Art ringförmigen I-Träger bilden, bei dem der Steg vom Gehäuse *d* und die Flanschen von den Platten *c* gebildet werden. (Br. P. Nr. 8678 A. D. 1913.)

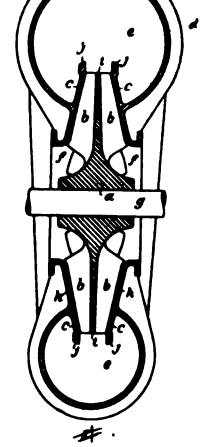


Fig. 3.

Die Aktiebolaget Ljungströms Angturbin in Liljeholmen (Stockholm) hat sich einen für Pumpen, Turbinen und Kompressoren verwendbaren, unterteilten Diffusor schützen lassen, dessen Unterteilung erfindungsgemäß durch eine oder mehrere ringförmige Wände in der Längsrichtung der kreisenden Schaufeln (in axialer Richtung verstanden) erfolgt. Auf diese Weise kann der für die Geschwindigkeitsverminderung erforderliche Endquerschnitt unter Beibehaltung von kleinen Abmessungen des Diffussors groß gewählt werden. (Ö. P. Nr. 64 761.)

Digitized by Google

Eine besondere Ausführung der bereits angeführten Meßvorrichtung von H. Keller in Zürich (siehe E. u. M. 1914, Seite 197), die auch zum Regeln der Fördermenge bestimmt ist, besteht darin, daß die zur Saugleitung parallelgeschaltete, an einer Stelle nach Art eines Venturimetersverengte Zweigleitung *f* (Fig. 4) an einer zwischen der Eintrittsmündung *a* der Saugleitung und dem Hals *c* vor dem Laufradeintritt gelegenen Stelle der Saugleitung beginnt und in dem vor dem Laufrad *d* angeordneten Hals endigt. Bei *k* ist das Venturimeter eingeschaltet, von dessen engster Stelle ein Röhrchen *m* zu einem Meßapparat bezw. zu einem Mengenregler führt, dessen Verstellungen seiner sich entsprechend den Druckschwankungen bewegenden Teile ein Maß für die Fördermengen geben. Zwischen Ein- und Austrittsmündung der Zweigleitung wird eine sehr hohe Druckdifferenz aufrechterhalten, so daß bei *k* ein sehr hoher Unterdruck entsteht, der ein Mehrfaches des zwischen *g* und *i* der Zweigleitung sich bildenden Druckunterschiedes beträgt. Die Vorrichtung ist für Gasverdichter und Flüssigkeitspumpen geeignet. (Schweiz. P. Nr. 64 640.)

Eine andere Meßmethode besteht nach E. Guyin Pittsburgh (Pennsylvanien) darin, daß in dem Einlaufhals des Laufrades zwei Röhrchen münden, von denen das eine mit gegen die Strömung gerichteter Mündung versehen ist, wogegen das andere geschlossen und seitlich mit Löchern versehen ist. Das eine Röhrchen wird somit den der Strömungsgeschwindigkeit entsprechenden Druck, das andere den statischen Druck aufnehmen und man kann beide Drücke mittels Manometers oder dgl. messen. Die Druckdifferenz gibt ein Maß der geförderten Flüssigkeitsmenge. (U. S. P. Nr. 1 083 610.)

Um bei Pumpen für sandige Flüssigkeiten zu verhüten, daß einerseits bei großem Druck im Pumpengehäuse Sand oder dgl. in die Stopfbüchse gedrückt, andererseits bei Unterdruck Schmiermittel aus der Stopfbüchse in das Pumpeninnere gezogen wird, hat F. Lobnitz in Crooston (Schottland) folgende Einrichtung getroffen: In der Stopfbüchse ist zwischen der Packung und dem Pumpengehäuse ein Hohlraum angeordnet, der mit dem Schmiermittelbehälter verbunden ist. Letzterer kann durch eine Handpumpe zeitweise nachgefüllt werden. In dem Behälter befindet sich oberhalb des Schmiermittels ein Luftpolster, auf das ein Kolben wirkt, der unter dem Einfluß des im Gehäuse der Pumpe herrschenden Druckes steht. Wird letzterer sehr groß, so wird auch ein stärkerer Druck auf den Kolben ausgeübt, der Luftpolster komprimiert und mehr Schmiermittel in die Stopfbüchse gepreßt, so daß ein Eindringen von Sand verhindert wird. Entsteht hingegen im Pumpengehäuse eine Druckabnahme, so kann sich das Luftpolster ausdehnen und das Schmiermittel in den Behälter zurückgelangen, ohne in das Pumpeninnere einzudringen. Alle diese Vorgänge können mittels von den Leitungen abgezweigten Rohren mit Manometern im Maschinenraum beobachtet werden. (U, S.. P. Nr. 1 086 063.)

Fig. 5 zeigt eine selbsttätige An- und Abschaltung von J. Latour in Beaune (Frankreich). Eine durch einen Elektromotor angetriebene Friktionsrolle betätigt das auf der Pumpenwelle sitzende Rad *b*. Der Elektromotor ist auf einer Platte *c* montiert, die um die Achse *d* drehbar ist und unter dem Druck einer mittels der Schraube *f* nachspannbaren Feder steht. Eine bei *h* an die Platte angelenkte Stange *g* greift bei *i* an den um *k* drehbaren doppelarmigen Hebel *j* an. Bei übermäßigem Anwachsen des Förderdruckes wird durch irgend eine Vorrichtung (Kolben, Membrane oder dgl.) die Stange *l* angehoben, der Hebel *j* um *k* gedreht, dadurch die Platte *c* entgegen dem Federdruck gesenkt und die Rolle *a* vom Rade *b* entfernt, wodurch die Übertragung gelöst wird. Umgekehrt wird bei Verringerung des Druckes die Feder *c* die Platte *c* mit dem Motor und der Rolle *a* heben, so daß die Friktionskupplung wieder in Kraft tritt und die Pumpe weiter arbeitet. Je nach der Federspannung, werden diese Vorgänge entsprechend früher oder später eintreten, womit eine Regelung gegeben ist. Bei der Lösung der Kupplung kann eine sekundäre Vorrichtung auch die Unterbrechung des Stromes herbeiführen, so daß der Motor während der Abschaltung der Pumpe stillgesetzt wird. (F. P. Nr. 18 152 zu Nr. 460 329.)

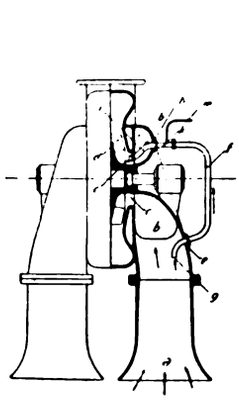


Fig. 4.

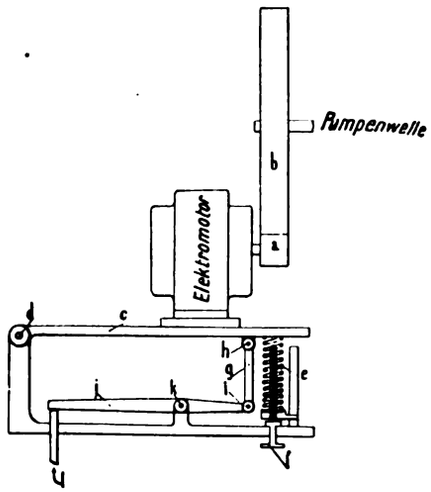


Fig. 5.

Die Verminderung von Flüssigkeitsverlusten wird von W. Kieser in Berlin in folgender Weise erzielt. Das auf der Welle 2 sitzende Laufrad 1 (Fig. 6) hat seine Einlaßöffnung bei 3, die mit dem Einlauf 4 übereinstimmt. Bei 5 tritt die Flüssigkeit aus dem Rad in den Leitapparat 6. Das Bestreben der Flüssigkeit, infolge des Druckes bei 5 und 6, zum Teil wieder in die Laufradkammer zurückzutreten und bis zum Einlauf 4 zu gelangen, wird verringert durch eine Labyrinthpackung, bestehend aus am Laufrad angeordneten Rippen 7, die zwischen Rippen 8 des Gehäuses 9 greifen. Die durch diese Labyrinthpackung entweichende Flüssigkeit wird, um ein weiteres Entweichen zu verhüten, in eine Kammer geleitet, die im dargestellten Fall von einem Ringraum 10 zwischen dem Rad und der Gehäusewand 11 gebildet wird. Trifft die entweichende Flüssigkeit auf diese Wand, so verliert sie durch den Richtungswechsel und die Weite der Kammer an Geschwindigkeit. Sie tritt dann wohl in den Einlauf senkrecht zu dessen Richtung ein, was aber infolge der geringen Geschwindigkeit bedeutungslos ist. (U. S. P. Nr. 1 090 073.)

Die Firma Eisenwerk (vorm. Nagel & Kaempf) A.-G. in Hamburg gibt eine neue Schaltvorrichtung für mehrstufige Kreiselpumpen, -gebläse oder -kompressoren an, die gegenüber älteren Konstruktionen den Vorteil hat, daß während des Betriebes die einzelnen Laufräder wahlweise so geschaltet werden können, daß ein Kreiselpumpensatz bei gleichbleibender Umlaufzahl und annähernd konstantem Kraftverbrauch imstande ist, Druckhöhen von zum Beispiel 20 bis 80 m bei entsprechend veränderter Fördermenge zu überwinden. Die Vorrichtung besteht aus einem in einem Zylinder axial verschiebbaren Körper, der für jede Maschinenstufe mit der der Stufenzahl entsprechenden Anzahl verschieden geformter Schaltquerschnitte versehen ist,

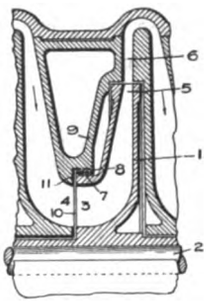


Fig. 6.

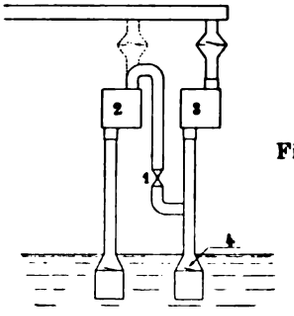


Fig. 7.

die geeignete Stutzen am Zylinder mit den Saug- und Druckstutzen der Stufen verbinden. Das Gehäuse der ersten Pumpenstufe besitzt nur je einen Saug- und Druckstutzen, das der übrigen Stufen hingegen je einen Druck und zwei bezw. einen gegabelten Saugstutzen. Auf diese Weise sind folgende Schaltungen möglich: 1. Jedes Laufrad arbeitet für sich, 2. je zwei Laufräder sind hintereinandergeschaltet, so daß zwei Sätze von je zwei hintereinandergeschalteten Laufrädern parallel arbeiten, 3. drei Laufräder sind hintereinandergeschaltet, wogegen die vierte Stufe für sich allein arbeitet, so daß drei Stufen mit einer Stufe parallel arbeiten und man zwei gleiche Fördermengen, aber verschiedene Drücke erhält und 4. alle vier Laufräder sind hintereinandergeschaltet. (D. R. P. Nr. 275 292.)

Um bei konstantem und maximalem Wirkungsgrad sowie gleichbleibender Geschwindigkeit dieselbe oder annähernd dieselbe Fördermenge auf bestimmte Förderhöhlen zu bringen, schlägt die Société Farcot Frères et Cie. in Saint-Ouen (Frankreich) folgenden Weg ein: Es werden zum Beispiel zwei Förderhöhen H und h angenommen und die Pumpe bestehe dementsprechend aus zwei auf derselben Welle sitzenden Einheiten, von denen die eine für die Höhe h und die andere für $H—h$ berechnet ist. Wird die Höhe h verlangt, so schließt man das Ventil 1 (Fig. 7), das die Förderleitung der Pumpe 2, die für $H—h$ bestimmt ist, mit der Saugleitung der auf h arbeitenden Pumpe 3 verbindet, und man entleert durch Lufteintritt die Pumpe 2. Die Pumpe 3 saugt dann direkt aus dem Brunnen und fördert auf die verlangte Höhe h. Wird H gewünscht, so füllt man die Pumpe 2 und öffnet 1. Das Ansaugen findet durch den Saugstutzen von 2 statt und das Wasser durchströmt hintereinander die beiden Pumpen, so daß eine resultierende Förderhöhe von $(H—h) + h = H$ erzielt wird. Diese Vorgänge werden somit durch die Umschaltung eines Hahnes erzielt. Bemißt man aber die beiden Pumpen so, daß ihre Fördermengen Q und q zu den Höhen die Beziehung $\frac{Q}{q} = \frac{H}{h}$ haben, wobei dieses Verhältnis einer ganzen Zahl gleichkommt, so können überdies zum Beispiel bei einer mehrgliederigen Pumpe die verschiedensten Kombinationen in der Fördermenge und Förderhöhe durch bloße Umschaltung der Zwischenhähne (deren Zahl um 1 geringer ist als jene der Pumpenglieder) erzielt werden. (F. P. Nr. 456 307.)

(Schluß folgt.)

Berichtigung. Das vereinfachte Kreisdiagramm des Repulsionsmotors. Von Dr. techn. Robert Moser. In Fig. 4 auf Seite 673 (Heft 32) ist bei dem für die Strecke PA hineingesetzten Ausdruck das τ in τ_1 zu ändern. Die zu Fig. 4 deshalb nachträglich hinzugefügte erste Fußnote auf derselben Seite ist durch Druckfehler ebenfalls entstellt. In Übereinstimmung mit Formel 25*a*) ist also $PA = J_2' \frac{\cos \alpha}{1 + \tau_1}$.

Ferner soll es auf Seite 674 zu Formel 16*c*) richtig lauten: $\lambda = \frac{2\, y_1}{y_1 + y_2}$ statt $\frac{y_2 - y_1}{y_1 + y_2}$, wie es auch in E. u. M. 1911, Seite 834 angegeben war.

Schluß der Redaktion am 8. September 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Textliche Anomalien des Elektrizitätsgesetzentwurfes. Von Dr. Heinrich Schreiber 753
Einige Praktikumsaufgaben über die Bestimmung des magnetischen Kraftflusses und der Koeffizienten der gegenseitigen Induktion. Von Privatdozent Dr. P. Ludewig, Freiberg i. Sa. (Schluß) 757
Rundschau:
Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 761
Elektrische Beleuchtung 761
Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 761
Funkentelegraphie und -Telephonie 761
Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen 762
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 762
Strahlungslehre 763
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Rotationspumpen (Schluß) 763
Personalnachricht 764
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *461—464*

Infolge des Krieges sehen wir uns veranlaßt, unsere Zeitschrift bis auf weiteres nicht mehr wöchentlich herauszugeben. Das nächste Heft, Nr. 39—40, erscheint am 4. Oktober.

Die Vereinsleitung.

Textliche Anomalien des Elektrizitätsgesetzentwurfes.

Von Dr. **Heinrich Schreiber.**

Bei näherem Studium des „Entwurfes eines Gesetzes, betreffend das Wegerecht und andere Bestimmungen für elektrische Anlagen", kommt man auf eine ganze Reihe von Stellen, die, abgesehen von der Kritik, zu denen die großen grundsätzlichen Fragen und Richtlinien des Entwurfes Anlaß bieten, mit denen ich mich an anderem Orte befaßt habe und die ich noch weiter zu bearbeiten gedenke, große redaktionelle Unebenheiten und Unvollkommenheiten aufweisen, die wert sind, besonders angeführt und gewertet zu werden. Ihre Darstellung dürfte zu der Erkenntnis leiten, daß diese Stellen des Gesetzentwurfes unbedingt einer Klärung und Verdeutlichung bedürfen, wenn nicht mannigfache Zwiespältigkeiten und Meinungsverschiedenheiten daraus erwachsen sollen. Wenn ich daher diese Textierungen heraushebe und im nachstehenden nebeneinander stelle, um sie auf ihren Gehalt zu untersuchen, so folge ich hiebei der Anordnung des Entwurfes und suche aus ihrem Zusammenhange offenbar zu machen, welcher Sinn ihnen nach der Diktion des Gesetzes beigelegt ist und welcher ihnen nach dem Wesen des Gesetzes eigentlich innewohnen sollte.

Ich greife somit einzelne Sonderbarkeiten heraus:

§ 1, Abs. 2. Diese Gesetzesstelle zählt unter den Telegraphenanlagen alle Anlagen zwecks elektrischer Nachrichtenvermittlung, einschließlich der drahtlosen Telegraphie und Telephonie auf. Daran wäre zunächst nichts auszustellen. Wenn man sich jedoch gegenwärtig hält, daß der Gesetzentwurf das Wegerecht für elektrische Leitungen statuieren und zugunsten der elektrischen Leitungen ein Benutzungsrecht einführen will, dann mutet es jedenfalls befremdlich an, wenn das Gesetz sich auf solche Anordnungen der Telegraphen- und Telephon-Technik beziehen soll, deren Bedeutung und Wesen gerade darin besteht, daß sie ohne Leitungen angelegt, daß sie drahtlos hergestellt werden und funktionieren, mithin in dem Hause dieses Gesetzentwurfes eigentlich keine Unterkunft zu finden hätten; oder aber, was ja auch möglich ist, ist dabei an das sonstige Zugehör dieser Anlagen gedacht. Allein dafür findet man in dem Gesetzentwurf keine spezifischen Anhaltspunkte.

§ 2. Diese Bestimmung normiert und umschreibt das Wegerecht für elektrische Leitungen und nennt es ein Zwangsbenutzungsrecht. Diese Beifügung „Zwangsrecht" mißfällt mir, weil sie überflüssig ist. Es ist mit der Berechtigung, welche das Gesetz verleiht, ohnehin nicht weit her und gewiß ist sie nicht soweit ausgestaltet, daß sie als erzwungen bezeichnet werden müßte. Ich glaube, es würde genügen, dieses Recht, auf welches die Leitungen einen gesetzlichen Anspruch erheben wollen, als ein Benutzungsrecht schlechtweg oder als ein gesetzliches Benutzungsrecht zu qualifizieren; der Ausdruck „Zwang" möge fortgelassen werden, er nährt nur Gehässigkeiten und Widerstände von industriegegnerischer (agrarischer) Seite, deren Empfindungen geschont werden und die sich nicht darauf berufen sollen, daß sie von den elektrischen Anlagen zwangsweise in Mitleidenschaft gezogen werden.

§ 5, Abs. 6. Um hier die mir auffällige Anomalie hervortreten zu lassen, empfiehlt es sich, die betreffende Gesetzesstelle wörtlich vor Augen zu führen.

Digitized by Google

Sie lautet: „An juristische Personen und Gesellschaften wird die Konzession für Unternehmungen gemeinnütziger Natur auf 90 Jahre, für andere Unternehmungen auf 60 Jahre verliehen.“ Diese Textierung besagt also klipp und klar, daß eine Befristung der Konzession an juristische Personen und Gesellschaften in Aussicht genommen ist, und zwar für deren Unternehmungen gemeinnütziger Natur mit längerer, das ist 90jähriger Dauer, für deren Unternehmungen anderer Natur mit kürzerer, das ist 60jähriger Dauer.

Nun frage ich, wie steht es dann mit den Unternehmungen, gleichviel ob gemeinnütziger oder anderer Natur, die nicht juristischen Personen oder Gesellschaften gehören? Auf die ist nämlich gar kein Bedacht und Bezug genommen. Sollen diese überhaupt keiner Konzession fähig sein oder ihrer nicht bedürfen, sind sie von der Konzessionspflicht ausgenommen oder ist diesen Bewerbern die Konzession zeitlich nicht zu beschränken? Man könnte aber auch annehmen, daß die Stelle unrichtig textiert ist, daß eigentlich festgestellt werden soll, daß gleichermaßen gemeinnützigen Unternehmungen allgemein und ohne Rücksicht auf die rechtliche Eigenschaft der Unternehmer die Konzession länger, für nicht gemeinnützige Unternehmungen kürzer bemessen sein soll. — Daß hier eine Undeutlichkeit besteht und ein Zweifel klaffen bleibt, macht Abs. 8 desselben Paragraphen sinnfällig, denn dort heißt es in fine: „Juristischen Personen und Gesellschaften gegenüber kann auch die im Abs. 6 vorgesehene zeitliche Beschränkung ihrer Konzession verfügt werden.“ Das will doch offenbar wieder sagen, daß andere Unternehmungen, die nicht juristischen Personen und Gesellsehaften gehören und die, wovon diese Gesetzesstelle handelt, schon zur Zeit des Inkrafttretens dieses Gesetzes bestanden haben, also kurz gesagt, die alten Unternehmungen einzelner (physischer) Besitzer von solchen Einschränkungen verschont sind. Die ganze Fassung macht mithin den Eindruck, als wäre bei der Konzession allseits nur von juristischen Personen und Gesellschaften die Rede, während auf Unternehmungen, die diese rechtliche Beschaffenheit nicht genießen, überhaupt keine Bezugnahme geschieht. Ich halte daher diese Textierung unbedingt für mangel- und lückenhaft und meine, daß sie gleichfalls einer Verbesserung oder Aufklärung bedarf.

§ 6, Abs. 2. Diese Stelle verlangt für die Errichtung und den Betrieb von Starkstromanlagen, ohne Unterschied des Zweckes, mithin sowohl für gewerbliche wie für nichtgewerbliche Anlagen, den Nachweis der Eignung (verläßliche und fachliche Befähigung für den Betriebsleiter). Es wird also wortdeutlich auch für die nichtgewerblichen Elektrizitätsanlagen der Befähigungsnachweis gefordert und demzufolge das Requisit des Befähigungsnachweises, welches bisher lediglich zu dem Rüstzeug der modernen Gewerbegesetzgebung gezählt hat, auch auf Beschäftigungen angewendet, die mit dem Gewerbewesen nichts zu schaffen haben: Immerhin ein Moment von nicht zu unterschätzender Bedeutung, da es leichthin als Vorbild dienen und zu Nachahmungen aneifern kann.

§ 7, Abs. 1. Diese Stelle ordnet die wechselseitigen Beziehungen der Anlagen, wenn Starkstromleitungen untereinander oder mit privaten Telegraphenleitungen zusammentreffen. Daß die staatlichen Telegraphenleitungen hier nicht einbezogen sind, ist verständlich, denn sie werden in dem Abschnitte über das Telegraphenwegerecht in den §§ 30 bis 32 gesondert behandelt. Hingegen ist es beachtlich, daß bei den Starkstromleitungen kein Unterschied zwischen staatlichen und privaten Anlagen gemacht wird. Während sonst im Gesetze den staatlichen Leitungen und auch den staatlichsn Starkstromleitungen gegenüber den privaten Leitungen und ebenso auch gegenüber den privaten Starkstromleitungen eine Begünstigung und Bevorrechtung zuteil wird, ist im Verhältnis der Koexistenz eine Differenzierung nicht vorgenommen und man muß, obzwar es nicht ausgesprochen ist, füglich annehmen, daß die staatlichen Starkstromleitungen gegenüber den privaten Leitungen diesfalls keine Bevorzugung genießen. Ob aber der Gesetzgeber das wirklich beabsichtigt hat, soll als ein gleichfalls hervorhebenswertes Moment mindestens angefragt werden.

§ 8. Diese Stelle, welche Wesen und Umfang des Benutzungsrechtes feststellt, ist so gefaßt, daß sie die verschiedentlichsten Auslegungen zuläßt, aber gewiß nicht jene Lesart vollkommen erfaßt, die, wie ich meine, eigentlich ausgedrückt werden soll. Vor allem wäre zu bemängeln, daß § 8, Abs. 1 erst hier eingeschoben wird, denn ich halte dafür, daß er schon zu § 2 gehört. Im § 2 ist das Benutzungsrecht für Starkstromleitungen eingeräumt und umschrieben. Ist aber diese Umschreibung nicht vollständig und ist sie, wie wir im § 8 mit einemmal sehen, einer weiteren Einschränkung unterzogen nach der Hinsicht, daß das auf private Liegenschaften gewährte Benutzungsrecht gewisse Ausnahmsbereiche respektieren muß, so die Gebäude, Höfe, Gärten und sonstige eingefriedete Grundstücke, dann ist nicht abzusehen, warum dies nicht gleich an zuständiger Stelle, das ist in § 2 gesagt wird. In dem Abschnitte über das Telegraphenwegerecht ist das Benutzungsrecht für Telegraphenanlagen gleich in einem Atem vollkommen deutlich und erschöpfend gekennzeichnet.

Wichtiger aber ist es, daß § 8, Abs. 2 in seiner jetzigen Fassung, die ja an und für sich einer gründlichen Verdeutlichung bedarf, ich sage aber, in seiner jetzigen Fassung den Eindruck hervorruft, daß auch die Zustimmung der Gemeinden zur Einführung von Leitungen nur dort einzuholen ist, wo bereits elektrischer Strom gegen Entgelt abgesetzt wird. Es käme also nicht darauf an, ob die neue Leitung Strom entgeltlich zuführt oder ob sie nur durch den Gemeindebereich durchgeleitet wird, ohne entgeltlich Strom abzusetzen, sondern lediglich darauf, ob der Gemeindebereich mit elektrischen Leitungen bereits belegt ist und diese dortselbst gegen Entgelt Strom absetzen. Dort, wo eine solche Leitung nicht besteht, ist nicht bloß die Durchleitung, sondern auch die Einleitung konsensfrei und an keine Zustimmung der Straßenverwaltung gebunden. Nur dort, wo bereits ein Unternehmen gewerblich wirkt und tätig ist, wäre die Bewilligung der Gemeinde einzuholen.

Es ist unleugbar, daß die vorliegende Textierung dieser Stelle eine andere Auffassung kaum zugibt. Demgegenüber soll aber die Lesart nach der allgemeinen Auffassung und nach den bestehenden Absichten darauf hinauszielen, daß die Einleitung zur entgeltlichen Stromabgabe, das sogenannte Abgaberecht, an die Zustimmung des öffentlichen Verbandes als Straßeneigentümerin geknüpft sein soll und daß bloß die einfache Durchleitung ohne Stromabgabe auch

Digitized by Google

ohne Erlaubnis der Straßenverwaltung vor sich gehen darf. Beide dieser Auslegungen haben einen Sinn, für beide sprechen gewisse Ansichten und Argumente, aber das Gesetz gewährt keinen Anhaltspunkt, welche dieser beiden Varianten gelten und rechtens werden soll. Und noch eines. Daß eine staatliche Elektrizitätsanlage immer und überall das Abgaberecht genießen soll, somit auch dort, wo bereits ein Unternehmer mit dem Stromabsatz sich befaßt, ist wohl auch eine nicht ganz schlüssige Verfügung des Entwurfes. Der Entwurf schreibt nämlich im Abs. 3 vor, daß im Gegensatze zu den privaten Elektrizitätsanlagen für elektrische Anlagen staatlicher Elektrizitätswerke die im Abs. 2 vorgesehene Zustimmung der Straßenverwaltungskörper nicht notwendig ist. Damit werden aber die Privatunternehmungen und sogar jene der Gemeinde selbst allerwärts der Ungewißheit eines bedenklichen Ungefährs ausgesetzt. Sie werden in ihrem Kalkül und in ihren Anwartschaften beeinträchtigt, da sie jederzeit durch den Hinzutritt einer staatlichen Elektrizitätsleitung in ihrem Dasein und in ihrer Entwicklung bedroht werden können.

Und wie steht es dann insbesondere mit der Ausschließlichkeit des Benutzungsrechtes, wie sie so häufig von den Gemeindeverwaltungen verbürgt wird? Wenn das Gesetz imperativ und zwingend die Norm einführt, daß staatliche Elektrizitätsanlagen an die Zustimmung der Straßeneigentümer nicht gewiesen sind, dann können sie sich wohl auch über die Exklusivität der Privatunternehmungen hinwegsetzen und damit den wohlerworbenen Berechtigungen der bestehenden oder neu errichteten privaten Unternehmungen schweren Abbruch tun. Auf diese Weise werden private und wohlverbriefte Rechte durch eine Norm des öffentlichen Rechtes abgeändert und gebrochen. Dazu kommt aber noch ein weiterer Umstand. Die Normen der Absätze 2 und 3 machen ersichtlich, daß zwar der Herrschaftsbereich der Gemeinden über ihren Straßengrund gegenüber den privaten Elektrizitätswerken gewahrt und gesichert wird, daß er aber gegenüber den staatlichen Elektrizitätswerken versagt und einfach zerschlagen wird. Daß damit der Grundsatz des Entwurfes, es sei an der Selbstbestimmung und der Autonomie der Gemeinde hinsichtlich ihres Straßenkörpers nicht zu rühren, empfindlich angetastet und erschüttert wird, ist wohl klar genug und zu erkennen, daß diese These des Entwurfes, die manchen Fürsprechern der Gemeindeautonomie so viel Respekt einflößt, doch nicht so ernst und fest gemeint sein kann.

Eine weitere Anomalie finde ich darin, daß die entgeltliche Stromabgabe zwar die Pflicht zur Einholung des Straßenbenutzungsrechtes nach sich zieht (Abs. 2), daß aber selbst bei einer bloßen Durchleitung, die völlig freigelassen ist, die Pflicht der Unternehmung zur Stromabgabe eintreten kann (§ 11, Abs. 1). Diese Anomalie läßt sich etwa folgendermaßen schematisieren. Das Abgaberecht ist bedingt durch die Straßenbenutzung, die Straßenbenutzung ist aber sofort beschwert und belastet durch die Abgabepflicht; mit anderen Worten, will eine Unternehmung Strom abgeben, dann braucht sie die Erlaubnis zur Straßenbenutzung. Allein selbst dann, wenn sie diese Bewilligung zur Straßenbenutzung nicht braucht, muß sie, das heißt kann sie verhalten werden, Strom abzugeben. Ich meine, es ist auch dies eine etwas ungleichartige und unebene Konstruktion.

Dabei macht auch § 11 eine Verdeutlichung nötig. In seiner jetzigen Fassung besagt er nämlich, daß Gemeinden, deren Gebiet von Leitungen einer Stromlieferungsunternehmung unter Anwendung von Zwangsbenutzungsrechten in größerer Ausdehnung durchzogen wird, für Zwecke der Stromversorgung ihres Gebietes jederzeit den Anspruch auf Energiebezug haben. Allein diesen Anspruch besitzen sie schon nach § 9 lit. a und nach lit. d desselben Paragraphen sogar auf eine vorzugsweise Berücksichtigung ihres Strombedarfes. Demgegenüber ist die Intention des § 11 offenkundig dahin gerichtet, daß Gemeinden, deren Gebiet ohne ihre besondere Zustimmung und somit ohne das Recht der Stromunternehmung zur Stromabgabe nach § 8 durchzogen wird, den Anspruch auf Energiebezug jederzeit erheben können. Gesagt ist es aber nicht.

Vorher ist noch § 9, lit. c, zu erwähnen. Er bestimmt grundsätzlich, daß alle einheimischen Unternehmungen zur Installierung von privaten Anlagen zuzulassen sind. Vor allem frage ich, warum bloß von privaten Anlagen und warum nicht auch von staatlichen Anlagen? Dann aber frage ich weiter: was sind das einheimische Unternehmungen, die zur Installierung zuzulassen sind? Es sind dies jedenfalls nur die Installateure und gewiß sind doch nur die befugten Installateure gemeint? Da kann man wohl nicht von Unternehmungen im geläufigen Sinne des Wortes sprechen. Man sollte vielmehr auch hier das Kind bei seinem ehrlichen, wenn auch bescheideneren Namen nennen.

Der gleiche § 9, Abs. 3, enthält eine Bestimmung, deren Tragweite entweder nicht völlig ausgedacht oder bloß irrtümlich eingeengt ist. Es heißt nämlich hier, daß über Verbindlichkeiten, welche die Konzessionsbehörde nach § 10 in der Konzession aufzuerlegen ermächtigt ist, privatrechtliche Vereinbarungen ihre Gültigkeit verlieren, falls sie der Konzession widerstreben. Die Konzession kann daher vorausgegangene oder spätere Vereinbarungen, die mit der Konzession nicht vereinbarlich sind, nichtig machen. Es geht also die Konzession über alles; Abmachungen, die ihr entgegenstehen, werden unwirksam. Doch gilt dies, und darin liegt vielleicht die von mir gekennzeichnete Irrigkeit der Einschränkung, nicht von allen Konzessionsbedingungen samt und sonders und auch nicht von ihren spezifischen Bedingungen, die gleich in der Konzessionsurkunde vorgeschrieben werden müssen, sondern, wie die Gesetzesstelle hervorhebt, von jenen Verbindlichkeiten, welche § 10 benennt. Was sind das für Verbindlichkeiten? § 10 führt nur eine Verbindlichkeit an und diese besteht im konzessionsmäßigen Einlösungsrechte zugunsten des Staates oder der öffentlichen Straßenverwaltungen. Dem materiellen Einlösungsrechte der Konzession darf mithin durch keine private Verabredung vorgegriffen oder präjudiziert werden.

Mich hat der Wortlaut dieser Bestimmung und ihre schon in den § 9 aufgenommene Einreihung auf den Gedanken gebracht, ob die Zitierung an dieser Stelle nicht verfrüht ist oder überhaupt auf einem Druckfehler beruht; ob es nicht heißen sollte: „Verbindlichkeiten nach §§ 9 und 10“. Das wäre verständlicher. Es würde damit zum Ausdruck gebracht sein, daß die Erteilung der in § 8 zugunsten der öffentlichen Straßenverwaltungskörper vorbehaltenen Zu-

Digitized by Google

stimmung in ihrer Wirkung geschwächt und einer maßlosen Ausdehnung derselben über den Rahmen der Konzession vorgebeugt werden könnte. Man könnte damit die Beschwerde paralysieren, die sich dagegen wendet, daß die Elektrizität mehreren Herren zugleich dienen soll, der Konzessionsbehörde und den autonomen unteren Verbänden. Auf diese Weise könnte aber herbeigeführt werden, daß die Elektrizität jedem dieser Herren nur anteilig dienen, das heißt jedem bloß das Seine bieten soll. Irre ich aber und liegt weder ein Denk- noch ein Druckfehler vor, beschränkt sich wirklich diese Gesetzesstelle bloß auf § 10 und das dort vorgesehene Einlösungsrecht, dann gehört sie unbedingt nicht zu § 9, sondern zu § 10, und es ist nicht nötig und nicht angebracht, schon im § 9 einer Norm des § 10 vorauszueilen.

Überdies ist aber der dieser Bestimmung folgende Nachsatz so gefaßt, daß ihm jeder Effekt von vornherein benommen ist. Dieser Nachsatz will alle sonstigen vertragsmäßigen Abmachungen für ungültig erklären, die den zur Zeit des Abschlusses bestehenden Konzessionsbedingungen zuwiderläuft. Damit ist gar nichts gesagt und gewiß nichts Bestimmtes ausgedrückt. Der Pflichtenkreis der Unternehmung ist dabei weder gezogen noch gesichert, weil eben die wichtigsten öffentlich-rechtlichen Verpflichtungen den Unternehmungen nach § 9 allezeit aufgetragen werden können, nicht bloß in der Konzession, sondern auch nachträglich. Es wird daher eine Verpflichtung, mag sie auch einer Konzessionsbedingung widerstreben, ihre volle Validität behalten, wenn jene Konzessionsbedingung zwar noch nicht zur Zeit des Abschlusses bestanden, wohl aber späterhin auferlegt worden ist. Dieser Nachsatz sucht daher nicht die Kollision von Pflichtenkreisen zu verhüten, sondern lediglich einen bloß zeitlichen und darum ganz belanglosen Formalismus zu wahren; mit anderen Worten, den Schutzwall, mit welchem der Paragraph die Konzessionsbedingungen umgeben will, zerstört er, kaum daß er aufgeworfen ist, gleich wieder hinter sich.

Nun heißt es von § 9, bezw § 11 einen größeren Sprung bis zu § 43 zu machen. Das erklärt sich daraus, weil die dazwischen liegenden Paragraphe sich weniger mit materiell-rechtlichen, wie mit formalrechtlichen Bestimmungen befassen, wobei übrigens zugestanden sei, daß sie im allgemeinen schlüssig und prägnant formuliert sind. Höchstens ist mir aufgefallen, daß die Regelung jener Beziehungen, unter welchen staatliche Telegraphenleitungen mit privaten Starkstromleitungen einerseits (§ 30) und private Leitungen untereinander andererseits (§ 7) zusammentreffen, nicht so übersichtlich formuliert sind, als dies zum allgemeinen Verständnis nötig wäre. Für die Sorgfalt meiner Durchsicht mag übrigens der Umstand ein Zeugnis ablegen, daß ich in § 25, Z. 1 auch einen kleinen Druckfehler in der Ausfertigung des Entwurfes zu monieren habe, indem dort das Wörtchen „daß“ auf „das“ auszubessern ist. Das Wörtchen ist hier reflexiv gebraucht.

Hingegen habe ich in der Reihe meiner Bemerkungen fortfahrend anzuführen:

§ 43, Abs. 5 mit dem Bemerken, daß die Formulierung dieser Stelle gar zu üppig und umständlich geraten ist. Gesagt soll doch offenbar werden, daß über einen Anspruch auf Schadenersatz, der nicht verglichen werden konnte, ohne Rücksicht auf seine Höhe vom Gemeindevorsteher zu erkennen ist, daß er aber, wenn der Ersatzbetrag bestritten wird und dieser oder seine Schätzung K 30 übersteigt, nur bis K 30 zu erkennen und das Übermaß auf den Rechtsweg zu weisen hat.

Nun sehen wir uns aber an, wie das im Entwurfe ausgedrückt wird. Die Stelle lautet so: „Kommt auch nach der Schätzung kein Ausgleich zustande, so hat der Gemeindevorsteher über den Schadenersatz, insoweit der Schätzungsbetrag K 30 nicht übersteigt, oder von keinem Teile bestritten wird, ferner unter Bedachtnahme auf alle Umstände, auch über die Kosten der Schätzung zu erkennen. Wird die Richtigkeit einer den Betrag von K 30 übersteigenden Schätzung oder die Richtigkeit der Schätzung bei einem K 30 übersteigenden Anspruch bestritten, so hat der Gemeindevorsteher den Ersatz nur bis zum Betrage von K 30 zuzusprechen und den allfälligen Mehranspruch auf den Rechtsweg zu weisen“. Ich meine, diese Wortfolge ist viel zu kompliziert, um klar zu sein. Ich würde, den gleichen Gedanken ausdrückend, mich einfacher fassen und sagen: „Kommt auch nach der Schätzung kein Ausgleich zustande, so hat der Gemeindevorsteher über den Schadenersatz und unter Bedachtnahme auf alle Umstände, auch über die Kosten der Schätzung zu erkennen. Falls jedoch die Richtigkeit des Ersatzes, dessen Anspruch oder Schätzung den Betrag von K 30 übersteigen, bestritten wird, so hat der Gemeindevorsteher nur bis zum Betrage von K 30 zu erkennen und das Übermaß der Forderung auf den Rechtsweg zu weisen“. Das glaube ich, ist klar und erschöpfend, wobei ich natürlich über das Bedenken hinwegsehe, ob es zuträglich ist, den Ausspruch über den Schadenersatz in seiner Zuständigkeit derart zu unterteilen.

Die Diktion des § 46 gibt zur Bemerkung Anlaß, daß die Einschaltung des Nebensatzes „abgesehen von den Fällen des § 51“ unnötig und störend ist, weil er leicht zu Mißverständnissen Anlaß bieten kann. Wir wollen dise natürlich beweisen. § 46 stellt die These auf, daß der Unternehmer für Schaden an Personen und Sachen zu haften hat und stützt sich hiebei auf die einschlägigen Bestimmungen des allgemeinen bürgerlichen Gesetzbuches. § 51 tut nichts anderes. Hier, wo von der Haftung der Unfälle in einer Hausinstallation die Rede ist, wird gleichfalls die Ersatzpflicht nach den Vorschriften des allgemeinen bürgerlichen Gesetzbuches begründet. Der Unterschied zwischen beiden Gesetzesstellen besteht nur darin, daß die Regelung dieser Haftpflichten eine verschiedenartige ist, oben, nach den neuen Glaubenssätzen der Erfolghaftung, die aber späterhin in besonderen Paragraphen zusammengefaßt werden, unten, nach den altbewährten Sätzen des geltenden Privatrechtes. Es ist also nicht einzusehen, was diese Einschiebung, „abgesehen von den Fällen des § 51“, bedeuten soll, und sie gehört meines Erachtens zur Hebung des Verständnisses jedenfalls fort.

§ 58, Abs. 4, gibt mir zu der Bemängelung Anlaß, daß die hier aufgestellte Formel, wonach bei Beschädigungen staatlicher Telegraphenleitungen und Starkstromleitungen die erforderlichen Maßnahmen von jedem Leitungsbesitzer an seiner Leitung und auf eigene Gefahr und Rechnung zu tragen sind, ein von den vorausgehenden §§ 30 bis 32 abweichendes Novum bildet, das umso sonderbarer wirkt, als Abs. 7 des nämlichen § 58 die endgültige Tragung dieser Kosten doch wieder nach den Vorschriften der besagten §§ 30 bis 32 in Aussicht

Digitized by Google

nimmt. Hier besteht also eine Abbiegung, die wohl zu vermeiden wäre oder eigentlich ein Zwiespalt, der zu überbrücken ist, entweder, daß man die Normen der §§ 30 bis 32 durch die Vorschrift im § 58, Abs. 4, amendiert und ergänzt, oder es bei den Bestimmungen der §§ 30 bis 32 überhaupt bewenden läßt, zumal diese letzteren nicht bloß von der Verlegung der Leitungen bei Nebeneinanderbestehen staatlicher und privater Leitungen handeln, sondern insbesondere auch in § 31 die Kostenfrage für die Sicherungsmaßnahmen regeln, die bei wechselseitigen Störungen und Gefährdungen aufzubringen sind. Bleibt es aber bei dieser Textierung des Entwurfs, so wird Zusammengehöriges auseinandergerissen und damit das Verständnis unnötigerweise gestört. Jedenfalls leiden Systematik und Aufbau des Entwurfes darunter.

Schließlich füge ich noch folgendes an:

§ 62 bestimmt, daß mit der Wirksamkeit des Gesetzentwurfes alle diesem Gesetze widersprechenden Vorschriften außer Kraft treten. Was sind das für Vorschriften bezw. was können das für Vorschriften sein? Für das Elektrizitätswesen besteht noch keine gesetzliche Regelung, diese soll erst der Entwurf schaffen. Die einzige Rechtsgrundlage bildet die vielzitierte Ministerialverordnung vom 25. März 1883, RGBl. Nr. 41, welche die Konzession für den gewerbsmäßigen Betrieb und die Herstellung der Anlagen zur Erzeugung und Leitung von Elektrizität normiert. Diese Verordnung erstreckt sich mithin sowohl auf die gewerbsmäßige Herstellung solcher Anlagen, wie auf den gewerbsmäßigen Betrieb derselben. Inwieweit steht diese Verordnung mit dem Elektrizitätswegegesetzentwurf in Berührung?

Der Wegerechtsentwurf bezieht und beschränkt sich auf die Konzession der Stromlieferungsunternehmungen, als welche nach § 5 die gewerbsmäßige Erzeugung und Leitung elektrischer Energie behufs deren Abgabe an Dritte ausdrücklich definiert wird. Die Stromlieferungsunternehmung wird somit als Konzessionsgewerbe bezeichnet. Wenn nun der Entwurf Gesetzeskraft erlangt, dann wird der Fall eintreten, daß die Konzessionierung der Stromlieferungsunternehmungen, das ist die gewerbsmäßige Erzeugung und Lieferung elektrischer Energie behufs deren Abgabe an Dritte in dem neuen Gesetz geregelt ist, während die gewerbsmäßige Herstellung der Anlagen für Erzeugung und Leitung von Elektrizität noch jener Ministerialverordnung vom Jahre 1883 einverleibt sein wird, daß also ein Teil jener Elektrizitätsverordnung, die ohnehin sehr dürftig ist, da sie wohlgezählt bloß aus fünf Paragraphen besteht, als völlig verkümmerter Torso noch zurecht bestehen bleibt. Was liegt also näher, als der Wunsch, es möge auch die Anomalie beseitigt werden, daß ein so wichtiges Operat, wie das Elektrizitätswegegesetz, nicht gleich auch die gewerbsmäßige Herstellung von Elektrizitätsanlagen in den Bereich seiner Regelung einbeziehe. Das Elektrizitätswegegesetz möge daher nicht bloß den Betrieb der Stromlieferungsunternehmungen, sondern auch ihre Herstellung in den Bereich seiner Normen einschließen. Damit ist natürlich nicht bloß die Genehmigung gemeint, die jede elektrische Anlage nach § 6 des Entwurfes erwerben muß, sondern die Konzession zur zweckmäßigen Ausführung von Anlagen und Installationen. Die Vorbedingung hiezu ist ohnehin kurzerhand und leicht zu schaffen. Der Entwurf einer novellierten Verordnung ist in diesem Belange schon fertiggestellt und von den Fachkorporationen begutachtet worden, was die auch dem E. V. zugegangene Vorlage des Handelsministeriums Z. 19487 ex 1911/14919/6 ersichtlich macht. Diese Vorlage ist betitelt: „Verordnung des Handelsministeriums im Einvernehmen mit den Ministerien des Innern, für Kultus und Unterricht und für öffentliche Arbeiten vom . . . . . , betreffend die Gewerbe der Herstellung und des Betriebes von Anlagen für Erzeugung und Leitung von Elektrizität". Es wäre also Zeit, auch jener neuen Ordnung bindende Kraft zu verleihen, die der Herstellung von Elektrizitätsanlagen gilt, zumal es dann möglich sein wird, jene Unstimmigkeiten zu beseitigen, die darin sich ergeben, daß diese Vorlage des Handelsministeriums allerdings sich nicht allein auf die Herstellung von Elektrizitätsanlagen, sondern auch auf den Betrieb von Elektrizitätsanlagen erstreckt hat, der aber, wie gezeigt, in dem Gesetzentwurfe für das Wegerecht bereits berücksichtigt ist. Es ist daher geboten, diese beiden neuesten Arbeiten, den Gesetzentwurf und die Ministerialverordnung miteinander zu verschmelzen, um zu verhüten, daß einander entgegenstehende und auseinanderstrebende Bestimmungen Geltung erlangen, bezw. Gesetz und Verordnung etwa widerspruchsvoll nebeneinander einhergehen. Mit dieser Anregung möchte ich diese Glossen zum Texte des Entwurfes schließen.

Einige Praktikumsaufgaben über die Bestimmung des magnetischen Kraftflusses und der Koeffizienten der gegenseitigen Induktion.

Von Privatdozent **Dr. P. Ludewig**, Freiberg i. Sa.

(Schluß von Heft 37, Seite 744.)

IV. Bestimmung des Kraftflusses in einer langen Primärspule mittels einer kurzen Sekundärspule. Die zu dem Versuch benutzte Primärspule ist aus blankem (0·72 *mm*) Kupferdraht auf einen Holzzylinder *A* aufgewickelt*).

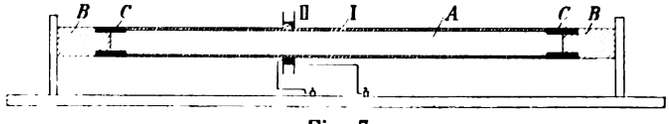


Fig. 7.

Die Länge der Wicklung von 345 Windungen beträgt 794 *mm*, so daß auf 1 *cm* 4·54 Windungen kommen. Über dieser Spule befindet sich (Fig. 7) die Sekundärspule *II* von 1·6 *m* Länge und 600 Windungen. Die Aufgabe, die den Studierenden gestellt wird, ist. Den Kraftfluß zu bestimmen, der bei verschiedenen Stellungen der Spule *II* durch sie hindurchgeht und daran anschließend den Koeffizienten der gegenseitigen Induktion der beiden Spulen in diesen verschiedenen Stellungen zu ermitteln. Die Lösung der ersten Aufgabe soll ein Bild geben, in welchem Maße an den verschiedenen Stellen der Spule *I* Kraftlinien austreten. Es ist demnach dafür zu sorgen, daß die Spule *II* nicht nur bis zum Ende der Spule *I* verschoben werden kann, sondern noch darüber hinaus. Das ist dadurch erreicht, daß an beiden Seiten der Kern der Spule I auf 12 *cm* über die Wicklung hinaus durch Holzzylinder *B* verlängert ist, die durch Messingschellen *C* so mit dem Kern verbunden sind, daß die Spule *II*

*) In Fig. 16, Seite 760, oben.

Digitized by Google

beim Verschieben über der Spule *I* überall den gleichen Querschnitt findet.

Um die Änderung des Kraftflusses zu bestimmen, kann man zwei verschiedene Methoden anwenden.

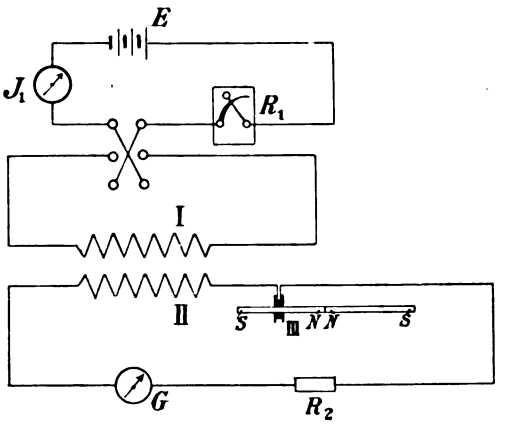


Fig. 8.

1. Methode. Man verbindet (Fig. 8) die Enden der Primärspule *I* über einen Umschalter einen Strommesser J_1 und einen Regulierwiderstand R_1 mit einer Akkumulatorenbatterie *E* (zirka 6 *V*). Die Enden der Sekundärspule *II* sind unter Zwischenschaltung eines Widerstandes R_2 und der Sekundärspule *III* einer Induktionsnormale an das ballistische Galvanometer *G* gelegt. Beim Kommutieren des Primärstromes mittels des Umschalters U_1 entsteht im Galvanometer ein Ausschlag α_{II}. Ist $\Delta\Phi$ der beim Stromschluß durch die Spule *II* fließende Kraftfluß, so gilt

$$2\,\Delta\Phi = \frac{C\,R}{N_{II}}\,\alpha_{II} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 15).$$

Zur Eichung des Galvanometers verschiebt man Spule *III* aus Stellung *I* in Stellung *II*. Es entsteht ein Ausschlag α_{III}, und zwar gilt:

$$\Delta\Phi_{III} = 2\,\Phi_{III} = \frac{C\,R}{N_{III}}\,\alpha_{III} \quad . \quad . \quad . \quad 16).$$

$\Delta\Phi$ ergibt sich zu

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_{III}\,N_{III}\,\alpha_{II}}{\alpha_{III}\,N_{II}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 17).$$

Da der Primärstrom kommutiert wird, ist hier im Gegensatz zu früher der Faktor 2 herausgefallen. Es wird der Ausschlag bestimmt, der beim Kommutieren des Primärstromes und verschiedener Stellung der Sekundärspule entsteht. Die so erhaltenen Werte sind in der Tabelle II eingetragen.

Tabelle II.

Stärke des Primärstromes = 3·61 *A*.

Stellung	Ausschlag in *cm*	$\Delta\Phi$
50	25·9	349
60	25·8	347
70	25·7	346
80	25·2	339
85	23·9	321
86	23·2	312
88	20·6	277
90	12·6	169
92	5·25	70·7
94	2·45	23·0
96	1·40	18·8
98	0·90	12·1
100	0·83	8·5

Die mit diesen Werten gezeichnete Fig. 9 gibt die Abhängigkeit des Kraftflusses in graphischer Darstellung.

2. Methode. Man geht hier ebenso vor, wie bei der Aufgabe mit dem Stabmagneten, und zwar mit Benutzung der Schaltung nach Fig. 8. Nur ist hier der Umschalter U_1 überflüssig. Man hält den Primärstrom konstant und verschiebt die Sekundärspule von der Mitte der Spule *I* jeweils bis zu einem bestimmten

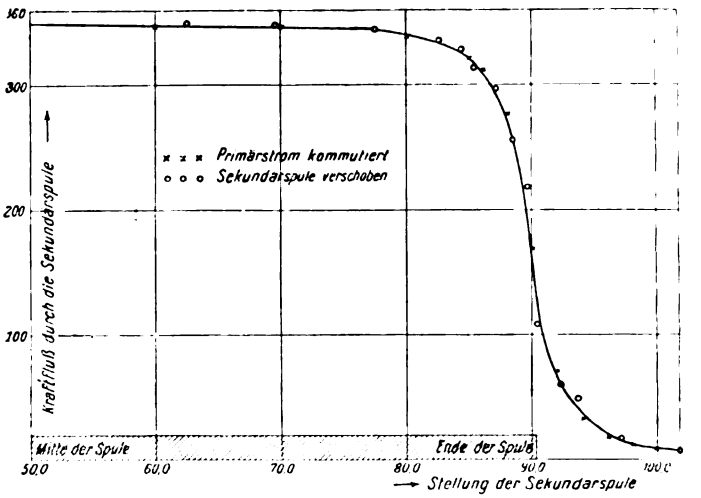


Fig. 9.

Punkt. Zur Berechnung wird naturgemäß nicht die Beziehung (17), sondern (12) benutzt. Der Primärstrom betrug wieder 3·61 *A*. Es ergeben sich die in Tabelle III enthaltenen Werte.

Tabelle III.

Stärke des Primärstromes 3·61 *A*.

Verschiebung	Ausschlag in *cm*	$\Delta\Phi$	$\frac{\Phi - \Delta\Phi}{\Phi_{max}}$
50—62·5	0·04	0·84	349
50—69·5	0·12	2·51	347
50—77·5	0·31	6·48	344
82·6	0·72	15·05	335
84·3	1·11	23·2	327
85·5	1·12	31·4	312
87	2·6	54·3	296
88·5	4·5	94·1	256
89·6	6·55	137	213
90·5	11·55	242	108
92·3	13·5	290	60
93·6	14·9	302	48
97·0	15·9	342	8
102	16·0	342	8

Um einen Vergleich mit den nach der Methode 1 gefundenen Zahlen zu erhalten, bildet man, wie es in Tabelle III geschehen ist, die Werte $\Phi_{max} - \Delta\Phi$, wobei $\Phi_{max} = 349$ der Tabelle II entnommen ist. Man erhält so die Werte, die in Fig. 9 mit kleinen Kreisen bezeichnet sind. Wie man sieht, stimmen sie mit denen der Tabelle II gut überein. Allerdings liefert die erste Methode exaktere Werte, da bei der zweiten Methode eine genügend schnelle Verschiebung der Sekundärspule auf die lange Strecke hin schwer möglich ist.

Die Fig. 9 zeigt, daß bis zum Ende der Primärspule der Kraftfluß fast konstant bleibt und daß am Ende der Primärspule ein sehr schneller Abfall erfolgt.

Zur Bestimmung der Koeffizienten der gegenseitigen Induktion der Spulen *I* und *II* in den ver-

Digitized by Google

schiedenen Stellungen benutzt man die Beziehung (7) und (8), also

$$M = \frac{C R}{2 J_I} \alpha_{II}$$

$$C R = \frac{2 \Phi_{III} N_{III}}{\alpha_{III}}.$$

Durch Vereinigung erhält man

$$M = \frac{\Phi_{III} N_{III} \alpha_{II}}{\alpha_{III} J_I} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 18).$$

Es ist hier nur die Methode des Kommutierens des Primärstromes am Platze. Dadurch hebt sich wieder der Faktor 2 aus der Formel 18 heraus.

Man kann den gegenseitigen Induktionskoeffizienten auch durch Rechnung allein bestimmen. Für eine lange und eine koaxiale kurze Spule gilt die Beziehung

$$M = 4 \pi^2 n N r^2,$$

wo n die Windungen der langen Spule pro Längeneinheit, N die Gesamtwindungszahl der kurzen Spule und r der Halbmesser der langen Spule ist. Für die beschriebene Spule ergibt diese Rechnung bei der Stellung der Sekundärspule in der Mitte der Primärspule den Wert 0·000595 Henry, der Vergleich mit einer Normalspule den Wert 0·000578 Henry. Der letztere Wert ist der exaktere.

V. Zwei Spulen von etwa gleichen Dimensionen, von denen die eine in der anderen drehbar angeordnet ist*). Die beiden Spulen waren auf Pappzylinder von 7 *cm* Länge aus massivem Emailledraht von 0·8 *mm* Durchmesser aufgewickelt. Die feststehende Spule *A* hat einen Durchmesser von 20·2 *cm*, die bewegliche *B* einen solchen von 16·4 *cm*. Den konstruktiven Aufbau zeigt Fig. 10. Von einer Grundplatte *C* erheben sich die Holzstützen *E*, die die Holzplatte *D* tragen. Auf dieser Holzplatte befindet sich eine Gradteilung, über der der Zeiger *F* spielt. Der Holzgriff *G*, der Zeiger *F* und die Spule *B* sind miteinander starr verbunden, so daß man am Zeiger die Stellung der Spule *B* ablesen kann. Die Aufgabe besteht darin, bei verschiedener Stellung der drehbaren Spule den sie durchsetzenden Kraftfluß und den für diese Anordnung besonders wichtigen Koeffizienten der gegenseitigen Induktion zu bestimmen. Man benutzt dazu die Schaltung der Fig. 8. Mit dem Umschalter U_1 wird der Primärstrom kommutiert. Es gelten die unter IV, Methode 1, beschriebenen Betrachtungen, deren Resultat in der Tabelle IV enthalten ist.

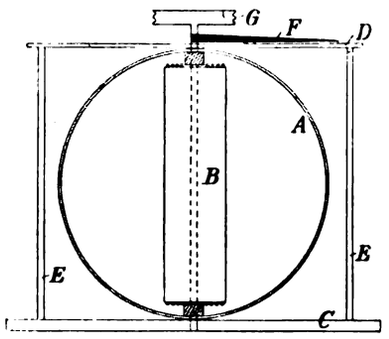


Fig. 10.

Tabelle IV.

Primärstrom 2 *A*.

Stellung der beweglichen Spule	Ausschlag *cm*	Φ	*M* Henry
0	33·0	2780	0·00121
10	31·7	2680	0·00116
20	29·1	2450	0·00107
30	25·9	2180	0·00095
40	21·9	1850	0·00077
50	17·2	1450	0·00063
60	12·7	1070	0·00047
70	8·2	692	0·00030
80	4·4	372	0·00016
90	0·2	16	0·00007
100	3·8	320	0·00014
110	8·0	675	0·00029
120	12·2	1030	0·00045
130	16·7	1410	0·00061
140	21·2	1790	0·00078
150	25·4	2140	0·00093
160	28·4	2400	0·00104
170	31·2	2630	0·00114
180	32·6	2750	0·00119

*) In Fig. 16, Seite 760, in der Mitte links.

In der Fig. 11 sind die Werte *M* graphisch eingetragen. Für den Studierenden ist der Schluß wichtig, daß bei Senkrechtstellung der Windungsebenen der beiden Spulen der Koeffizient der gegenseitigen Induktion gleich Null ist. Die Kurve für Φ hat einen ähnlichen Verlauf.

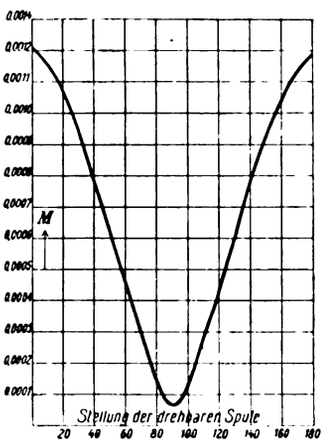


Fig. 11.

VI. Der Einfluß eines Magnetkerns auf den Kraftfluß. Zu diesem Versuch werden zwei Spulen*) benutzt, die auf zwei Holzrahmen von gleichen Dimensionen gewickelt sind. Es waren im unterzeichneten Institut zwei derartige Spulen vorhanden, die allerdings mit Draht verschiedener Dicke und mit verschiedener Windungszahl bewickelt waren. Die Gleichheit dieser Größen ist aber für den Versuch nicht notwendig. Der lichte Durchmesser der Spulen betrug 5·2 *cm*, die Länge 3·2 *cm*; die Primärspule hatte 100, die Sekundärspule 405 Windungen. Die Schaltung der Fig. 8 entspricht der früher benutzten. Es wird der Primärstrom kommutiert.

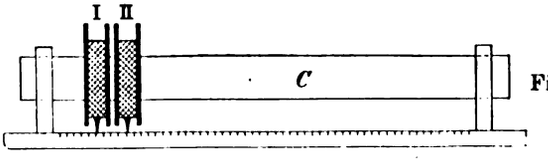


Fig. 12.

1. Ohne Eisen. Die beiden Spulen *I* und *II* sind, wie Fig. 12 zeigt, auf einen Holzkern *C* geschoben. Die Stellung der Spule *I* bleibt dieselbe, die Spule *II* wird auf diesem Holzkern in verschiedene Entfernung zur Spule *I* gebracht. An den Mitten der Spulen befinden sich Zeiger, die über einer Zentimeterskala spielen. Man erhält bei verschiedener Entfernung zwischen Spule *I* und *II* die in Tabelle V enthaltenen Ausschläge. Die daraus berechneten Φ sind in das Diagramm der Fig. 13 eingetragen. Man sieht einen schnellen Abfall der durch die Spule *II* gehenden Kraftlinien bei zunehmender Entfernung der beiden Spulen.

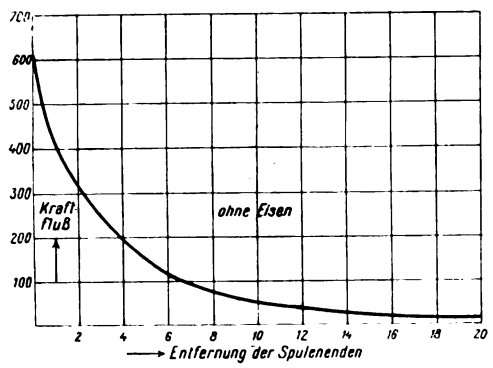
*) In Fig. 16 in der Mitte rechts.

Digitized by Google

Tabelle V.
Primärstrom = 3·7 *A*.

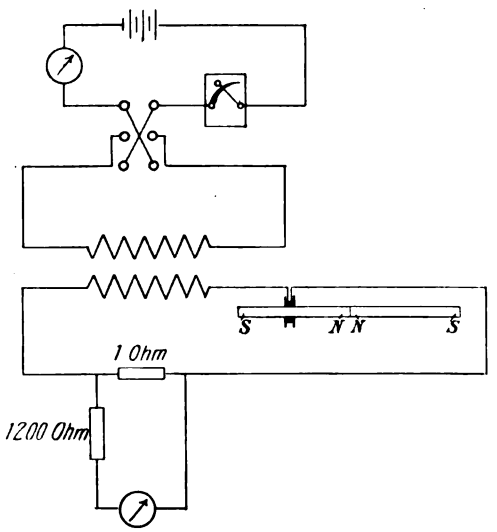
Entfernung der Spulenmitten	Entfernung der Spulenenden	Ausschlag	ΔΦ
cm	*cm*	*cm*	
5·2	0	43·6	611
6·2	1	30·2	421
7·2	2	22·4	314
8·2	3	17·1	246
9·2	4	13·5	189
11·2	6	8·2	115
13·2	8	5·4	76
15·2	10	3·8	53
18·2	13	2·3	33
22·2	17	1·4	19
25·2	20	0·9	13

Fig. 13.



2. **Mit Eisen.** Der Holzkern wird durch einen Eisenkern, der aus einer größeren Anzahl Eisenstäbe besteht, ersetzt und wiederum der Ausschlag am Galvanometer beobachtet. Daß man im Eisen eine ungleich größere Kraftlinienzahl hat, geht schon daraus hervor, daß man hier das Galvanometer in der gleichen Schaltung wie oben nicht benutzen kann. Um seine Empfindlichkeit herabzusetzen, benutzt man in der Schaltung der Fig. 14 einen Nebenschluß von 1 Ohm.

Fig. 14.



(Die Spule des Galvanometers besitzt 100 Ohm Widerstand). Der in der Schaltung angegebene Widerstand von 1200 Ohm dient dazu, dem Galvanometer eine geeignete Dämpfung zu geben.

Die bei der Messung ohne Eisen benutzte kleinere Induktionsnormale kann hier nicht benutzt werden, weil man in der neuen Schaltung damit zu kleine Ausschläge erhalten würde. Man benutzt das größere Induktionsnormal von 4240 C. G. S.-Einheiten. Im übrigen verfährt man genau wie oben.

Tabelle VI.
Primärstrom = 3·7 *A*.
Primärspule in der Mitte des Eisenkerns.

Entfernung der Spulenmitten	Entfernung der Spulenenden	Ausschlag	ΔΦ
cm	*cm*	*cm*	
5·2	0	17·8	13 630
7·2	2	15·65	12 000
9·2	4	13·8	10 580
11·2	6	12·32	9 450
13·2	8	10·78	8 250
15·2	10	9·2	7 050
17·2	12	7·78	5 970
19·2	14	6·4	4 900

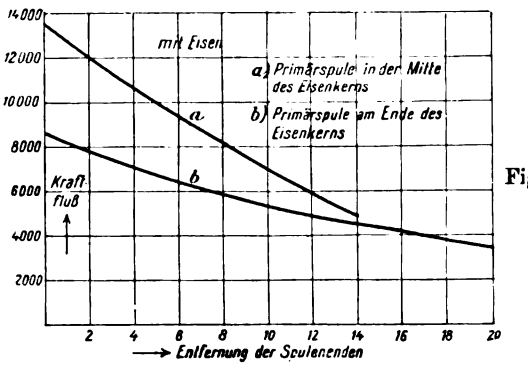


Fig. 15.

Tabelle VII. Primärstrom = 3·7 *A*.
Primärspule am Ende des Eisenkerns.

Entfernung der Spulenmitten	Entfernung der Spulenenden	Ausschlag	ΔΦ
cm	*cm*	*cm*	
5·2	0	11·42	8750
7·2	2	10·2	7820
9·2	4	9·32	7130
11·2	6	8·55	6540
13·2	8	7·82	5980
15·2	10	7·1	5430
17.2	12	6·55	5020
19·2	14	6·02	4610
21·2	16	5·45	4170
32·2	18	4·98	3820
25·2	20	4·47	3420
35·2	30	2·27	1740

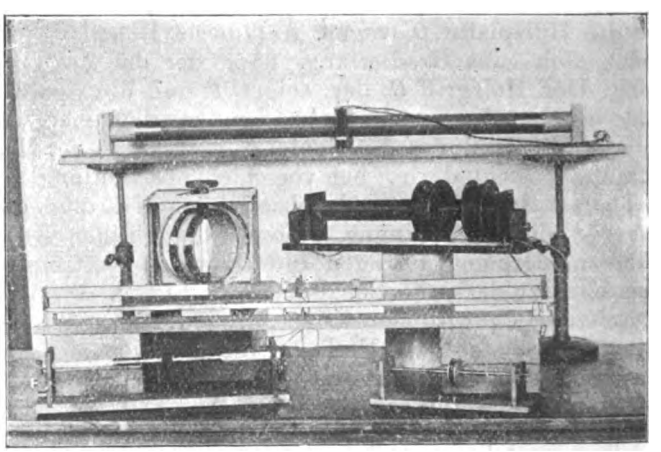


Fig. 16.

Bei der Ausführung hat man aber noch einen sehr wichtigen Punkt zu berücksichtigen. Da der Eisenkern nicht geschlossen ist, sondern Zylinderform (Länge 48 *cm*, Durchmesser 4·8 *cm*) hat, ist es nicht gleichgültig, an welche Stelle man die Primärspule

Digitized by Google

setzt. Die beiden Extreme, daß nämlich einmal die Primärspule in die Mitte und einmal ans Ende des Eisenkerns gesetzt ist, sind den Tabellen VI und VII und den beiden Kurven der Fig. 15 zugrunde gelegt. Wie man sieht, erhält man einen beträchtlich größeren Kraftfluß, wenn die Primärspule sich in der Mitte befindet. Die Kraftlinien finden dann nämlich in der Luft einen viel geringeren Widerstand als in der zweiten Stellung, wo sie an dem der Primärspule naheliegenden Ende des Eisenkerns beim Austritt in die Luft sehr zusammengedrängt sind und deswegen einen großen Widerstand erleiden. Die Fig. 15 ergibt bei einem Vergleich mit der Fig. 13, daß bei Benutzung des Eisenkerns nicht nur die Kraftlinienzahl in jedem Falle bedeutend vergrößert ist, sondern daß auch die Kraftlinien auf eine viel längere Strecke hin im Eisenkern zusammengehalten werden.

* * *

Herrn Prof. Dr. G. Brion bin ich für die Anregung zu dieser Arbeit und die Bereitstellung der Mittel des Instituts zu großem Dank verpflichtet.

Physikalisches u. Elektrotechnisches Laboratorium
der Kgl. Sächs. Bergakademie Freiberg i. Sa.

Rundschau.

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Fortschritte im Bau von Reaktionsturbinen in Amerika. H. B. Taylor. Die Prüfung der Wasserturbinen erfolgt in der neuen Prüfanstalt in Holyoke an Versuchsmodellen, deren Wirkungsgrad unterhalb der offiziellen Prüfergebnisse der Hauptturbinen zurückbleibt, jedoch schon (bei Vollast) bis zu 90% für vertikale Francisturbinen mit einfachem Laufrad der J. P. Morris Co. erreicht. Diese Bauart wird neuerdings für Leistungen bis zu 17 500 *PS* und Gefälle von 30 m und mehr bevorzugt, wogegen die Mehrfachturbinen mit horizontaler Welle in Amerika immer seltener zur Ausführung gelangen. Der Einbau der Turbinengehäuse erfolgt bei geringem Gefälle (bis 10 m) direkt durch Einformung in das Betonfundament, für höhere Gefälle werden dieselben aus Gußeisen oder Gußstahl hergestellt. Die für das Elektrizitätswerk an den Codarrapids (Lorenzostrom) bestimmten 10 800 *PS*-Turbinen für 9 m Gefälle, 55 U. p. M. besitzen vierteilige Laufräder, die mit Hilfe eines Stahlringes einen Teil des daraufruhenden Gewichts tragen. Die wesentlichsten Fortschritte beruhen in der Anwendung des kombinierten Rollendrucklagers von Kingsbury, das aus einem beweglichen Drucklager von 1·5 m Durchmesser und einem darunterliegenden Rollenlager besteht, das bei einer Senkung (Durchschmelzen des Weißmetalls) des Drucklagers in Wirkung gelangt. Die Reibungsverluste eines solchen Lagers sollen 10 *kW* oder $^1/_{10}$% der Turbinenleistung nicht überschreiten, bei einer maximalen Temperaturerhöhung von 35° C. Gegenwärtig sind schon 16 Anlagen mit Lagerdrücken bis zu 250 t oder 75 kg pro cm², zur Ausführung gelangt. Als Halslager dienen neuerdings lange Pockholzlager mit Wasserschmierung, wobei das Wasser in den Zwischenräumen des in Streifen zerlegten Lagers zirkuliert.

Eine Untersuchung von Argersinger über die Anordnung der Erregermaschinen in 75 amerikanischen Wasserkraftanlagen zeigt, daß 54 derselben die Anordnung eigener Erregerturbinen bevorzugen, von denen 21 überdies noch Motorgeneratoren zur Hilfserregung besitzen. Gewöhnlich werden zwei Erregerturbinen von gleicher Leistung (eine als Reserve) für die Gesamterregung aufgestellt, welche je nach dem Gefälle (von 15 bis 100 m) zunehmend, 2 bis 4% der gesamten Generatorleistung erreichen, gegen ½ bis 1% bei direkt gekuppelten Erregern (ohne Reserve). Trotzdem sind die Kosten pro *kW* bei direkter Kupplung höher und der Wirkungsgrad geringer als bei separaten Erregerturbinen; letztere liefern in der Regel auch den gesamten Hilfsstrom für die Zentrale, falls nicht Wechselstrom (Motorgeneratoren) hiezu vorgesehen ist. Die getrennte Erregung hat jedenfalls den Vorteil vollkommener Unabhängigkeit von den Hauptmaschinen. (Gen. El. Review, Juni 1914.)

Elektrische Beleuchtung.

Glühlampen aus Spiraldraht. Dr. J. Salpeter. Eine Wolframlampe mit spiralisiertem Faden zeigt einen kleineren Energieverbrauch pro sphärische Kerze als die Lampe mit gestrecktem Faden gleicher Länge und Durchmesser. Der Verfasser erklärt dies wie folgt: Die äußere Oberfläche der Spirale strahlt ungehindert, von der inneren kommt nur ein Teil zur Strahlung, der andere Teil wird durch Reflexionen absorbiert; und zwar um so mehr, je enger die Windungen sind. Liegen die Windungen näher als der Faden dick ist, so gelangt von den inneren Windungen kein Licht nach außen, so daß also die strahlende Oberfläche der Spirale nur halb so groß als die des gestrekten Fadens ist; bei gleicher Belastung ist also die Fadentemperatur der Spirale höher, der spezifische Verbrauch kleiner.

Bei gleichem spezifischen Verbrauch hat die Spiraldrahtlampe die kleinere Lebensdauer. Das rührt daher, daß die innere Oberfläche der Spirale durch die vielen Reflexionen als geschwärzter Körper anzusehen ist, dessen spezifischer Verbrauch mehr als zweimal so groß ist als der des Wolframs. Während bei 2035° C der gestreckte Faden 1·03 *W* pro Kerze verbraucht, ergibt die Rechnung, daß die Spirallampe, die von innen nur ein Viertel der gesamten Strahlung liefert, 1·2 *W* pro Kerze braucht. Um also den Einfluß der Spiralisierung auf die Ökonomie zu kennen, muß man aus den Konstruktionsdaten der Spirale den von innen ausgehenden Bruchteil der gesamten Strahlung kennen und wissen, bis zu welchem Grad die innere Oberfläche „geschwärzt" ist. (Z. f. Beleuchtg., 20. 7. 1914.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Die Elektrisierung der Arad-Hegyaljaer Bahn. R. Milch. Die früher mit benzinelektrischen Wagen betriebene Bahn von Arad nach Gyorok mit Abzweigungen nach Pankota und Maria-Radna ist von der Ganzschen Elektrizitätsgesellschaft in Budapest für den elektrischen Betrieb mit Gleichstrom von 1650 *V* Fahrdrahtspannung umgebaut worden. Bei 71 km Länge hat die Bahn 32‰ größte Steigungen und 50 m kleinste Krümmung. Von der Zentrale Arad, die in 1000, 1500 und 2000 *PS*-Turbogeneratoren Zweiphasenstrom von 2000 *V*, 42 ∼ erzeugt und diesen in 600 *KVA*-Transformatoren in Drehstrom von 15 000 *V* umwandelt, wird die Unterstation Gyorok gespeist, wo die Umwandlung in Gleichstrom in zwei Motorgeneratoren von je 300 bis 375 *kW* erfolgt; jeder Motorgenerator besteht aus einem 15 000 *V*-Drehstrommotor, der mit 630 min. Touren eine 1650 *V*-Gleichstrommaschine antreibt. Dieser ist eine Tudorbatterie aus 798 Elementen von 375 *Ah* parallel gelegt; die Batterie kann durch Messerschalter in drei Gruppen zu 550 *V* geteilt werden, die entsprechend isoliert sind. Zum Laden dient ein Aggregat bestehend aus einem 500 *V*-Drehstrommotor, über einen Transformator aus 15 000 *V* gespeist und einer 600 *V*-Dynamo. Die Wechselstromapparate sind im Kellerraum, die Gleichstromapparate hinter der Schalttafel angebracht. Beide Pole der Dynamo sind durch isoliert angeordnete Maximalautomaten geschützt, einer davon ist ein Rückstromschalter. Die Umformer werden von der Gleichstromseite angelassen, wozu der am negativen Pol liegende Anlasser dient; dieser wird nach dem Anlassen kurzgeschlossen und dabei wird die Spule des Rückstromschalters eingelegt.

Als Leitungsmaste dienen Eisenbetonmaste System Kakujay, die an der Spitze die 15 000 *V*-Drehstromleitung aus 6 mm-Hartkupferdraht und darunter die Gleichstromleitungen trägt. Der nach System Fischer-Jellinek*) befestigte Fahrdraht von 80 mm² hartgezogenem Kupferdraht ist in $1^1/_2$ km durch 300 *kg* schwere Gewichte mit 500 kg gespannt.

Es verkehren vierachsige Wagen mit Drehgestell, jeder von einem 50 *PS*-Bahnmotor mit Wendepolen angetrieben, deren je zwei ständig in Reihe liegen. Der Strom wird durch einen Scherenstromabnehmer zugeführt. Die Motorregelung erfolgt mittels Vielfachsteuerung durch Hüpfer, in vier Kästen untergebracht; bei maximalem Hauptstrom wird durch ein Relais der Hüpferstromkreis unterbrochen. Die Einschaltung erfolgt erst beim Rückschalten der Meisterwalze in die Nullstellung. Den Hüpferstrom von 80 *V* sowie den Strom für die Beleuchtung liefern zwei Umformer von je 2 *kW* Dauerleistung, bestehend aus einem zweipoligen 1650 *V*-Gleichstrommotor mit Wendepolen, der mit 1800 minutlichen Touren eine 80 *V*-Kompound-Dynamo antreibt. Die Umformer laufen beständig; der Motor hat schwaches Feld, die Dynamo ist stark gesättigt. Bei stillstehendem Umformer ist dem Motorteil ein Widerstand vorgeschaltet, der durch ein Relais kurzgeschlossen wird, wenn der Generatorteil 40 *V* abgibt. Die Beheizung geschieht in jedem Wagen durch sechs Heizkörper, die in Reihe an die volle Fahrdrahtspannung angelegt werden. (E. K. B., Heft 20, 1914.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Über den Ersatz offener Strombahnen durch geschlossene in der drahtlosen Telegraphie. Ferdinand Braun hat am Straßburger physikalischen Institut Versuche über die Verwendung von Solenoiden als Antennen zum Empfang aus Paris einlangender Wellen angestellt. 30 Windungen wurden um einen quadratischen Holzrahmen von 3 m Seitenlänge in 2 cm Ganghöhe gewunden

*) Siehe E. u. M. 1912, Seite 469.

Digitized by Google

und so ein 60 cm hohes Solenoid geschaffen; von fünf Windungen wurde die Erregung des Detektors abgenommen. Die Versuche zeigten eine maximale Erregung, wenn die Windungsebene in die Richtung Paris—Straßburg (200 Wellenlängen entfernt) fiel; bei Verdrehung des Rahmens wurde der Ton schwächer ohne aber zu verschwinden.

Bezeichnet h die Höhe des Rahmens, a seine Länge in Richtung der mit v m Geschwindigkeit einlangenden Welle von der Länge λ, mit $a\,h = S$ die Fläche, mit f_0 die maximale Amplitude der magnetischen Kraft, so ist die im Rahmen induzierte EMK

$$E = v \,.\, h \,.\, 2 \,.\, f_0 \,.\, \sin \frac{a}{\lambda}\,\pi \,.\, \sin\left(\frac{t}{T}\,2\,\pi + \varphi\right),$$

wobei

$$\varphi = \frac{\pi}{2} - \frac{2\,x_0 + a}{\lambda}\,\pi$$

und x_0 den Abstand des Rahmens von der Sendequelle bedeutet.

Ist a klein gegen λ, so ist die Amplitude $E_0 = \omega \,.\, S \,.\, f_0$, wo ω die zyklische Schwingungszahl bedeutet. Die pro Zeiteinheit im empfangenden System aufgenommene Energie

$$W = \frac{1}{2}\,\frac{\omega^2\,S^2\,f_0^2}{r}.$$

Nach diesen Gleichungen lassen sich die günstigsten Dimensionen für gegebene Fälle berechnen und da sich alle Konstanten experimentell ermitteln lassen, ist auch die Möglichkeit absoluter Messung gegeben. Wenn $a = \frac{h}{2}$, so ist $E_0 = 2\,f_0\,v \,.\, h$, für $a = \lambda$ ist $E_0 = 0$. Im günstigsten Fall ist die induzierte EMK doppelt so groß als die in einer gleich hohen Einzelnantenne erregten. Schon bei $a = \frac{\lambda}{6}$ (für $\lambda = 2000$ m, $a = 330$ m) wird die in einer Einzelnantenne induzierte EMK erzielt.

Bei der Bemessung der Dimensionen muß man darauf bedacht sein, den Wert $\frac{E_0}{r}$ möglichst groß zu machen. Arbeitet der Detektor mit einer der aufgenommenen Energie proportionalen Größe, so ist die Vergrößerung der horizontalen Abmessung günstig; bei auf Strom oder Spannung proportional reagierenden Detektoren würde man sich auf die Längenausdehnung unter $\frac{\lambda}{10}$ beschränken. Bei gleicher Höhe und Länge ist das Rechteck dem Dreieck vorzuziehen. Über eine Länge von $\frac{\lambda}{6}$ soll man nicht hinausgehen, eventuell kann man zwei oder mehr Rahmen parallelschalten oder in Reihe legen. Die unteren Seiten des Rahmens soll man in einiger Höhe von der Erde bringen, um Verlustdämpfung zu vermeiden. Der Vorteil der geschlossenen Antenne besteht im geringen Widerstand. Wenn im vorderen Draht die EMK E_1 im rückwärtigen E_2 induziert wird, so daß nur $E_2 - E_1$ zur Verfügung steht, im geschlossenen Kreis aber die Stromerregung m-mal größer als im offenen ist, so wird doch immer $m\,(E_2 - E_1) > E_1$, besonders bei großen Wellenlängen, die hier durch Kondensatoren erzielt werden können.

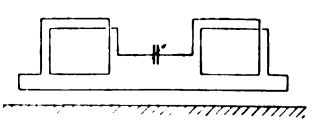


Fig. 1.

Nach diesem System gebaute Erdantennen werden das Aussehen nach Fig. 1 erhalten. Man schließt Anfang und Ende leitend, wählt große Höhe über dem Boden und bestimmt die Länge nach obigen Formeln. Der Verfasser hat noch eingehende Versuche über die Stromverteilung im Rechteck und über die Dämpfung angestellt und bespricht die Verwendung des geschlossenen Kreises als Sender. Dabei ergibt sich, daß im allgemeinen die horizontale Strahlung kleiner ist als die einer gleich hohen Antenne von gleichem Strom.

(Jahrb. drahtl. Tel. Band 58, Heft 1.)

Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen.

Vor- und Nachteile des Telegraphen und des Telephons im Eisenbahnbetriebe. M. H. Clapp. In den ersten Stadien des Eisenbahnbetriebes in Nordamerika zwischen 1830 und 1850 wurden die Eisenbahnzüge nach dem „Zeitintervallsystem" abgelassen, ohne daß irgend etwas für einen raschen Verkehr von einer Station zur anderen vorgesehen gewesen wäre. Diese Art und Weise des Betriebes wurde fast zehn Jahre noch nach der epochemachenden Erfindung Morses beibehalten. Erst 1851 wurde mit der Einführung des elektrischen Telegraphen begonnen und zehn Jahre später bildete er bereits ein unentbehrliches Hilfsmittel des Eisenbahnbetriebes. Anfang der Achtzigerjahre begannen einige Eisenbahnen auch das Telephon im Betriebe zu verwenden, jedoch nicht als Ersatz des Telegraphen, sondern neben demselben, um den dienstlichen Verkehr zwischen wichtigen Stationen zu erleichtern. Erst seit 1907 wurde der Versuch gemacht, auch im Eisenbahnverkehr das Telephon an Stelle des Telegraphen zu verwenden. Die Chicago-, Burlington- und Quincy-Eisenbahn war eine der ersten, die das Telephon zur Abfertigung der Züge verwendete. Augenblicklich benutzen die meisten Eisenbahnen des Ostens und mittleren Westens das Telephon im Eisenbahnbetriebe und der Umfang der Eisenbahntelephonleitungen in Nordamerika hat bereits die Länge von 112 654 km erreicht. Im Vergleich mit dem Telegraphen ist zwar die Anlage und Erhaltung der Telephonleitungen kostspieliger, durch Verwendung des Telephons kann aber die Leistung der Eisenbahnen bedeutend erhöht werden, die Abfertigung der Züge erfolgt rascher, das Personal wird besser ausgenutzt. Die wichtigsten Vor- und Nachteile des Telegraphen im Vergleiche zum Telephon sind: Der Telegraph ist billiger in den Anlage- und Erhaltungskosten, ist dem Eisenbahnbetriebe leicht anzupassen, außerdem einfach und billig im Betriebe. Namentlich für den Verkehr auf große Entfernungen ist er dem Telephon überlegen, die Leitungen können durch Einrichtung von Duplex- und Quadruplexschaltungen sehr gut ausgenutzt werden. Dagegen versagt der Telegraph zuweilen bei schlechtem Wetter, während das Telephon von Witterungsunbilden weniger beeinflußt wird. Der Hauptvorteil des Telephons besteht in der Universalität, in der es verwendet werden kann. Es gestattet den unmittelbaren Verkehr des Vorgesetzten mit dem Untergebenen, ermöglicht die sofortige Austragung von Zwischenfällen, erhöht das Abhängigkeits- und Pflichtgefühl der Eisenbahnbediensteten und übt dadurch geradezu eine moralische Wirkung aus. Es ist von jedermann zu jeder Zeit benutzbar, es entfällt die Notwendigkeit der Verwendung eines im Telegraphieren geschulten Personales. Gegenüber dem Telegraphen bedeutet die Verwendung des Telephons eine Zeitersparnis. Die Züge können um 10 bis 20% rascher abgefertigt werden, wenn das Telephon an Stelle des Telegraphen verwendet wird. Ebenso kann an Personale erspart werden. Auf einer Teilstrecke der Northern Pacific-Eisenbahn, in der in letzter Zeit das Telephon an Stelle des Telegraphen eingeführt wurde, werden die hiedurch erzielten Ersparnisse an Betriebsauslagen für verwendetes Personale mit 200 Pfd. (K 480) monatlich geschätzt. Ein weiterer Vorteil des Telephons ist, daß es selbst bei schlechtem Wetter gut funktioniert, ein Nachteil, daß die Reichweite der Sprechverständigung über Telephonstromkreise verhältnismäßig gering ist. Der Verfasser kommt zu dem Schluß, daß bei Vergleich der vier Mittel des Gedankenaustausches, des direkten Gespräches, des Briefes, des Telegraphen und des Telephons, letzteres im Eisenbahnbetriebe noch nicht jene Stellung erlangt habe, die ihm zukomme. (Proc. A. I. E. E., März 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Die Anwendung des nichtkondensierten Funkens für Metallspektren als neue Methode zur Erzeugung von „Flammenspektren". A. Harnack, Leipzig. Wie seit langem bekannt, bestehen charakteristische Unterschiede zwischen Flammen-, Bogen- und Funkenspektren, indem das Flammenspektrum in der Regel neben gut ausgebildeten Banden nur vereinzelt Linien aufweist, das Bogenspektrum weit mehr Linien zeigt und das Funkenspektrum am meisten von dem Flammenspektrum abweicht, da hier Banden nur ganz unvollkommen ausgebildet sind und in der Intensität gegen die äußerst zahlreichen Linien vollständig zurücktreten. Demgemäß wurden auch bei Untersuchungen über Bandenspektren fast nur die Flamme und der Bogen benutzt. Die angegebenen Eigenschaften des Funkenspektrums beziehen sich jedoch nur auf den kondensierten Funken. Der nichtkondensierte Funke ist für Spektralbeobachtungen nur sehr selten zur Verwendung gelangt, augenscheinlich deshalb, weil er nur sehr unvollständig das Spektrum der metallischen Elektroden zeigt. Es entstehen in diesem Falle überwiegend die Linien und Banden des umgebenden Gases und eventuell noch die stärksten Metallinien; nur wenn man den Funken nach einer Lösung von Metallsalz übergehen läßt, färbt sich die Funkenbahn kräftig. Man sieht dann ein linienreiches Spektrum, bei dem aber auch Banden deutlicher hervortreten. Dieser Umstand und der weitere, daß der nichtkondensierte Funke zum Beispiel in Luft ein sehr schönes und kräftiges Bandenspektrum des Stickstoffes liefert, scheinen darzutun, daß der nichtkondensierte Funke zur Hervorbringung von Spektren, insbesondere von Bandenspektren, sehr geeignet ist. Es konnte angenommen werden, daß die geringe Wirksamkeit des nichtkondensierten Funkens für Metallspektren lediglich in der ungenügenden Verdampfung des Elektrodenmaterials begründet ist und es demnach möglich sein müßte, lichtstarke Metallspektren zu erhalten, falls man nur in die Funkenbahn Metalldampf in hinreichender Menge hineinbringt. Diese Vermutung wurde durch die Versuche in vollem Umfange bestätigt und Harnack teilt die hiebei benutzte Anordnung sowie einige mit der neuen Methode erhaltene Ergebnisse für die Erdalkalimetalle mit. Die Funkenstrecke, bestehend aus zwei horizontalen Platinelektroden, wurde direkt über die Öffnung eines vertikal gestellten Porzellanrohres derart angebracht, daß die Spitzen der Elektroden

Digitized by Google

eben noch in die Öffnung hineinragen. Läßt man einen nichtkondensierten Funken übergehen und bläst einen sehr kräftigen Luftstrom durch das Rohr, so weicht der Funke nicht einfach nach oben hin aus, sondern legt sich auseinander und bildet gewissermaßen eine auf der Öffnung des Rohres aufsitzende Flamme („Funkenflamme"), die ihre Stellung unverändert beibehält, falls die richtige Zentrierung der Elektroden aufrechterhalten wird. Läßt man nun den Luftstrom vor seinem Eintritt in das Porzellanrohr einen mit Metallsalzlösung oder Metallpulver beschickten Zerstäuber passieren, so führt er die Lösung oder das Pulver mit sich und läßt sie in die Funkenflamme gelangen, die sich ganz nach Art der Bunsen- oder Knallgasflamme färbt. Der Charakter der Erscheinung ist typisch der einer Flamme und zeigt keinerlei Ähnlichkeit mit dem das Funkens. Es konnte so gezeigt werden, daß auch der nichtkondensierte Funke bei geeigneter Verwendung („Funkenflamme") zur Hervorbringung lichtstarker Metallspektren geeignet ist. Die Funkenflamme zeigt in jeder Hinsicht ein typisches Flammenspektrum, das insbesondere mit dem der Knallgasflamme größte Ähnlichkeit besitzt. Die Funkenflamme kann in verschiedenen Gasen hervorgebracht werden. Eine solche in einer Wasserstoffatmosphäre bildet ein wichtiges Gegenstück zur Chlorwasserstoffflamme; beide sind sauerstofffreie Flammen, die aber im übrigen, insbesondere in elektrischer Beziehung, wesentlich verschieden sind. Es wurde für die Erdalkalimetalle ein Vergleich der Spektren der Funkenflamme in *O* und in *H* mit denen der Knallgasflamme und der Chlorflamme durchgeführt. (Phys. Zeitschr. Nr. 11, 1914.)

Strahlungslehre.

Ein Röntgenspektroskop. Hermann Rohmann, Straßburg i. E. Wie W. H. und W. L. Bragg gezeigt haben, enthält die Strahlung der Röntgenröhre neben einem kontinuierlichen Spektrum eine Anzahl scharfer intensiver Linien, eine Tatsache, die den ersten strengeren Nachweis für die Interferenznatur der von v. Laue und seinen Mitarbeitern beobachteten Erscheinungen bei Kristallen lieferte. Nach der Theorie der bei einem Kristallgitter zu erwartenden Interferenzerscheinungen entspricht die Richtung der gebeugten Strahlen einer bestimmten Einfallsrichtung in derselben Weise, als wenn der einfallende Strahl eine Reflexion an aus dem Kristallgitter herausgegriffenen Molekülschichten erlitten hätte, wobei die Wellenlänge der in einer bestimmten Richtung abgebeugten (reflektierten) Strahlung aus der Beziehung $n \cdot \lambda = 2 d \sin \alpha$ hervorgeht, worin n eine ganze (kleine) Zahl, d der Abstand zweier aufeinanderfolgender Molekülschichten und α der Winkel zwischen einfallendem bezw. gebeugtem Strahl und Molekülschicht ist. Experimentell konnte nun gezeigt werden, daß bei einem an der natürlichen Oberfläche eines Kristalls „reflektierten" Röntgenstrahl für bestimmte Werte des Einfallswinkels besonders starke Reflexion auftritt, so daß mit Hilfe der angegebenen Beziehung aus diesen Einfallswinkeln (unter Annahme bestimmter Werte für n) relative Werte für die Wellenlänge der einfallenden Strahlung bestimmt werden können, das heißt das Spektrum der Strahlung aufgenommen werden kann. M. de Broglie hat das Spektrum photographisch aufgenommen indem er der analysierenden Kristallplatte eine geeignete kontinuierliche Bewegung gegen den einfallenden Strahl gab und hat auf diese Weise ein kompliziertes Linienspektrum der Röntgenstrahlung erhalten. J. Herweg hat mit einem auf dem gleichen Prinzip des bewegten Kristalls beruhenden Röntgen-Spektrographen die Strahlung von Platin- und Wolfram-Röntgenröhren untersucht. Mit Rücksicht auf die Bedeutung des Gegenstandes beschreibt Rohmann eine Vorrichtung, die das Spektrum der Röntgenstrahlungen in technisch weit einfacher Weise liefert. Das Spektroskop besteht aus einem zylindrisch gebogenen Glimmerblatt *G*, das in der aus der Fig. 2 ersichtlichen Art und Weise der zu analysierenden Strahlung ausgesetzt wird, wobei der Einfachheit halber angenommen ist, daß die auffallenden Strahlen unter sich parallel sind. Man sieht, daß die verschiedenen Stellen des Glimmerblattes von der einfallenden Strahlung unter verschiedenen Winkeln getroffen werden, so daß also immer andere Wellenlängen reflektiert werden. Nach den bisherigen Erfahrungen darf man annehmen, daß die Intensität der Reflexion einer bestimmten Wellenlänge nur für den exakten zugehörigen Einfallswinkel stark ist und bei kleinen Änderungen dieses Winkels sehr schnell abnimmt. Ordnet man also eine photographische Platte *P* in geeigneter Weise im Gang der reflektierten Strahlen an, so erhält man ein Spektrum der einfallenden Strahlung. Bei der in der Fig. 2 angedeuteten Stellung der photographischen Platte ergibt sich der einer bestimmten Linie zukommende Winkel α aus der leicht zu messenden Entfernung b und dem Krümmungsradius r des Glimmerblattes mit Hilfe der Beziehung:

$$b = r \cos \alpha + r \operatorname{tg} 2\alpha (1 + \sin \alpha) = r (1 + 2\alpha)$$

für kleine α. Die Aufnahmen zeigen neben einer Andeutung des bei kleinen Wellenlängen liegenden kontinuierlichen Spektrums zwei Gruppen von je vier Linien. Ganz gleiche Spektren ergaben sich bei Anwendung verschiedener Krümmungsradien und bei verschiedener Orientierung der Glimmerblätter.

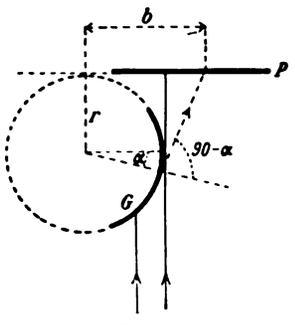


Fig. 2.

(Phys. Zeitschr. Nr. 10, 1914.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Rotationspumpen.

(Schluß von Heft 37, Seite 752.)

Schleuderpumpen.

Die Fig. 8 und 8 a zeigen eine Konstruktion der Firma Société Anonyme des Etablissements Delaunay-Belleville in Saint-Denis (Frankreich). Die Zwischenwand *A* trägt die Leitradschaufeln *B* und die Rückströmflügel *C*. Jeder Flügel *C* besitzt einen Ansatz *D*, der in eine ringförmige Nut *F* der Zwischenwand *E* paßt. Zwischen den Ansätzen wird die Nut durch Ringteile *G* geschlossen, die mittels Schrauben oder dgl. befestigt sind. Die Laufräder bestehen aus den Scheiben *R* mit dem Ringflansch *H*, dessen lichte Weite etwas größer als die Saugöffnung *J* ist. An den Scheiben *R* sind die Laufradschaufeln *K* befestigt, die radial oder gekrümmt sind und mit der Scheibe *R* zusammengehen oder in diese eingesetzt sind. Jedes Rad ist mit den üblichen Entlastungslöchern versehen. (F. P. Nr. 450 053.)

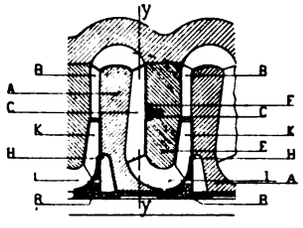


Fig. 8.

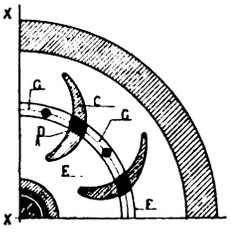


Fig. 8a.

Die Verbindung einer Pumpe mit einer Turbine, die die kinetische Energie der von der Pumpe geförderten Flüssigkeit ausnutzt, zeigt die in Fig. 9 dargestellte Konstruktion von A.-G. M. Michell in Melbourne (Australien). Die Welle 1 trägt das primäre Pumpenrad 2 mit den Schaufeln 3. Dieses Rad wird von dem Turbinenrad 4 mit den Schaufeln 5 eingeschlossen, das das Wasser aus dem Pumpenrad erhält und in die Kammer 6 fördert, von der es zum Auslaß 7 gelangt. Mit dem Turbinenrad 4 ist mittels der Rippen 8 das Hilfspumpenrad 9 mit den Schaufeln 10 verbunden. Die Räder 4 und 9 können zusammengegossen sein und sind auf einer Welle 11 befestigt, die bei 12 gelagert und bei 13 im Gehäuse gesichert ist. Das Rad 9 ist auf die Welle 11 mittels einer langen Nabe 14 und Hülse 15 aufgeschoben; die Welle 11 ist mit einem Traglager 16 versehen. Die Leitungen 19, 17, 30 dienen zur Schmierung des Lagers 16, wobei das Öl um die Flansche 20 herum und in die Pumpenkammer 21 entweichen kann. Letztere ist mit dem Saugstutzen 22 verbunden, in dem Unterdruck herrscht, wodurch der Zufluß des Öles nach dem Rohr 19 gesichert ist. Bei Antrieb der Welle 1 mit dem Rade 2 werden auch die Räder 4 und 9 in derselben Richtung aber mit einer geringeren Geschwindigkeit angetrieben, wobei das Wasser vom Saugstutzen 22 kommend, die beiden Pumpen hintereinander durchströmt und in den Druckstutzen 7 gefördert wird. Ein axialer Schub wird durch das Drucklager 25, 26 aufgehoben. Gegenüber älteren Anordnungen hat die vorliegende den Vorteil, daß das Wasser die Geschwindigkeit, mit der es aus dem Hilfsrad austritt, bis zum Eintritt in das zweite Pumpenrad beibehält, und daß der Umstand, wonach das Wasser zuerst in das verhältnismäßig große und langsam rotierende Hilfspumpenrad eintritt, die Pumpe auch dort verwendbar macht, wo eine gewöhnliche ein- oder mehrstufige Pumpe mit Rücksicht auf die Saugverluste infolge der hohen Geschwindigkeit nicht mehr zufriedenstellend arbeiten würde. Normalerweise kann daher die vorliegende Pumpe auch ohne Saugstopfbüchse ausgeführt werden.

(U. S. P. Nr. 1 089 248.)

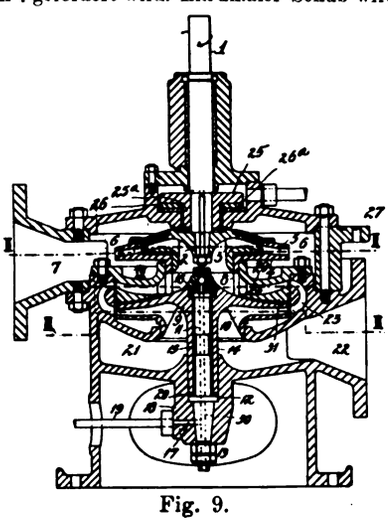


Fig. 9.

Digitized by Google

Pumpen mit kreisendem Kolben.

Bei der in Fig. 10 dargestellten Pumpe von L. F. Poyet in Levallois-Perret dreht sich konzentrisch im Zylinder *b* der mit der Nabe *c* auf der Welle *d* befestigte Kolben *a*, der durch die mittels des Zapfens *f* exzentrisch gelagerte Trommel *e* hindurchgreift. Die Nabe *c* ist starr mit einer Scheibe *g* und die Trommel *e* starr mit einer Scheibe *h* verbunden. Die Scheibe *g* hat eine, die Scheibe *h* zwei Steueröffnungen und beide Scheiben drehen sich in den Deckeln *i* und *j*, die

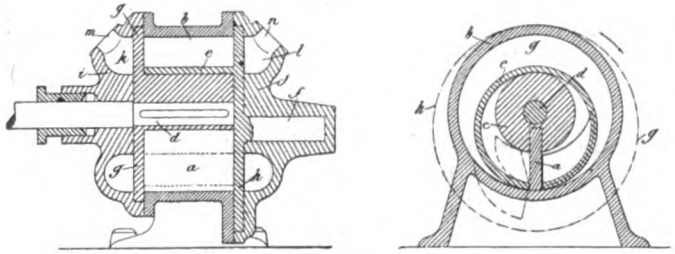


Fig. 10.

in sich geschlossene Ringräume *k*, *l* besitzen und die Stutzen *m* und *n* tragen. Die Steueröffnungen der Scheiben werden bei der Drehung sich abwechsend öffnen und schließen und die Ringräume *k*, *l* mit den sich stetig ändernden Arbeitsräumen verbinden. Hiebei findet das in diesen Räumen enthaltene und durch den Kolben *a* angesaugte bezw. verdrängte Mittel stets einen entsprechenden Ein- bezw. Austrittsquerschnitt, der dem vom Kolben in der Zeiteinheit bestrichenen Raum entspricht. (D. R. P. Nr. 273 074.)

Eine Erfindung von H. Vogt in Oschatz (Sachsen) betrifft eine Abdichtungsvorrichtung für Pumpen mit mehreren durch Nuten auf der Mantelfläche der kreisenden Kolbentrommel gebildeten Arbeitsräumen und zwangläufig gegenseitig gesteuerten Widerlagschiebern, deren Bewegung von den Trommelnuten aus eingeleitet wird. Die Widerlagsschieber bestehen in an sich bekannter Weise aus zwei gegeneinander federnden Teilen, so daß Unebenheiten in den versetzt gegeneinander angeordneten Exzenterkolben ausgeglichen werden. Um die Schieber durch das Druckmittel gegen die Kolben zu ihrer Abdichtung zu pressen, hat man schon vorgeschlagen, die Widerlagerschieber mit einer dünnen, in den Arbeitsraum mündenden Bohrung zu versehen. Damit die Pumpe nach beiden Richtungen laufen kann, wird erfindungsgemäß der in den Arbeitsnuten der Kolbentrommel laufende Teil der Schieber mit einer gabelförmig verlaufenden Bohrung versehen, in deren beiden Enden Kugelrückschlagventile angeordnet sind. (D. R. P. Nr. 269 532.)

G. Silvestri und A. Findenigg in Wien geben ein Verfahren an, durch das die Fördermenge von Umlaufspumpen von einem Höchstwerte bis Null unter Aufrechterhaltung eines ununterbrochenen Strahles und unter gleichzeitiger entsprechender Entlastung der die Pumpe betreibenden Kraftmaschine geändert werden kann: Durch zeitweises Kurzschließen der Förderleitung mit der Saugleitung während jeder einzelnen Umdrehung des bewegten Teiles der Pumpe entsendet diese nur die die Ergänzung auf die gesamte Fördermenge bildende Teilmenge an geförderter Flüssigkeit in die Förderleitung und einen mit dieser verbundenen Sammler, der die in ihm aufgespeicherte Flüssigkeitsmenge in jenen Zeitabschnitten in die Förderleitung abgeben kann, in denen von der Pumpe selbst keine Flüssigkeit in die Förderleitung geliefert wird. Der Sammler wirkt somit nur als Windkessel, um die stoßweise gelieferten Flüssigkeitsmengen zu einem ununterbrochenen Strahle zu vereinigen. Durch das zeitweise Kurzschließen der Pumpe wird die Antriebsmaschine entlastet, die somit nur nach Maßgabe der zu liefernden Flüssigkeitsmenge Kraft auf die Pumpe überträgt. Zur Durchführung des Verfahrens gehört ein in der Patentschrift näher beschriebener, in eine die Druck- mit der Saugleitung verbindende Kurzschlußleitung eingebauter Verteiler und der in die Druckleitung eingeschaltete Sammler, vor dem ein Rückschlagventil in der Druckleitung angeordnet ist. (Ö. P. Nr. 64 414.)

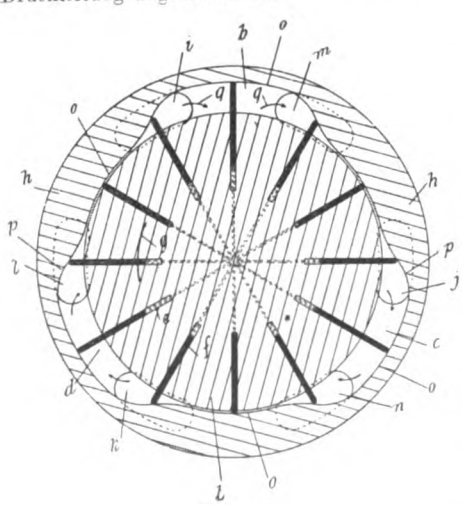


Fig. 11.

Um die Leistung und Drehrichtung ändern zu können, schlagen C. Mendizabal in Zaragoza und E. Bertrand in Barcelona folgende, in Fig. 11 dargestellte Konstruktion vor: Zwischen der Kolbentrommel *t* und dem Pumpengehäuse *h* werden die Arbeitskammern *b*, *c*, *d* gebildet. In zwölf radialen Nuten der Trommel ist je ein Kolben *f* radial verschiebbar angeordnet. Je zwei gegenüberliegende Kolben sind fest miteinander verbunden, so daß ein System von sechs durch die Gehäuseinnenflächen *o*, *p* gesteuerten Kolbenpaaren entsteht. Einer der Gehäusedeckel ist drehbar ausgebildet und mit sechs je einen Winkel von 30° umfassenden Öffnungen versehen. Die Öffnungen *i*, *j*, *k* sind mit der Saug- und die Öffnungen *m*, *n*, *l* mit der Druckleitung verbunden. Stehen die Öffnungen *i*, *j*, *k* in der Mitte der Arbeitsräume *b*, *c*, *d* und die Drucköffnungen in der Mitte der zwischen den Arbeitsräumen liegenden Flächen, so wird die Pumpe, wenn sie zum Beispiel in der Richtung von Pfeil *g* umläuft, keine Leistung ergeben. Stehen aber nach Linksdrehung des Steuerdeckels die Öffnungen so wie in der Zeichnung dargestellt, so ist die größte Leistung vorhanden, wogegen die Zwischenstellungen entsprechend geringere Leistungen ergeben. Bei Rechtsdrehung des Steuerdeckels findet der analoge Vorgang während der entgegengesetzten Drehung der Pumpe statt. Die Maschine kann auch als Kraftmaschine mit sinngemäßer Wirkungsweise arbeiten. (D. R. P. Nr. 275 958.)

In Fig. 12 ist ein Leistungsregler für Schleuder-, Kapsel- oder Zahnradpumpen der Firma J. M. Voith in Heidenheim a. d. Brenz dargestellt. Die von der nicht gezeichneten Pumpe geförderte Flüssigkeit tritt durch die Leitungen 1 und 2 und das Rückschlagventil 3 in den an die Förderleitung angeschlossenen Windkessel 4 über, der durch eine Leitung 10 mit dem Ansatz 16 des Gehäuses 6 verbunden ist. Im Gehäuse 6 bewegt sich ein Schwebekolben 8, der den Übertritt von der an die Leitung 1 angeschlossenen Leitung 5 zu der in den Saugraum der Pumpe führenden Leitung 7 steuert. Ein Zapfen 15 des Schwebekolbens 8 greift in den oberen Teil des Gehäuseansatzes ein. In letzterem befindet sich ein Kolben 19, dessen Stange 21 die Bohrung des Kolbenschiebers 8 durchdringt und die mit dem Kolben 19 durch eine Feder 23 oder ein Gewicht nach unten gedrückt wird. Vom Gehäuse 16 zweigen drei Flüssigkeitsleitungen ab. Durch die unterste Leitung 10 kann Druckwasser vom Windkessel unter den Kolben 19 gelangen. Ist dieser bei hohem Windkesseldruck entgegen der Wirkung der Feder 23 in die Höhe gestiegen, so kann die Druckflüssigkeit durch das in halber Höhe von 16 abgezweigte Rohr 24 in den Ringraum 17 unter dem unteren Stiefel des Kolbenschiebers 8 fließen, worauf dieser unter Zusammendrückung der Feder 18 in die Höhe geht und die Verbindung zwischen den Rohren 5 und 7 herstellt, wodurch die Druckflüssigkeit von 1 über 5 und 7 in die Saugleitung zurückfließt. (Diese Stellung ist in der Zeichnung dargestellt.) Sinkt der Windkesseldruck unter das normale Maß, so bewegt sich bei entsprechender Einstellung der Federn 18 und 23 zuerst nur der Kolben 19 nach abwärts; hiedurch wird eine Verbindung der Leitung 24 mit der zu oberst am Gehäuseteil 16 abgezweigten Leitung 26, 7 hergestellt, so daß nunmehr unter Ablaufen der im Ringraum 17 befindlichen Druckflüssigkeit nach dem Behälter, aus dem die Pumpe saugt, der Kolbenschieber 8 schnell niedergehen kann, wodurch die Verbindung nach 7 abgeschlossen und die von der Pumpe geförderte Flüssigkeit unter Anheben des Rückschlagventils 3 von 1 nach dem Windkessel 4 fließt. Die Empfindlichkeit der Steuerung des Kolbenschiebers 8 kann zum Beispiel durch entsprechende Wahl der Abmessungen der Feder 23 bestimmt werden. Eine Steigerung der Unempfindlichkeit kann dadurch erzielt werden, daß man bei entsprechend gehaltener Entfernung der Anschlußstellen der Rohre 10 und 26 voneinander den Kolben 19 länger macht als dargestellt. Erfindungsgemäß wird also der Schwebekolben durch eine von den Druckschwankungen betätigte Vorsteuerung gesteuert, von deren Bewegung oder Zwischenstellungen der Schwebekolben unabhängig ist, so daß er nur in den Grenzstellungen der Vorsteuerung, und zwar in seine Endlagen, verschoben wird, in deren einer die Umlaufsleitung voll geöffnet und in deren anderer der Umlauf abgesperrt ist. Darin liegt auch der Unterschied gegenüber den bekannten Turbinenreglern, bei denen das Vorsteuerorgan durch den in Bewegung befindliche Schwebekolben zwangläufig in seine Mittelstellung zurückgeführt wird und mithin der Schwebekolben in jeder beliebigen Stellung zur Ruhe gebracht werden kann. Die Erfindung gibt eine Sicherheit dafür, daß ein unbeabsichtigtes Stehenbleiben des Schwebekolbens auf halbem Wege nicht eintreten kann. Das Patent erstreckt sich noch auf eine zweite Ausführung, bei der die Vorsteuerung mittels einer elastischen Membran wirkt. (Ö. P. Nr. 64 142.)

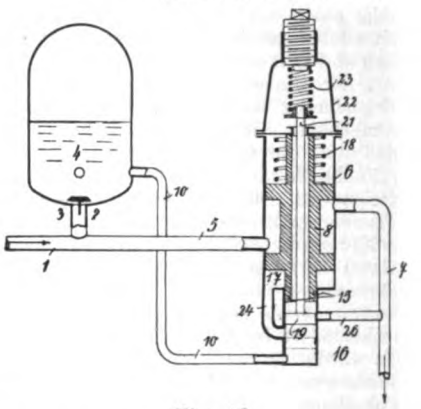


Fig. 12.

Personalnachricht.

Hofrat Professor Ing. Leo Baudiss †.

Am 13. d. M. verschied nach längerem Leiden im 53. Lebensjahre unser Ausschußmitglied Herr k. k. Hofrat Ing. Leo Baudiss, o. ö. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien.

Der Verstorbene war vorerst bei der Prager Maschinenbau-Aktiengesellschaft vormals Ruston & Co. tätig, wurde im Jahre 1900 zum Professor des Maschinenbaues an der deutschen technischen Hochschule in Prag ernannt und 1904 an die Wiener Hochschule berufen. Der Vereinspräsident, Mitglieder des Ausschusses und des Vereines, der an der Bahre einen Kranz niederlegen ließ, haben durch ihre Teilnahme an dem Mittwoch den 16. d. M. stattgehabten Leichenbegängnis der Trauer des Vereines um den Verstorbenen Ausdruck gegeben. Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 15. September 1914.

Digitized by Google

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Der Hysteresisverlust als eine Funktion der magnetischen Dichte und der maximalen Permeabilität. Von John D. Ball, Schenectady, New York, U. S. A. 765
Elektrische Fernmeldeeinrichtungen in Heiz- und Lüftungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Anlage in der Kaiser Jubiläumsanstalt Wien-Lainz. Von Ingenieur Eduard Goldbacher, Wien 769
Rundschau:
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 775
Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger . . 775
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 775
Elektrische Beleuchtung 776
Telegraphie und Telephonie 776
Funkentelegraphie und -Telephonie 777
Strahlungslehre 777
Wirtschaftliches 777
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Elektromaschinenbau 777
Briefe an die Redaktion 779
Vereinsnachrichten 780
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *465—472*

Das nächste Heft der Zeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau", Nr. 41/42, erscheint am 18. Oktober.

Der Hysteresisverlust als eine Funktion der magnetischen Dichte und der maximalen Permeabilität*).

Von **John D. Ball**, Schenectady, New York, U. S. A.

Seit längerer Zeit ist uns aus Beobachtungen eine Beziehung zwischen dem Hysteresisverlust und der maximalen Permeabilität bekannt. Es ist klar, daß bei einer bestimmten Induktion die Fläche der Hysteresisschleife um so kleiner ist, je kleiner der permanente Magnetismus und die Koerzitivkraft und je größer die Permeabilität bei maximaler Induktion ist. Es gibt auch in der Tat eine Reihe von empirischen Gleichungen, welche diese Beziehungen ausdrücken sollen und es wurden zahlreiche Versuche angestellt, welche die Gültigkeit dieser Gleichungen in manchen Fällen nachweisen. Stellt man den Hysteresisverlust bei verschiedenen Induktionen der maximalen Permeabilität gegenüber, die bei einer bestimmten Induktion auftritt, so kann man beobachten, daß im allgemeinen, hohe maximale Permeabilität und niedriger Hysteresisverlust zusammenfallen.

Prof. K. Zickler hat in dieser Zeitschrift einen mathematischen Ausdruck für diese Beziehungen aufgestellt**).

Bezeichnen P_h/kg den Hysteresisverlust in W pro kg, n die Periodenzahl pro Sekunde, $\bar{\mu}$ die maximale Permeabilität, $f(\bar{B})$ einen mit der maximalen Induktion veränderlichen empirischen Faktor, so lautet die Beziehung

$$P_h/kg = \frac{n \cdot f(\bar{B})}{\bar{\mu}} \text{ Watt} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1).$$

Kennt man aus Versuchen den Hysteresisverlust, so ergibt sich aus Gleichung 1) der Faktor

$$f(\bar{B}) = \frac{\bar{\mu} \cdot P_h/kg}{n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2).$$

Trägt man die so erhaltenen Mittelwerte als Ordinaten zu den dazugehörigen Werten von $\bar{B}$ als Abszissen auf, so erhält man die von Zickler aufgestellte Kurve (Fig. 1).

Zickler weist auf H. Richters empirische Formel hin, nach der man den Hysteresisverlust in gewissen Grenzen durch die Gleichung ausdrücken kann

$$P_h/kg = a\,\bar{B} + b\,\bar{B}^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5)^{***}).$$

Die Konstanten a und b werden aus vier Eisenblechproben ermittelt und damit für den Hysteresisverlust der Ausdruck gefunden:

$$P_h/kg = \frac{n}{\bar{\mu}} (0{\cdot}00357\,\bar{B} + 0{\cdot}124 . 10^{-5} . \bar{B}^2) \text{ Watt} \quad . \quad 10).$$

Zickler vergleicht dann die Hysteresisverluste der vier Eisenblechproben, wie sie sich durch Messung ergeben, mit den aus Formel 10 gerechneten und findet eine größte Abweichung von $-6{\cdot}08\%$. Dabei wird aber für $\bar{\mu}$ nicht der durch die Messung sich ergebende, sondern der aus Formel 1 errechnete Wert

$$\bar{\mu} = \frac{n \cdot f(\bar{B})}{P_h/kg} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

eingesetzt. Mag auch der Mittelwert für die so erhaltene maximale Permeabilität in zwei Fällen genügend genau

*) Siehe die Erwiderung von Prof. Zickler auf Seite 779 dieses Heftes.

**) „Zur magnetischen Untersuchung von Eisenblechen". K. Zickler. Siehe E. u. M. 1913, Seite 737 bis 742 und 759 bis 763. Ferner den Briefwechsel mit Prof. Gumlich.

***) Die Gleichungen erhalten die gleichen Nummern wie im Aufsatz von Prof. Zickler.

Digitized by Google

mit den durch die Messung bestimmten übereinstimmen, so glaube ich doch, daß die zweifache Verwendung der Formel kein so wertvoller Beweis für die Gültigkeit des Gesetzes ist, als die Resultate der Untersuchung.

Das spezifische Gewicht für die untersuchten Eisenblechsorten wird mit 7·7 angenommen, was für Silizium-Eisenblech innerhalb 2·7% richtig ist.

In welcher Form man die Gleichung auch immer ausdrücken mag, immer liegt ihr das Gesetz zugrunde, daß der Hysteresisverlust bei verschiedenen Werten der Induktion umgekehrt proportional ist der maximalen Permeabilität und direkt proportional einem empirischen Faktor für jeden Wert der Kraftliniendichte, der in Fig. 1 verzeichnet ist.

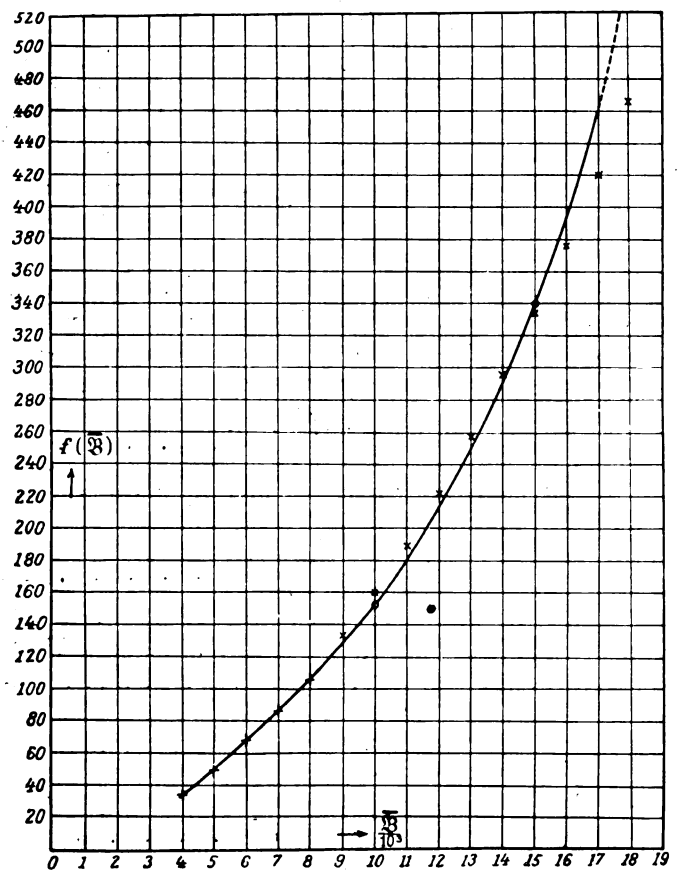


Fig. 1.

Die Prüfung vorhandener Meßresultate und auch eigene Beobachtungen ergeben jedoch, daß die durch die genannte Formel ermittelten Werte nicht zuverlässig sind, und daß sowohl die von Zickler als auch von mir gefundene Übereinstimmung nur eine zufällige und nicht auf wissenschaftliche Tatsachen beruhende ist. In den nachstehend angeführten Tabellen sind Versuchsresultate und die an Hand derselben ermittelten Werte zusammengestellt. Zum Vergleich mit den Zicklerschen Werten sind die Verluste bei 50 ∾ eingetragen. Die „gerechneten" Verluste sind aus Formel 1 ermittelt worden, in welcher die maximalen Werte der Permeabilität aus Versuchsergebnissen entnommen sind. Die Versuche betreffen die verschiedenen Eisensorten und sind an verschiedenen Orten nach für den vorliegenden Zweck genügend genauen Methoden angestellt worden. Die angenommene Gesetzmäßigkeit soll besonders für Messungen im Epsteinapparat gelten, die bekanntlich ziemlich genaue Resultate ergeben*).

*) E. T. Z. 1905, Seite 411, 1911, Seite 363, 1912, Seite 1180 usw.

Tabellen I bis III zeigen die im Prüflaboratorium der General Electric Co. unter der Leitung von L. T. Robinson erhaltenen Meßresultate. Die Werte der Tabelle I sind bis auf zwei Meßresultate in guter Übereinstimmung; Tabelle II zeigt schon größere Abweichungen, gar keine Übereinstimmung zeigen die Werte der Tabelle III.

Tabelle I.

Untersuchung eines Ringes aus 0·035 cm starken legierten Stahlblechen mit dem ballistischen Galvanometer.
Äußerer Ringdurchmesser 25·4 cm; Gewicht 10·49 kg.
Innerer Ringdurchmesser 17·8 cm; spezifisches Gewicht 7·5.
$\mu_{max} = 6940$.

Hysteresisverluste.

B_{max}	Gemessen		P_h/kg berechnet nach Gleichung 1) für $n = 50$	Abweichung in %
	Ergs pro cm³	P_h/kg ($n = 50$)		
4 020	399	0·265	0·247	— 6·8
4 500	453	0·301	0·299	— 0·7
4 815	528	0·352	0·332	— 5·7
5 000	545	0·362	0·353	— 2·5
5 790	738	0·491	0·444	— 9·6
8 000	1 115	0·741	0·749	+ 1·1
8 090	1 220	0·811	0·764	— 5·8
10 000	1 775	1·18	1·095	— 7·2
12 360	2 523	1·68	1·63	— 3·0
14 175	3 450	2·29	2·15	— 6·1
16 175	5 780	3·84	2·92	— 24·0
17 000	13 460	8·95	3·31	— 63·0

Größte Abweichung — 63%; mittlere Abweichung 11·3%.
Ohne die letzten beiden Versuchswerte.
Größte Abweichung — 9·6%; mittlere Abweichung 4·8%.

Tabelle II.

Untersuchung eines quadratischen Rahmens aus legierten Stahlblechen, 0·035 cm dick, mit dem ballistischen Galvanometer.
Äußere Seitenlänge 12·7 cm, innere Seitenlänge 7·62 cm.
Gewicht 2·27 kg; spezifisches Gewicht 7·5.
$\mu_{max} = 4760$.

Hysteresisverluste.

B_{max}	Gemessen		P_h/kg berechnet nach Gleichung 1) für $n = 50$	Abweichung in %
	Ergs pro cm³	P_h/kg ($n = 50$)		
4 000	650	0·432	0·357	— 17·4
6 000	1200	0·798	0·682	— 14·6
8 000	1880	1·250	1·09	— 12·8
10 000	2780	1·85	1·60	— 13·5
12 000	4170	2·77	2·25	— 18·8
14 000	6000	3·99	3·04	— 23·8
16 000	8890	5·91	4·13	— 30·1

Größte Abweichung — 30·1%; mittlere Abweichung 18·7%.

Tabelle III.

Untersuchung eines Ringes aus legiertem zunderfreien Blech 0·035 cm dick mit dem ballistischen Galvanometer.
Äußerer Durchmesser 8·88 cm; innerer Durchmesser 6·88 cm.
Gewicht 336 g; spezifisches Gewicht 7·5.
$\mu_{max} = 5000$.

Hysteresisverluste.

B_{max}	Gemessen		P_h/kg berechnet nach Gleichung 1) für $n = 50$	Abweichung in %
	Ergs pro cm³	P_h/kg ($n = 50$)		
4 175	219	0·146	0·366	+ 151·0
6 175	440	0·292	0·683	+ 134·0
8 315	746	0·496	1·109	+ 124·0
10 162	1003	0·667	1·565	+ 134·0
12 175	1535	1·02	2·20	+ 116·0
14 012	2278	1·52	2·91	+ 91·5
14 150	2390	1·59	2·98	+ 87·5
15 925	2800	1·86	3·90	+ 110·0
16 225	5760	3·83	4·09	+ 6·8

Größte Abweichung + 151%; mittlere Abweichung 106·1%.

Digitized by Google

Die Werte der Tabellen IV und V sind aus den Versuchsresultaten von F. Stroude*) entnommen. Hier zeigen sich große Abweichungen, immer im gleichen Sinne. Die Unterschiede gegenüber der mittleren Abweichung sind daher immer kleiner als die der absoluten Werte.

Tabelle IV.

Ring *A* aus Stalloy-Blech (3% Si-Stahl). Äußerer Durchmesser 15·2 cm, innerer Durchmesser 12·7 cm, Querschnitt 1·648 cm², spezifisches Gewicht 7·5.

$\mu_{max} = 4060$.

Hysteresisverlust.

B_{max}	Gemessen: *Ergs* pro cm³	Gemessen: P_h/kg ($n = 50$)	P_h/kg berechnet nach Gleichung 1) für $n = 50$	Abweichung in %
4 520	555	0·37	0·52	+ 40·0
5 600	777	0·52	0·72	+ 39·8
6 470	992	0·66	0·91	+ 38·1
7 290	1193	0·79	1·07	+ 35·5
7 820	1354	0·90	1·28	+ 41·2
8 270	1523	1·02	1·35	+ 32·5
8 630	1625	1·08	1·45	+ 35·6
9 150	1751	1.16	1·60	+ 37·5
9 900	2036	1·35	1·84	+ 36·1
9 760	2018	1·34	1·79	+ 34·3
10 130	2120	1·41	1·92	+ 35·9
10 390	2160	1·44	2·03	+ 41·3
10 700	2297	1·53	2·18	+ 42·8
10 950	2395	1·58	2·20	+ 38·9
11 200	2408	1·60	2·30	+ 43·4
11 400	2460	1·64	2·42	+ 48·0
11 680	2660	1·77	2·52	+ 42·5

Größte Abweichung + 48%; mittlere Abweichung 38·6%.

Aus der obenstehend zitierten Arbeit von F. Stroude wurden andere Untersuchungen in ähnlicher Weise, wie Tabelle IV zeigt, analysiert; nachstehend sind die Abweichungen zwischen den gemessenen und gerechneten Werten zusammengestellt.

Tabelle V.

Eisenprobe	μ_{max}	Mittlere Abweichung in %	Größte Abweichung in %
Ring *B* Stalloy	3800	44	+ 50·5
Ring *A* Shankey-Bleche .	2590	15·8	+ 29·3
Ring *B* Shankey-Bleche .	2810	13·7	+ 28·0
Ring *Q* Gußeisen . . .	364	41·0	+ 45·0
Ring *A* Gußeisen . . .	369	68·3	+ 121

Tabelle VI.

Eisenprobe	μ_{max}	Mittlere Abweichung in %	Größte Abweichung in %
Schwedisches Eisen[1]) . .	4450	5·1	— 6·5
Reines Eisen[1])	4615	18·5	— 26·0
Reines Eisen (nach dem Ausglühen)[1])	5490	29·0	— 34·7
Lobys-Stahl[2])	3220	6·6	— 9·0
Stalloy-Stahl[2])	4560	7·5	+ 10·5
Eisenblech bei 17° C[3]) .	1225	101	+ 103·0
Eisenblech bei — 184° C[3])	—	83·3	+ 86·5

[1]) E. Wilson, Proc. Royal Soc., Band 62, 1897—1898, Seite 364—376.
[2]) Proc. Royal Soc., Band 30, 1908, Seite 548—552.
[3]) Jacob Staber, Lumière Electr., Band I, 1908, Seite 121.

*) Proc. Phy. Soc., Lond., Bd. 24, 1912, S. 245.

Die Tabelle VI enthält Versuchsresultate, die teils gut, teils schlecht mit den gerechneten Werten übereinstimmen. Auch hier liegen die Abweichungen durchgängs auf einer Seite und sind vom Mittelwert nicht sehr verschieden. Das beweist aber weder die Ungenauigkeit des Wertes für die maximale Permeabilität, noch die Richtigkeit des angenommenen Gesetzes. Es beweist nur, daß die Kurve der Fig. 1 wohl ein Bild gibt über die Beziehungen zwischen der Hysteresis und der Kraftliniendichte, nicht aber genaue absolute Werte.

Schließlich dürfen wir den Einfluß der verschiedenen Arten der Wärmebehandlung auf das Material nicht außer acht lassen; diese bewirken teils eine Änderung der maximalen Permeabilität ohne den Hysteresisverlust zu beeinflussen, teils haben sie die gegenteilige Wirkung. So sagen zum Beispiel Pender und Jones von ihren Versuchen über das Ausglühen im magnetischen Feld: „Obgleich die Permeabilität in mäßig starken Feldern nach der Behandlung viel größer ist, wird die Fläche der Hysteresisschleife nur wenig kleiner. Die Wirkung scheint eher in einer Vergrößerung des Leistungsfaktors als in einer Verbesserung der Verluste zu bestehen“*). Die oberwähnten „mäßig starken“ Felder zeigen eine maximale Permeabilität die durch die Wärmebehandlung um fast 100% größer als die normale ist. In Tabelle VII sind die Ergebnisse der Versuche an magnetisch ausgeglühtem Material eingetragen. Sie zeigen, daß die Änderungen in der maximalen Permeabilität und im Hysteresisverlust oft im gleichen Sinne liegen.

Tabelle VIII bezieht sich auf Versuche mit besonderer Wärmebehandlung, durch welche gewöhnlich der Hysteresisverlust stark herabgesetzt wird. Nur in wenigen Fällen entspricht dem kleineren Hysteresisverlust die kleinere maximale Permeabilität, gewöhnlich ist die Abnahme des Hysteresisverlustes von einer größeren Zunahme der maximalen Permeabilität begleitet.

Ich verdanke die Tabellen VII und VIII W. E. Ruder, der nach der ballistischen Methode 10 Ringproben aus legiertem Stahl von 8·88 cm äußerem, 6·88 cm innerem Durchmesser, 450 g Gewicht untersucht hat (Tabelle VII). In Tabelle VIII sind die Resultate der Messung an 7 Ringen gleicher Dimension und Material, 450 g schwer enthalten. Der Hysteresisverlust ist in Joule pro Pfund engl. bei $B = 10\,000$ ermittelt.

Tabelle VII.

Fabriksmäß. Ausglühen		Magnetisches Ausglühen			Abweichung in %
μ_{max} (gemessen)	Hysteresis (gemessen)	μ_{max} (gemessen)	Hysteresis (gemessen)	Hysteresis (gerechnet)	
6100	0·0094	5250	0·0098	0·0109	+ 11·2
6000	0·0089	5730	0·0095	0·0093	— 2·1
5800	0·0091	4850	0·0094	0·0109	+ 15·9
5100	0·0093	5380	0·0097	0·0088	— 9·3
5450	0·0083	4450	0·0088	0·0102	+ 15·9
3560	0·0125	3560	0·0129	0·0125	— 3·1
3990	0·0120	4530	0·0122	0·0106	— 13·1
3150	0·0153	3920	0·0130	0·0123	— 5·4
4000	0·0115	5130	0·0109	0·0090	— 17·5
4000	0·0103	4500	0·0116	0·0092	— 20·7

Größte Abweichung — 20·7%; mittlere Abweichung 11·4%.

*) H. Pender und R. L. Jones, „Phy. Rev.“ 1913, Vol. I. Seite 271. Siehe E. u. M. 1913, Seite 856.

Digitized by Google

Tabelle VIII.

Fabriksmäß. Ausglühen		Besonderes Ausglühen			Abweichung in %
μ_{max} (gemessen)	Hysteresis (gemessen)	μ_{max} (gemessen)	Hysteresis (gemessen)	Hysteresis (gerechnet)	
4850	0·01345	7950	0·00588	0·00821	+ 39·6
5000	0·01415	5010	0·00551	0·0141	+ 156·0
4500	0·01485	4750	0·00635	0·0141	+ 120·0
4400	0·01480	5000	0·0086	0·0132	+ 53·4
5400	0·0135	3800	0·0094	0·0192	+ 104·0
5050	0·0139	4200	0·0085	0·0167	+ 96·5
6350	0·0089	4700	0·0100	0·0121	+ 21·0

Größte Abweichung + 156·0%; mittlere Abweichung 84·5%.

In den Meßresultaten der Tabellen IX bis XII, die verschiedenen Versuchen entnommen sind, erscheinen die Werte der maximalen Permeabilität nicht aufgenommen.

Es wurden nach Formel 4 die Mittelwerte bestimmt und dann die Abweichungen von diesen. Die ziemlich gute Übereinstimmung beweist nicht, daß die so erhaltenen Mittelwerte auch die wirklichen sind, sie zeigt nur, daß die Beziehungen zwischen der mit zunehmender Kraftliniendichte wachsenden Hysteresis durch die Kurve $\log \overline{B} \div \log f(\overline{B})$ richtig wiedergegeben ist.

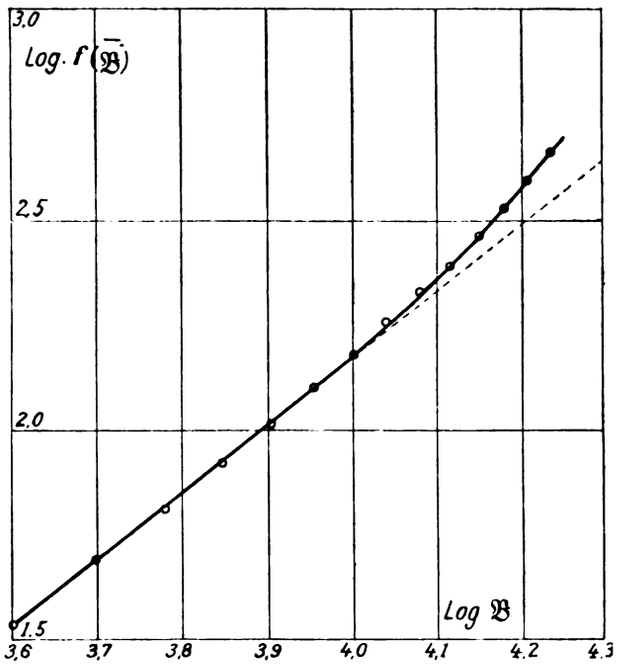


Fig. 2.

Die Kurve Fig. 2 stellt eine Exponentialfunktion dar. Dies kann man dadurch beweisen, daß man die Werte $\log f(\overline{B})$ als Funktion der Werte $\log \overline{B}$ aufträgt. Wie man aus Fig. 2 entnehmen kann, ergibt sich eine gerade Linie, was die Richtigkeit des Gesetzes wenigstens bis $B = 10\,000$ beweist; von diesem Wert an steigt $\log f(\overline{B})$ rascher an. Diese Zunahme hat man für verschiedene Materialien gefunden und damit erklärt, daß sie von Änderungen des Kraftlinienverlaufes herrühren möge, indem die magnetisch weicheren Teile des nicht homogenen Materials gesättigt werden und der Kraftlinienfluß durch Teile fließt, die einen höheren Wert des Hysteresiskoeffizienten aufweisen. Der untere Teil der Kurve kann daher durch die Gleichung $f(\overline{B}) = \varphi B^x$ dargestellt werden, wobei φ ein Erfahrungskoeffizient und x der Hysteresisexponent ist, der in genügender Annäherung an das Steinmetzsche Gesetz mit 1·61 gefunden wurde. (Tabelle XIII.)

Tabelle IX.

Untersuchungen von Lloyd und Fisher, Bulletin U. S. Bureau of Standards, Band 5, Seite 469, 470.

Hysteresisverluste.

Probe P_1 aus 0·047 cm dickem Stahlblech, spezifisches Gewicht 7·7.

B_{max}	Gemessene Werte		Gerechnete Werte	%-Abweichung vom Mittelwert des μ_{max}.
	Erg pro g	P_h pro kg ($n = 50$)	μ_{max}	
12 000	445·7	2·23	4800	— 4·2
10 000	302·8	1·51	5030	+ 0·4
8 000	204·8	1·02	5080	+ 1·4
6 000	126·5	0·63	5150	+ 2·8
4 000	67·9	0·34	5000	— 0·2

	Mittlerer Wert für μ_{max}	Mittlerer Wert der %-Abweichung
Probe P_1, 0·047 *cm* dick, Stahl, spez. Gewicht 7·7	5010	1·8
Probe K, 0·0282 *cm* dick, deutscher Stahl, spez. Gewicht 7·7	3780	2·3
Probe W_1, 0·0311 *cm*, deutscher Siliziumstahl, spez. Gewicht 7·5 . .	7700	1·7
Probe R, 0·0315 *cm*, 3·4% Si, spez. Gewicht 7·5	5340	1·9

Tabelle X.

Untersuchungen von P. G. Agnew, Electr. Rev. und West. Electr., Band 59, 1911, Seite 116, Trennung der wattmetrisch gemessenen Verluste bei 60 und 30 Perioden.

Hysteresisverluste.

Ring aus gewöhnlichem Stahlblech.

B_{max}	Gemessen		Gerechnet μ_{max}	Abweichung in % vom Mittelwert des μ_{max}.
	W pro kg	P_h pro kg ($n = 50$)		
4 000	0·00878	0·44	3870	+ 10·8
5 000	0·0124	0·62	3940	+ 12·8
6 000	0·0164	0·82	3960	+ 13·3
8·000	0·01280	1·40	3710	+ 6·3
10 000	0·04020	2·10	3610	+ 3·4
12 000	0·0658	3·29	3255	— 6·7
14 000	0·1095	5·47	2655	— 23·9
16 000	0·1340	6·70	2940	— 15·8
Mittelwert des $\mu_{max} = 3492$, mittlere Abweichung 10·3%.				
Ring aus Siliziumstahl.				
4 000	0·00634	0·32	5330	+ 3·6
5 000	0·00906	0·45	5420	+ 5·3
6 000	0·0121	0·61	5350	+ 4·0
8 000	0·0194	0·97	5360	+ 4·2
10 000	0·0283	1·41	5380	+ 6·5
12 000	0·0398	1·99	5380	+ 6·5
14 000	0·0610	3·05	4750	— 7·7
16 000	0·0908	4·54	4340	— 15·6
Mittelwert des $\mu_{max} = 5145$, mittlere Abweichung 6·7%				

Digitized by Google

Tabelle XI.

Ballistische Messungen im Laboratorium der General Electric Company an Ringen aus 0·035 cm legiertem Stahlblech, 25·4 cm äußerem, 17·8 cm innerem Durchmesser, 9·08 kg Gewicht, spezifisches Gewicht 7·5.

Hysteresisverluste.
(Aus den Verlustkurven.)

B_{max}	Gemessen		Gerechnet μ_{max}	Abweichung in % vom Mittelwert μ_{max}.
	W pro kg	P_h pro kg ($n = 50$)		
4 000	0·00485	0·24	7100	+ 4·4
6 000	0·00940	0·47	6920	+ 1·8
7 500	0·0140	0·70	6740	— 0·9
9 000	0·0192	0·96	6570	— 3·4
10 000	0·0230	1·15	6600	— 2·9
11 000	0·0269	1·34	6700	— 1·5
12 000	0·0312	1·56	6850	+ 0·7
13 000	0·0362	1·81	6900	+ 1·4

Mittelwert $\mu_{max} = 6798$; mittlere Abweichung 2·1%.

Tabelle XII.

Wattmetermessungen im Laboratorium der General Electric Comp. an einer Epstein-Probe aus 0·035 cm dickem legiertem Blech, Streifen von 50 × 3 cm, 10 kg schwer, spezifisches Gewicht 7·5.

B_{max}	Gemessen		Gerechnet μ_{max}	Abweichung in % vom Mittelwert μ_{max}
	W pro kg	P_h pro kg ($n = 50$)		
4 000	0·00446	0·22	7750	+ 11·0
6 000	0·00910	0·45	7230	+ 3·5
7 500	0·0130	0·65	7230	+ 3·5
9 000	0·0174	0·87	7250	+ 3·8
10 000	0·0211	1·05	7230	+ 3·5
11 000	0·0257	1·28	7020	+ 0·5
12 000	0·0310	1·55	6900	— 1·3
13 000	0·0378	1·89	6600	— 5·5
14 000	0·0460	2·30	6310	— 9·8
14 500	0·0496	2·48	6360	— 9·1

Mittelwert von μ_{max} 6988; mittlere Abweichung 5·1%.

Tabelle XIII.

$\overline{B}$	$f(\overline{B})$	Log $\overline{B}$	Log $f(\overline{B})$	
4 000	34	3·602	1·532	I
5 000	49	3·699	1·690	I
6 000	65	3.778	1·813	I
7 000	84	3·845	1·924	II
8 000	104	3·903	2·017	II
9 000	126	3·954	2·100	II
10 000	152	4·000	2·182	
11 000	180	4·041	2·255	
12 000	214	4·079	2·330	
13 000	249	4·114	2·396	
14 000	290	4·146	2·462	
15 000	340	4·176	2·532	
16 000	394	4·204	2·596	
17 000	460	4·230	2·663	

Summe der ersten 3 Werte	11·079	5·035
„ „ zweiten 3 „	11·702	6 041
Differenz	0·623	1·006

Daraus ergibt sich $x = \frac{1006}{623} = 1{\cdot}611$.

In dem zweiten Teil des Aufsatzes wird angenommen, daß die Wirbelstromverluste umgekehrt proportional dem Widerstand sind und durch die Formel ausgedrückt werden können

$$P_w/kg = \frac{c\,(d\,n\,B)^2}{s\,c} \quad \ldots \quad 12')$$

worin c einen numerischen Faktor
d die Blechdicke in mm,
n die sec. Periodenzahl,
B die maximale Induktion in $c\,g\,s$
s das spezifische Gewicht und
c den spezifischen Widerstand bedeuten.

Dieses lange Zeit als gültig angesehene Gesetz ist nun auch, wie die vom Verfasser im Verein mit Ruder ausgearbeiteten Untersuchungen gezeigt haben*), in Frage gestellt.

Schlußfolgerungen.

Aus den im vorstehenden Artikel angeführten Tatsachen kann man entnehmen, daß das Gesetz von Prof. Zickler in vielen Fällen nicht zutrifft und daß seine Verwendung nur in sehr engen Grenzen gilt, innerhalb welcher man die Materialeigenschaft genau kennt.

Innerhalb weiter Grenzen der magnetischen Induktion kann man den Hysteresisverlust nicht als umgekehrt proportional der maximalen Permeabilität annehmen.

Elektrische Fernmeldeeinrichtungen in Heiz- und Lüftungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Anlage in der Kaiser Jubiläumskrankenanstalt Wien-Lainz.

Von Ing. **Eduard Goldbacher**, Wien.

Der rationelle Betrieb jeder größeren Dampfheizungsanlage erfordert unbedingt eine zuverlässige Kontrolle der momentanen Druck- und Temperaturverhältnisse an verschiedenen Stellen der Dampfleitung bezw. der Temperatur der geheizten Räume sowie des betriebssicheren Zustandes der Rohrleitung selbst. In umfangreichen Fernheizanlagen mit oft kilometerlangen Heizkanälen und mit einer entsprechend großen Zahl geheizter Räume, wäre ein eigenes Personal notwendig, um diese Überwachung durch Ablesung an den verschiedenen Manometern, Thermometern bezw. durch Prüfung der Rohrbruchventile, durchzuführen. Außerdem wäre eine solche Art der Meldung an das Kesselhaus bezw. an den Betriebsleiter mit einem Zeitaufwande verbunden, innerhalb welchem sich die Verhältnisse schon wieder geändert haben können.

Der die Feuerung überwachende Beamte muß in der Lage sein, sich jeden Augenblick und sofort über die jeweiligen Dampf- bezw. Temperaturverhältnisse orientieren zu können.

Der Eintritt eines Rohrbruches an irgend einer Stelle der Leitung muß begreiflicherweise überhaupt unabhängig von Menschenhänden, also automatisch gemeldet werden. Die schnellste und sicherste Art dieser Rückmeldungen bietet nun die elektrische Fernübertragung der momentanen Druck- und Temperaturverhältnisse sowie des eingetretenen Rohrbruches. Die enorme Wichtigkeit derartiger elektrischer Einrichtungen, welche eine zuverlässige und genaue Kontrolle in Heizungs- und Lüftungsanlagen ermöglichen, hat die Siemens & Halske A.-G., welche bekanntlich schon seit Jahren Fernthermometeranlagen zu den verschiedensten Zwecken baut, veranlaßt, große Meldezentralen zu konstruieren, deren Prinzip und Ausführung in den nachnachfolgenden Zeilen beschrieben ist.

---

*) G. E. Review. Bd. XVIII, 1914, Seite 487—489; siehe auch E. u. M. 1914, Heft 25, S. 538.

Digitized by Google

Für die Kontrolle der Temperatur in der Dampfrohrleitung selbst genügt es, an einer oder zwei Stellen eine Messung vorzunehmen. Was aber die Dampfdrücke anbelangt, so werden sie überall dort kontrolliert werden müssen, wo eine Änderung des Druckes vor sich geht, also in den Reduzierstationen, vor, nach bezw. zwischen den Reduzierventilen.

Die Stelle endlich, von wo ein Rohrbruchventil an das Kesselhaus gemeldet werden muß, ist das Rohrbruchventil selbst, welches sich bei eintretendem Rohrbruch infolge des plötzlichen Sinkens der Dampfspannung automatisch schließt.

In Dampfheizungsanlagen hat man es sowohl mit gesättigtem als auch mit überhitztem Dampfe zu tun. Jeder dieser beiden Dampfzustände hat sein eigenes Prinzip der Druckmessung und deren elektrischer Fernübertragung. Ferner sei noch vorausgeschickt, daß das Prinzip der Temperaturmessung für beide Dampfzustände identisch ist mit jenem der Druckmessung und -übertragung des gesättigten Wasserdampfes. Endlich ist die Fernmeldung der Temperaturen der beheizten Räume, des Feuchtigkeitsgehaltes in den Luftkanälen und die Fernstellung der Luftklappen samt deren elektrischen Rückmeldung in die nachfolgenden Ausführungen einzubeziehen. Dementsprechend soll unterschieden sein:

I. Die elektrische Fernübertragung der momentanen Temperatur einer bestimmten Stelle an eine Zentralstelle überhaupt (Fernthermometeranlagen).

II. Die elektrische Übertragung und Meldung des momentanen Druckes gesättigten Wasserdampfes (Fernmanometeranlagen).

III. Die elektrische Übertragung und Meldung des momentanen Druckes überhitzten Wasserdampfes (Fernmanometeranlagen).

IV. Die automatische, akustische und optische Meldung von Rohrbrüchen (Rohrbruchmeldeanlagen).

V. Die elektrische Übertragung und Meldung der momentanen Luftfeuchtigkeit bestimmter Stellen (Fernhygrometeranlagen).

VI. Die elektrischen Klappen-Fernstell- und Rückmeldeeinrichtungen.

* * *

I. Die elektrische Übertragung und Meldung der momentanen Temperatur einer bestimmten Stelle an eine Zentralstelle überhaupt. (Fernthermometeranlagen.)

Die Fernthermometeranlagen dienen zur Fernmessung von Temperaturen von — 200° C bis + 850° C, so zum Beispiel von überhitztem Dampf, des Öles in Transformatoren, des Speisewassers und der Rauchgase usw. in Kesselanlagen, sowie denjenigen in chemischen Betrieben, Brauereien, Mälzereien, Verzinkungsanlagen, besonders aber in Heizungs- und Lüftungsanlagen, wo die Temperaturkontrolle der beheizten und belüfteten Räume vom Kesselhause aus für den ökonomischen Betrieb eine unbedingte Notwendigkeit ist. Sie beruhen auf dem Prinzip der Widerstandsveränderung metallischer Leiter infolge der Temperatur. An den Stellen, deren Temperatur von einer entfernten Zentrallstelle aus zu kontrollieren ist, werden Widerstandsspiralen, sogenannte Widerstandsthermometer, in geeigneter Weise montiert. Der Widerstand solcher Thermometer ändert sich bei zu- oder abnehmender Temperatur gesetzmäßig. Jedes Widerstandsthermometer wird durch je zwei Leitungen mit der Zentralstelle verbunden und kann an dieser jedes Thermometer durch eine geeignete Schaltvorrichtung wahlweise mit einer Meßschaltung verbunden werden. Soweit es die örtliche Lage der Thermometer erlaubt kann je eine der Zuleitungen (Rückleitung) gemeinsam sein. Die Meßschaltung ist mit einem hochempfindlichen Meßinstrument verbunden, welches durch Veränderung des Widerstandes der Thermometer beeinflußt wird und ist die Skala desselben in Celsiusgraden (bezw. Fahrenheit oder Reaumur) geeicht. Die Thermometeranlage besteht demnach aus:

1. den Widerstandsthermometern,
2. den Fernleitungen,
3. der Meßschaltung,
4. dem Anzeigeinstrument,
5. dem Umschalter,
6. der Stromquelle mit Zubehör.

1. Widerstandsthermometer.

Die Widerstandsthermometer sind in Quarzglas eingeschmolzene Platinspiralen (D. R. P.), welche zum Schutz gegen Bruch von einer besonderen Schutzmontierung aus geeignetem Material umgeben und mit Anschlußklemmen ausgerüstet sind; für besonders feuchte Räume sind diese Anschlußklemmen in einem wasserdichten Gehäuse untergebracht. Das Gehäuse trägt dann eine geeignete Kabeleinführung. Der Widerstand der Platinspirale beträgt bei Null Grad Celsius normal 100 Ohm und ändert sich pro $2^1/_2{}^0$ C sehr nahezu um 1 Ohm. Für besondere Spezialfälle kommen jedoch auch Thermometer mit 50 oder 25 Ohm Widerstand zur Verwendung.

Eine der gebräuchlichsten Ausführungen derartiger Widerstandsthermometer sei nachstehend beschrieben.

Für gewöhnliche Wohn- und sonstige trockene Räume eignet sich die Ausführung nach Fig. 1.

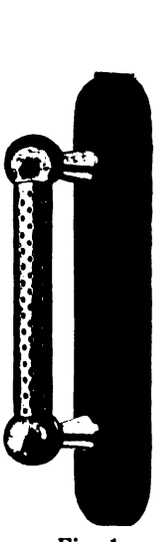


Fig. 1.

Fig. 2.

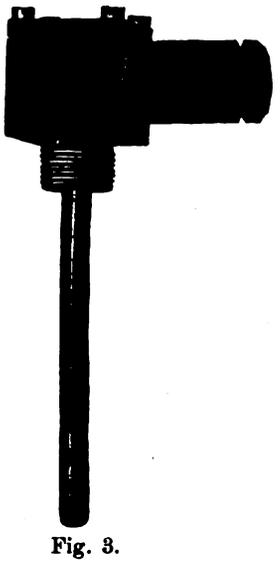


Fig. 3.

Das Quarzglasrohr ist von einer perforierten Metallhülse umgeben und das Ganze auf einem Sockel montiert. Zur Messung der Temperatur in Gefäßen und Rohren mit Flüssigkeiten oder Dampf ist die Form nach Fig. 2 bestimmt. Das Quarzglasrohr ist in einem Stahlrohr untergebracht, das ein dreiviertelzölliges Gewinde trägt und mit 20 Atm. auf Dichtigkeit geprüft ist. Der Porzellananschlußkopf trägt die beiden Anschlußklemmen. Eine besondere Ausführung zeigt die Fig. 3. Dieselbe besitzt wasser-

Digitized by Google

dicht abgedichtete Klemmen und Kabeleinführung und ist für Fernthermometeranlagen auf Schiffen, in chemischen Industrien usw. bestimmt.

2. Die Fernleitungen.

Der Querschnitt der Zuleitungen, welche die Widerstandsthermometer mit der Zentralmeßstelle verbinden und welche aus Kupferdraht bestehen, ist entsprechend ihrer Länge und mit Rücksicht auf den Temperaturmeßbereich des Meßapparates zu dimensionieren. Da nicht nur der Widerstand der Widerstandsthermometer, sondern auch der Widerstand der Zuleitungen sich mit der Temperatur der Umgebung ändert, muß der Widerstand dieser Leitungen so gering bemessen sein, daß seine Änderungen auch bei den größten vorkommenden Temperaturänderungen gegenüber den Widerstandsänderungen des Widerstandsthermometers zu vernachlässigen sind. Wenn zum Beispiel die Skala des Meßapparates von 0° bis 250° C reicht, also 250° C umfaßt, so entspricht das zum Beispiel für 100 Ohm-Thermometer einer Widerstandsänderung des Thermometers von $\frac{250}{2{\cdot}5}$ = zirka 100 Ohm. Schätzt man nun die Temperaturänderungen, denen die Zuleitungen ausgesetzt sind zum Beispiel auf 20° C oder $\pm$ 10° C von der mittleren Temperatur gerechnet und will man einen Fehler von 1% des Skalenmeßbereiches, somit 2·5° C zulassen, so darf sich der Widerstand der Zuleitungen um 1% von 100 Ohm = 0·01 . 100 = 1 Ohm ändern. Rechnet man für die Zuleitungen eine Widerstandsänderung von 0·4% für 1° C, also 4% für 10° C und diese im vorliegenden Falle also 1 Ohm betragen darf, so ergibt sich demnach der Widerstand der Zuleitungen aus der Gleichung 4% = 1 Ohm zu $1 . \frac{100}{4} = 25$ Ohm. Bei einem Leitungsquerschnitt von 1·5 mm² darf demnach die größte Entfernung vom Meßapparat zirka 1000 m betragen, was einer Gesamtleitung von zirka 2000 m gleichkommt. In vielen Fällen werden für die Zuleitungen noch geringere Temperaturänderungen zu erwarten sein und dementsprechend kann die Entfernung bei dem Leitungsquerschnitt von 1·5 mm² eine größere sein oder bei geringerer Entfernung ein geringerer Querschnitt gewählt werden. Bei größeren Temperaturschwankungen oder wenn es sich um noch größere Entfernungen handelt, müssen Leitungen von entsprechend größerem Querschnitt verwendet werden und läßt sich letzterer leicht, wie oben erwähnt, ermitteln. Bei sehr großen Entfernungen zwischen den Widerstandsthermometern und der Zentralstelle und hauptsächlich bei großen Temperaturveränderungen der Zuleitungen, kann der erforderliche Leitungsquerschnitt durch Verwendung von drei statt zwei Leitungen für jedes Widerstandsthermometer reduziert werden.

3. Die Meßschaltung.

Die Meßschaltung ist im wesentlichen eine Wheatstonesche Brückenanordnung mit einem ausreichend empfindlichen Zeigergalvanometer und ist prinzipiell nach folgendem Schaltbilde ausgeführt. (Fig. 4.) In demselben bedeuten *a*, *b*, *c* Brückenzweigwiderstände, *d* einen Vorschaltwiderstand, *r* einen Schiebereguliervorwiderstand; mit *t* und t_1 sind Widerstandsthermometer und mit *e* die Stromquelle angedeutet; *f* ist ein Kontrollwiderstand, *g* ist das Galvanometer; *a*, *b*, *c*, *d* und *f* sind auf einer Schiene auf der Rückseite der Tafel untergebracht, *i* und i_1 sind Zuleitungsjustierwiderstände. Die Widerstände *b* und *c* sind gleich, der Widerstand *a* ist gleich demjenigen des Widerstandsthermometers *t* bei der niedrigsten vom Instrument angezeigten Temperatur, einschließlich Zuleitungswiderstand, so daß, wenn Taste *II* gedrückt, das heißt die drei Federn untereinander verbunden sind, das Thermometer *t* angeschlossen ist und dies die niedrigste Temperatur hat, infolgedessen bei dieser Temperatur die Brücke abgeglichen, das Zeigergalvanometer stromlos ist und keinen Ausschlag zeigt. Ändert sich die Temperatur des Widerstandsthermometers *t*, so wird die Abgleichung gestört, das Zeigergalvanometer erhält Strom, und zwar um so mehr, je größer der Widerstand des Thermometers *t* wird. Der Ausschlag des Galvanometers ist ein Maß für die Widerstandsänderung und somit für die Temperatur der Umgebung des Widerstandsthermometers. Da nun einer bestimmten Widerstandsänderung eine bestimmte Temperatur zugrunde liegt, so entspricht also eine bestimmte Temperatur auch einem bestimmten Ausschlag des Galvanometers und kann dies somit mit einer Temperaturskala versehen werden. Da der Ausschlag aber auch noch abhängig ist von der Spannung der Stromquelle *e*, so muß der Messung noch eine bestimmte Spannung e_1 zugrunde gelegt werden. Man stellt diese Spannung dadurch fest, daß man an Stelle von *t* einen bekannten konstanten Widerstand *f* (Kontrollwiderstand) von der Größe des Thermometerwiderstandes bei der höchsten mit dem Apparat meßbaren Temperatur (inklusive Zuleitungswiderstand) setzt. Bei Einschaltung dieses Widerstandes, also Drücken der Taste *I* (Prüftaste) müßte nun der Zeiger genau bis zum Ende der Skala ausschlagen. Tut er das nicht, so ist die an die Brücke gelegte Spannung e_1 entweder zu groß oder zu klein und entsprechend zu verändern, was mit Hilfe des Regulierwiderstandes *r*, welcher mit der Stromquelle in Serie geschaltet ist, geschieht. Ist für diesen die richtige Stellung ermittelt, so kann die Temperatur aller darauf mit der Schaltung verbundenen Widerstandsthermometer *t*, t_1 usw., direkt an der Temperaturskala des Zeigergalvanometers abgelesen werden.

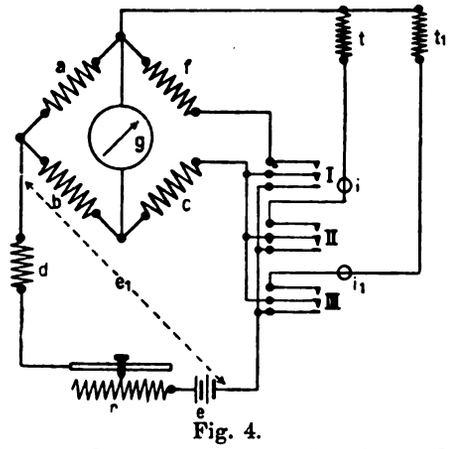


Fig. 4.

4. Das Anzeigeinstrument.

Als Anzeigeinstrumente kommen normal Schalttafelinstrumente zur Verwendung. Für Spezialfälle können auch besondere Ausführungen (hauptsächlich bei Anwendung von Maximal- oder Minimalkontakt), Registrierapparate sowie Laboratoriumsinstrumente verwendet werden und richtet sich dies hauptsächlich nach der Temperaturskala. Diese wird im allgemeinen beliebig ausgeführt; jedoch muß der gesamte Meßbereich umfassen mindestens 60° C bezw. mindestens 150° C bei Registrierapparaten, für Wandmontage mit ablaufendem Papierstreifen mindestens 60° C, bei Trommelregistrierapparate und Registrierapparaten mit an Bändchen aufgehängter Drehspule mindestens 30° C, bei

Digitized by Google

Laboratoriumsinstrumenten entsprechend der Type bis minimal 20 Celsiusgrade. Der Meßbereich richtet sich außerdem noch nach der speziellen Ausführung und der Verwendung der zu benutzenden Widerstandsthermometer.

5. Der Umschalter.

Der Umschalter, welcher die einzelnen Widerstandsthermometer mit dem Meßinstrument verbindet, ist als Tastenschalter ausgebildet und wird jede einzelne Taste nach Niederdrücken in ihrer Stellung festgehalten. (Siehe Fig. 12.) Neben jeder Taste ist ein Bezeichnungsschildchen angebracht. Durch eine der Tasten wird der Kontrollwiderstand eingeschaltet und ist diese Taste mit Prüftaste bezeichnet. Die Anordnung ist so getroffen, daß durch den Druck auf eine Taste, bevor dieselbe in ihrer Einschaltestellung festgehalten wird, jede vorher gedrückte Taste selbsttätig ausgelöst wird, und zwar geschieht dies nicht nur aus Bequemlichkeitsrücksichten, sondern auch deshalb, damit dadurch vermieden wird, daß versehentlich zwei Widerstandsthermometer gleichzeitig eingeschaltet sind. Durch eine Parallelschaltung zweier oder mehrerer Thermometer würde nämlich nicht nur die Messung ein durchaus falsches

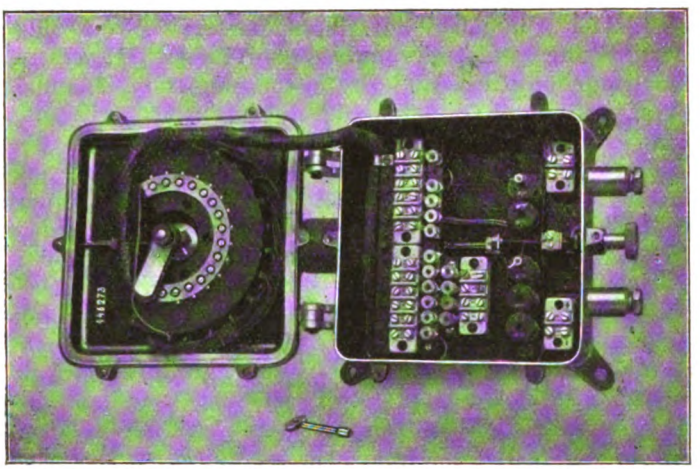


Fig. 5.

Ergebnis liefern, sondern es würde auch das Galvanometer gefährdet, indem ein Strom dasselbe durchfließen würde, der ein Vielfaches ist von demjenigen, welcher bereits den Endausschlag des Galvanometers hervorruft. Wie nach vorstehendem ein zu kleiner Widerstand an Stelle von t, t_1 usw. das Galvanometer gefährdet, so würde auch ein zu großer Brückenzweigwiderstand, also zum Beispiel eine gänzliche Unterbrechung an dieser Stelle dem Galvanometer gefährlich werden. Es ist infolgedessen nicht zulässig, bei der Umschaltung von einem Widerstandsthermometer auf ein anderes eine völlige Unterbrechung vorzunehmen, ohne vorher die Stromquelle abzuschalten. Dies wird auch durch den Tastenumschalter besorgt, der beim Niederdrücken einer Taste zunächst das Widerstandsthermometer und dann die Stromquelle einschaltet und umgekehrt bei der Auslösung zuerst die Stromquelle und dann das Widerstandsthermometer abschaltet. Eine Auslösetaste ohne Feststellvorrichtung ist zum gänzlichen Ausschalten der Meßanordnung vorgesehen, um eine unnötige rasche Ausnutzung der Batterie zu vermeiden. Die Schalter werden für 1, 4, 8, 14, 20 und 30 Widerstandsthermometer ausgeführt. Für besonders feuchte Räume zum Beispiel für Schiffe, wird das Instrument (nur Schalttafelinstrumente mit minimalsten Meßbereich von 50 Celsiusgraden) und die Meßschaltung mit Umschalter in wasserdichten Gehäusen mit besonderen Kabeleinführungen hergestellt. Diese Umschalter werden ausgeführt für 1, 2, 6, 8, 10, 12 und 20 Widerstandsthermometer. Eine derartige Ausführung zeigt die Fig. 5. Das zugehörige Widerstandsthermometer ist in Fig. 3 dargestellt.

6. Die Stromquellen.

Als Meßspannung dient eine Batterie von Trockenelementen, Beutelelementen oder auch Akkumulatoren, die wegen des geringen Stromverbrauches der Schaltung nur eine geringe Kapazität zu besitzen brauchen, um so mehr, als man die Anordnung nur während der Messung und nicht dauernd eingeschaltet lassen wird. Bei Registrierarbeiten und Instrumenten mit Kontakten empfehlen sich jedoch nur Akkumulatoren. Die allmählich sinkende Meßspannung wird durch den vorerwähnten Schiebewiderstand reguliert. Die Spannung richtet sich ganz nach dem Instrument und dem gewählten Meßbereich.

SCHEMA DER DAMPFVERHÄLTNISSE.

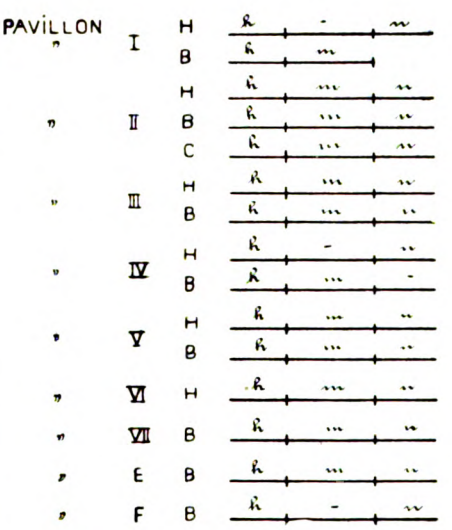


Fig. 6.

Auf Grund des unter I im allgemeinen besprochenen Vorganges bei der elektrischen Fernmeldung von Temperaturen, soll nun dieses Prinzip sowie jenes der elektrischen Übertragung von Drücken des gesättigten und überhitzten Dampfes sowie eingetretener Rohrbrüche an Hand einer im Betriebe befindlichen Anlage, und zwar jener im Fernheizwerk der Kaiser-Jubiläumskrankenanstalt in Wien-Lainz eingehend beschrieben werden. Einige Daten seien vorausgeschickt.

Im Kesselhause sind sechs Kessel mit zusammen 1367 m² Heizfläche vorhanden. Es können pro Stunde mehr als 12 000 000 Kalorien erzeugt werden. Vom Kesselhause aus führen die Dampfleitungsrohre, welche

Digitized by Google

im Fernheizkanal untergebracht sind, zu den einzelnen Pavillons. Im Fernheizkanal liegt die sogenannte Heiz- oder Winterleitung und die Brauchdampf- oder Sommerleitung sowie die Kondenswasserleitung. Die Heiz- und Brauchdampfleitungen sind als Ringleitung nach dem sogenannten Rundstrangsystem gebaut und werden mit Hochdruckdampf von 8 bis 10 Atm. gespeist, welcher bis zum entferntesten Pavillon 4 Atm. an Spannung verliert.

In den in den einzelnen Pavillons untergebrachten Reduzierstationen erfolgt die Spannungsverminderung mittels Reduzierventilen auf 2·5 Atm. Mitteldruck für die Boiler der Warmwasserbereitung und für die Warmwasserheizung. Eine weitere Reduktion auf 0·2 Atm. Niederdruck durch Membranreduzierventile findet für die direkte Beheizung und Bedienung der Kochapparate statt.

Fig. 6 zeigt das Schema der Dampfverhältnisse in den Reduzierstationen.

II. Die elektrische Übertragung und Meldung des momentanen Druckes gesättigten Wasserdampfes (Fernmanometeranlagen).

Nach dem über die Beziehung zwischen Druck und Temperatur des gesättigten Wasserdampfes bereits Gesagten ist es ohne weiteres begreiflich, wie die Druckmessung des gesättigten Wasserdampfes erfolgt.

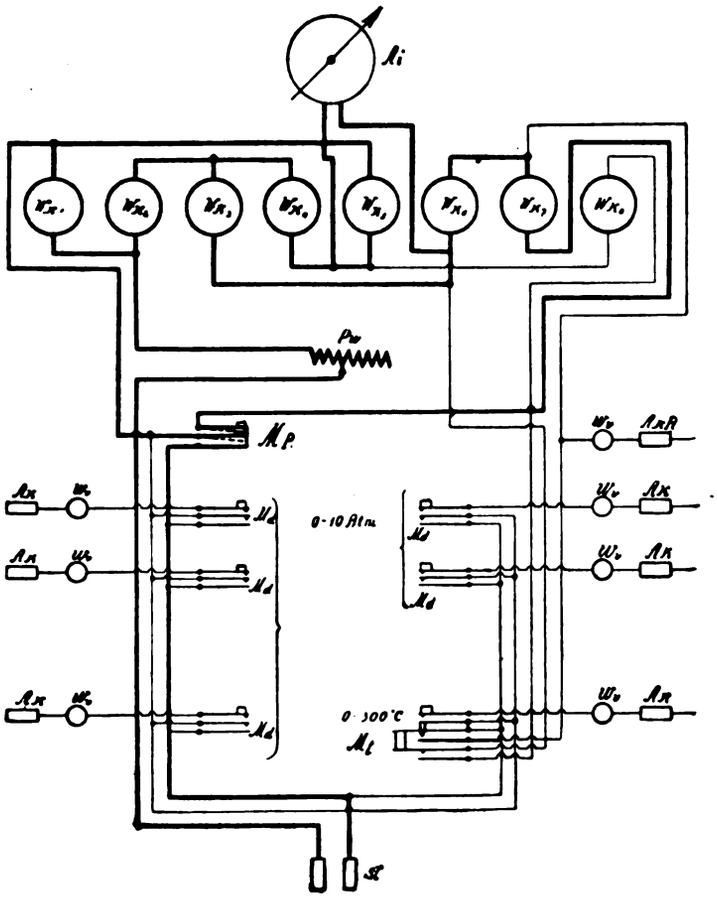


Fig. 7.

An den zu messenden Stellen sind Widerstandselemente in besonderer Armierung eingebaut, welche also eine Temperaturmessung, wie unter I beschrieben, ermöglichen. Da aber einer bestimmten Temperatur ein ganz bestimmter Druck innerhalb der Sättigungsgrenze entspricht, so ist die Skala des Anzeigeinstrumentes im Kesselhause eben nicht in Temperaturgrade sondern mit der korrespondierenden Atmosphärenteilung versehen. Im Jubiläumsspitale Lainz wird an einer Stelle auch die Temperatur gemessen, infolgedessen war es notwendig, das Anzeigeinstrument mit einer Doppelskala für Druck und Temperatur zu versehen. Die Druckskala umfaßt 0 bis 10 Atm., die dem Drucke von 10 Atm. entsprechende Temperatur ist aber nur 179° C und Temperaturen von 0 bis 300° C sollen gemessen werden. Damit nun der Endteilstrich der Druckskala mit jenem der Temperaturskala zusammenfällt, war es notwendig, einen besonderen Widerstand in die Wheatstonesche Brücke bei der Temperaturmessung zu bringen, welcher so abgeglichen ist, daß eben der Endteilstrich der Druckskala 10 Atm. identisch ist mit jenem der Höchsttemperatur von 300° C. Dies geschieht dadurch, daß am Umschalter eine besondere Meßtaste für die Temperatur vorgesehen ist, deren Konstruktion (Blattfedern mit nach unten gerichteten Kontaktspitzen) diese Umschaltung der Zweigwiderstände ermöglicht. Die Taster für Druckmessung sind ähnlich ausgeführt. Fig. 7 zeigt das Schaltungsschema der Druckmessung des gesättigten Wasserdampfes.

In demselben bedeuten:

A_i Anzeigeinstrument,
W_{k1}, W_{k2}, W_{k3} konstante Brückenwiderstände,
W_V variable Justierwiderstände,
P_W Prüfwiderstand,
M_d Tasten für Druckmessung,
M_t Taste für Temperaturmessung,
M_p Taste für Prüfstellung,
A_{KR} Anschlußklemmen für die Rückleitung von den Widerstandsthermometern,
A_k Anschlußklemmen für die Hinleitung zu den Widerstandsthermometern,
S_t Stromquelle.

Im Schema ist der Stromlauf beim Drücken der Prüftaste M_p besonders hervorgehoben. Das Drücken der Prüftaste M_p hat bekanntlich den Zweck, den Zeiger bis zum Endstrich der Skala am Anzeigeinstrument A_i zum Ausschlag zu bringen, womit eine Kontrolle der richtigen Betriebsspannung der Stromquelle S_t möglich ist. Erreicht man diesen Endausschlag nicht, so kann mit Hilfe des Prüfwidersandes P_w das Einspielen des Zeigers auf den Endteilstrich bewerkstelligt werden und die richtige Betriebsspannung ist einreguliert.

Der Zweck der variablen Justierwiderstände W_v kann mit Rücksicht auf das unter I_2 Fernleitungen Gesagte, als bekannt angenommen werden.

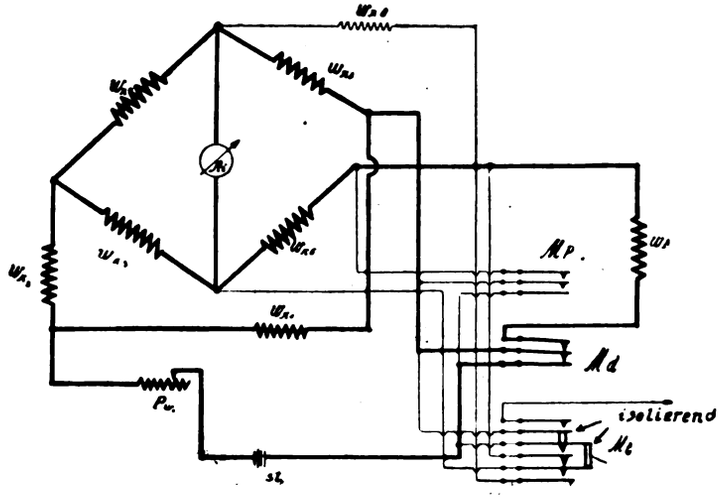


Fig. 8.

In den Fig. 8 und 9 ist der besseren Übersicht halber aus dem Schema der Fig. 7 in Brückenform das Schema beim Drücken einer Druck-

Digitized by Google

bezw. der Temperaturtaste herausgezeichnet und der Stromlauf besonders hervorgehoben. Hiebei sind W_{k3}, W_{k4}, W_{k5} und W_{k6} konstante Brückenwiderstände, W_{k1} und W_{k2} konstante Vorschaltwiderstände. Wie schon bemerkt, erfolgt die Ablesung des Druckes gesättigten Dampfes und der Temperatur mit Hilfe einer Doppelskala auf ein und demselben Anzeigeinstrument.

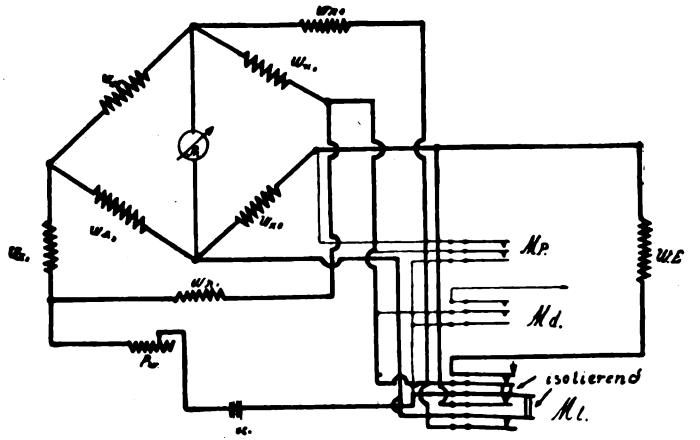


Fig. 9.

Unter unveränderten Widerstandsverhältnissen in der Brücke würde die Temperaturskala nahezu doppelt so groß mit der Druckskala sein, was natürlich vermieden werden muß. Da alle Brücken- und Vorschaltwiderstände konstant sind, so kann die gleiche Länge der beiden Skalen nur dadurch erreicht werden, daß das Galvanometer bei der Temperaturmessung von einem entsprechend schwächeren Strom durchflossen wird. Zu diesem Zwecke ist der konstante Widerstand W_{k8} als Nebenschluß zum Galvanometer gelegt und so abgeglichen, daß eben die gleiche Länge der Skalen erzielt ist.

Beim Drücken der Drucktaste M_d ist selbstverständlich der Widerstand W_{k8} ausgeschaltet.

Die für Fernheizanlagen besondere Konstruktion der Widerstandselemente, welche also an jenen Stellen montiert werden, wo die Druck- bezw. Temperaturmessung erfolgen soll und welche mit der Anzeigezentrale (Kesselhaus) durch die Fernleitung in Verbindung stehen, geht aus Fig. 10 hervor.

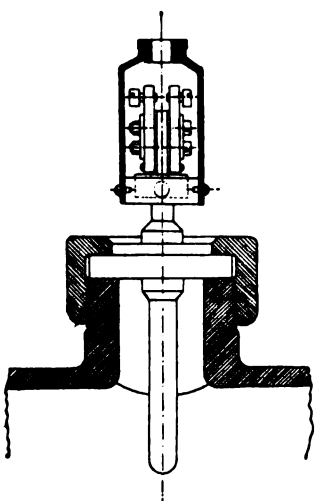


Fig. 10.

Die Quarzglasrohre mit der eingeschmolzenen Platinspirale befinden sich in einer Stahlrohrmontierung. Dieses Stahlrohr besitzt einen aufgeschweißten Metallbund, der, wie aus der Figur hervorgeht, durch eine Überwurfsmutter gegen die Auflageflächen des Rohreinbaustückes gepreßt wird, wodurch eine genügend sichere Abdichtung erreicht wird.

Die Anschlußklemmen, welche mit dem Ende der Platinspirale in Verbindung stehen, sind durch eine besondere Blechhülle, welche in Schnitte gezeichnet ist, vor mechanischen Beschädigungen geschützt.

Wie schon im Abschnitt I, 2 (Fernleitungen) bemerkt, werden bei derartigen Anlagen, wo es sich um viele und lange Zuleitungen handelt, dieselben in Kabeln vereinigt.

Fig. 11.

In der Fernmeldeanlage im Jubiläumsspitale sind mit Rücksicht auf die langen Leitungswege im Sinne der im Abschnitt I, 2 gemachten Mitteilungen relativ größere Kupferquerschnitte von 6, 4, 2·5 und 1·5 mm² zu einem Kabel vereinigt. Die einzelnen Adern sind mit einer Faserstoffschichte umgeben und verdrillt, das Ganze ist in einem nahtlosen Bleimantel eingehüllt, der wieder von einem imprägnierten Faserstoff umgeben ist. Eine Bandeisenumhüllung, in welche eine imprägnierte Juteeinlage gelegt ist, schützt das Kabel vor mechanischen Beschädigungen. Das Kabel ist in halber Manneshöhe an den Seitenwänden der Fernheizkanäle durch Schellen in Abständen von 1 m befestigt. Dort wo vom Kabel die Zuleitungen zu den Apparaten in den Reduzierstationen abzweigen, sind Kabelköpfe angebracht. Den größten Kabelkopf zeigt Fig. 11 im Kesselhause. In demselben führen die Enden aller Adern zu Anschlußklemmen, welche mit in Peschelrohr verlegten gummiisolierten Drähten zu den einzelnen Apparaten an der Zentralablesestelle führen. Der Kabelkopf ist mit einer Isoliermasse ausgegossen und besitzt eine Hartgummiplatte, auf welcher die erwähnten Anschlußklemmen montiert sind.

(Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Moderne Kondensationsanlagen für Dampfturbinen. W. Koeniger. Der Verfasser verweist einleitend auf die diesbezüglichen Arbeiten Josses*) und bespricht einige ausgeführte Kondensationsanlagen von Dampfturbinen, die in dieser Zeitschrift bereits an anderen Orten beschrieben wurden. Allen diesen Anlagen ist als Organ zur Beförderung des Kondensators und des Kühlwassers eine Kreiselpumpe gemeinsam. Beide werden entweder getrennt durch Elektromotor oder Kleindampfturbine angetrieben, oder es erfolgt in den meisten Fällen der Antrieb beider auf einer gemeinsamen Grundplatte befindlichen Kreiselpumpen durch ein und dieselbe Antriebsmaschine. Die Luftabsaugung erfolgt fast ausschließlich durch Wasserstrahl. Die Geschwindigkeit die der Wasserstrahl zur Beförderung des Dampf- und Luftgemisches erhalten muß, empfängt er durch Ausströmen aus einer Düse, oder durch ein Schleuderrad. Bei Verwendung einer Düse können große Wassermengen mit kleinen Geschwindigkeiten (25 m/Sek.), oder kleine Wassermengen mit großen Geschwindigkeiten (60 m/Sek.) verwendet werden. Im ersteren Falle ist keine besondere Pumpe für den Düsenapparat nötig, da das ganze Kühlwasser bereits durch die Kühlwasserpumpe gefördert wird. Abweichend von diesen Konstruktionen ist eine vom Verfasser beschriebene Oberflächenkondensations-Anlage der Firma Brown Boveri & Co. A. G., bei der behufs Luftabsaugung durch eine besondere Beaufschlagungspumpe eine kleinere Wassermenge mit großer Geschwindigkeit durch einen Strahlapparat hindurch gedrückt wird. Die Beaufschlagungspumpe kann eine besondere Kreiselpumpe sein, oder eine Stufe der Kühlwasserhauptpumpe selbst bilden. Der Strahlapparat bildet einen besonderen von den übrigen Teilen der Kondensation unabhängigen Bestandteil und setzt den Aufschlagsdruck in Geschwindigkeit um. Das Wasserluftgemisch wird entweder durch ein konisches Austrittsrohr ins Freie, oder in den Kühlwassersaugtank zurückgeleitet. Der Antrieb des Kreiselpumpensatzes kann entweder durch einen Elektromotor, durch eine Dampfturbine oder durch Elektromotor und Dampfturbine erfolgen. Bei Turbinenantrieb werden ein oder zwei Curtisräder verwendet, die mit Frischdampf betrieben werden. Im Falle der Verwendung einer Dampfturbine und eines Elektromotors zum Antrieb des Pumpenaggregates ist eine automatische Umschaltung von Motor auf Turbine und umgekehrt behufs höherer Betriebssicherheit vorhanden.

(„Z. f. d. gesamte Turbinenwesen" vom 10. u. 30. 6. 1914.)

Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger.

Kraftgaserzeugung mit Gewinnung von Nebenprodukten. H. R. Trenkler. Die Tatsache, daß Großgasmaschinen im Gegensatz zu ihrer Verbreitung in Hüttenwerken eine verhältnismäßig geringe Verwendung in Elektrizitätswerken gefunden haben, wird damit begründet, daß die Ökonomie der Gaserzeugung nicht immer sehr günstig ist und sich nur bei sehr niedrigen Brennstoffpreisen verbessert. Es werden die Gestehungskosten von je 1000 WE in den verschiedenen Brennstoffen betrachtet und es ergibt sich, daß die Verwendung von Generatorgas im Wettbewerb in Dampfzentralen ausscheidet, wenn nicht besondere Umstände zu gunsten des Kraftgases sprechen. In Hüttenwerken hingegen, wo Hoch- und Koksofengas als Nebenprodukt gewonnen werden, stellen sich die Verhältnisse viel günstiger. 1000 WE würden nämlich im Dampfbetrieb auf 0·2982, im Kraftgasbetrieb auf 0·324 und im Hüttenwerk auf 0·1857 Pfg. für Hochofengas und auf 0·16 bis 0·22 Pfg. für Koksofengas zu stehen kommen.

Die elektrischen Zentralen der Hüttenwerke arbeiten also dann rentabel, wenn Gas als Nebenprodukt gewonnen wird und zu einem Preis verrechnet wird, der etwa dem von 1000 WE in der rohen Kohle entspricht; im Mittel können etwa 0·25 Pfg. pro 1000 WE als Grenze der Überlegenheit von Gas- gegenüber dem Dampfbetrieb gelten. Für die außerhalb der Kohlenreviere liegenden Zentralen, insbesondere Überlandzentralen, kommt hingegen der Gasmaschinenbetrieb normal nicht in Betracht.

Dagegen verdienen jene Gaserzeugungsarten, bei denen die Gewinnung von Nebenprodukten eine Rolle spielt, besonderes Interesse. Bei dem nach Dr. L. Mond benannten Mondgasverfahren ist die Gewinnung von Ammoniumsulfat und Teer von Bedeutung, die sich bei der Destillation der Brennstoffe bilden. Bei einem Dampfzusatz von 700 bis 1050 g/m³ Luft läßt sich die Ausbeute an Ammoniak bis auf 65 bis 75% des Brennstoffstickstoffs steigern. Das in besonderen Gaserzeugern unter Verwendung von überhitztem Dampfluftgemisch gebildete Mondgas hat etwa 1350 WE als unteren Heizwert. Es werden nun eine Mondgasanlage in ihren einzelnen Teilen sowie der Weg und die Behandlung, den das Gas vom Erzeuger bis zur Maschine durchzumachen hat, ausführlich beschrieben und die beim Betrieb von Mondgasanlagen mit verschiedenen Brennstoffen erzielten Resultate an der Hand einer Tabelle näher erläutert. Für Deutschland kommen insbesondere Braunkohle und Torf in Frage.

Die Anlage der österreichischen Mannesmannröhrenwerke in Komotau verarbeitet eine minderwertige Braunkohle von 2700 bis 3000 WE und hat im letzten Vierteljahr 27·8 kg/t Sulfat bei 0·86% N in der Trockenkohle sowie eine Rohteerausbeute von 151 kg/t Trockenkohle ergeben. Durch diese Nebengewinnung sind Tilgung und Verzinsung der Anlagekosten mit 15% gedeckt. Das Gas ist von sehr guter Beschaffenheit.

Für das Mondgasverfahren ist auch Torf besonders geeignet, da dieser einen hohen Stickstoffgehalt (1·5 bis 3%) besitzt; dagegen sind die Torfgewinnungskosten noch sehr hoch; sie betragen Mk. 7 pro t absolut trockenen, Mk. 5 pro t lufttrockenen Torf mit 25 bis 30% Feuchtigkeit, in welchen Preisen Mk. 1 bis 1·50 für den Transport enthalten sind. Für den Gaserzeugungsbetrieb ist ein Feuchtigkeitsgehalt von 35% am vorteilhaftesten.

Unter der Annahme der für deutsche Moore gültigen Verhältnisse würde sich bei einer Torfgasanlage mit Nebenausbeute die kWh auf zirka 0·2 Pfg. und ohne die letztere auf 1·1 Pfg. stellen, so daß im ersten Fall 18% des zu investierenden Kapitals bezw. 25% des notwendigen Mehraufwandes gegenüber einer einfachen Saug- oder Druckgasanlage als Ersparnis resultieren. Unter normalen Brennstoffverhältnissen bietet somit das Mondgassystem große ökonomische Vorteile und schafft die Verwendungsmöglichkeit von Großgasmaschinenbetriebe in solchen elektrischen Zentralen, die nicht, wie jene von Hüttenwerken, das Kraftgas als Nebenprodukt erhalten. (E. T. Z. Heft 24, 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Ein neues Verfahren zur Prüfung von Transformatoren gibt A. E. Clayton an. Das von Sumpner und Kapp angegebene Differentialprüfverfahren beruht auf der Verwendung eines Hilfstransformators, welcher zur Deckung der Verluste in beiden Haupttransformatoren bezw. der Spannungsdifferenz zwischen Haupt- und Hilfstransformatoren dient und von einem besonderen Stromkreis gespeist wird. Bei der von Clayton angegebenen Methode ist nur ein Stromkreis erforderlich, mit einem regulierbaren Widerstand (an Stelle des Hilfstransformators). Die Schaltung ist in Fig. 1 dargestellt. Die beiden Sekundärwicklungen B, C sind parallel an den Niederspannungskreis angeschlossen, während die beiden Primären in Reihe und gegeneinander über einen Regulierwiderstand geschaltet sind. Die Stromstärke in diesen Wicklungen hängt von der Spannung in beiden Sekundären und der Streuimpedanz der Transformatoren bezw. der Impedanz der Widerstandsverbindungen zwischen a und b ab. Die scheinbare Leistung in VA wird aus dem Produkt Primärstrom × Sekundärspannung erhalten und die Stromstärke so eingestellt, daß bei einem Übersetzungsverhältnis 1:10 die erforderliche Leistung ein Zehntel der Volleistung ist usw.

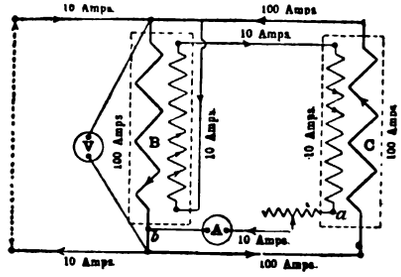


Fig. 1.

Die Wirkungsweise ist folgende: Transformator B arbeitet spannungserhöhend mit der gleichen Temperatur wie unter normaler Belastung, während C die Spannung herabsetzt und über die Niederspannungswicklung auf B zurückarbeitet und daher eine etwas höhere induzierte Spannung besitzt; die Kupferverluste sind in beiden Transformatoren gleich, die Differenz der Stromstärken vernachlässigbar. Zur Bestimmung des Wirkungsgrades werden zwei Wattmeter verwendet, von welchen eines W_1 mit der Stromspule in den Hauptstromkreis bei B, der Spannungswicklung bei V angeschlossen ist, während das zweite W_2 mit der Hauptspule in Reihe mit dem Amperemeter, mit der Spannungsspule zwischen a und b geschaltet wird, daher die Verluste im Amperemeter und Widerstand angibt. Die Differenz $W_1 - W_2$ gibt dann die gesamten Verluste (samt den Instrumentenverlusten) an; die übrigen Verluste verteilen sich gleichmäßig auf beide Transformatoren. Vergleichende Versuche an zwei gleichen 2 kW, 200/50 V-Transformatoren mit der üblichen Kurzschlußmethode und dem neuen Verfahren zeigten eine nahezu vollständige Übereinstimmung der Ergebnisse.

(The Electr., 10. 7. 1914.)

Eine Methode zur exakten Bestimmung von Kontaktdifferenzen im Vakuum. W. Schottky, Steglitz. Die Versuche, die Richardson über den Austritt von Elektronen

*) Siehe E. u. M. 1914, Heft 32, Seite 683.

Digitized by Google

aus glühendem Platin angestellt hat, haben gezeigt, daß bei Anlegung schwacher Gegenfelder der übergehende Strom ein ungemein empfindliches Reagens für kleine Potentialänderungen der Auffangelektrode darstellt. Die Ausdrücke, die den übergehenden Strom mit dem Übergangspotential verknüpfen, sind sowohl für parallele Elektroden, für einen dünnen Glühdraht in einem koaxialen Zylinder und für einen kurzen Glühdraht im Zentrum einer hinreichend großen Kugel bekannt. Der Zusammenhang ist ein solcher, daß einer Potentialänderung von $^1/_{100}$ *V* eine Stromänderung von 6% entspricht. Da man nun ohne experimentelle Schwierigkeiten Ströme von 10^{-7} bis 10^{-6} *A* verwenden kann, so entspricht einer Potentialänderung von 10^{-4} *V* eine Stromänderung um $^6/_{100} \times 10^{-7}$ bis $10^{-6} \sim 10^{-8}$ *A*, eine Stromstärke, die auch mit einem ziemlich unempfindlichen Galvanometer noch gemessen werden kann. Schottky beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren, um auf Grund des Zylinderausdruckes die Kontaktdifferenz zwischen Glühdraht und Zylinder zu messen. Durch Einsetzung von Zylindern aus verschiedenem Material ergibt sich die Kontaktdifferenz für verschiedene Metalle. In der Vakuumröhre *R* befindet sich der von starken Zuführungen getragene Glühkörper *G* (etwa ein Wolframdraht), dessen Widerstand so gering ist, daß beim Heizstrom der Batterie *B* der Potentialfall von einem Ende zum andern nur wenige Volt beträgt. Der Glühkörper befindet sich überdies in einem fest in die Röhre eingesetzten Zylinder *Z* aus beliebigem Metall. Die Metalle, deren Kontaktdifferenz untersucht werden soll, sind in Gestalt von untereinander verbundenen Sektoren auf der Scheibe *SS* befestigt, die an einer in einem Schliff eingekitteten Metallstange drehbar ist. Zur Vermeidung von Reflexion sind diese Sektoren mit passenden Bohrungen versehen, die den Zylinder *Z* zu einem Hohlraum mit glatten Wänden ergänzen. Der Zylinder *Z* und die Scheibe *SS* werden getrennt zu einem stromdurchflossenen Abzweigwiderstand *r* abgeleitet, dessen positives Ende mit dem negativen Ende des Glühdrahtes verbunden ist, wobei beide Ableitungen über das Differentialgalvanometer *D* führen und an derjenigen Leitung, durch welche der stärkere Strom abfließt, noch ein variabler Nebenschluß *N* parallel zur Galvanometerspule liegt. An der Austrittsstelle der Ableitungen vom Zylinder und der Scheibe ist zwischen beide ein Präzisionsmillivoltmeter *V* — das einzige wirkliche Meßinstrument der Anordnung — gelegt, dessen Widerstand groß gegen den des Galvanometers *D* sein muß. Die Messung erfolgt in der Weise, daß zunächst ein Sektor (*A*) über dem Zylinder *Z* eingestellt wird und der Heizstrom und die Kontakte *z* und *s* so reguliert werden, daß, nachdem durch passende Einstellung von *N* der Ausschlag im Galvanometer zum Verschwinden gebracht ist, eine möglichst kleine Verschiebung von *s* einen möglichst großen Ausschlag der Galvanometernadel hervorruft. Der Ausschlag des Voltmeters, V_A wird abgelesen. Dann dreht man bei ungeändertem Heizstrom den nächsten Sektor (*B*) über den Zylinder, der mit einer gleichen Bohrung versehen und zur Achse ebenso justiert ist wie *A*, reguliert *s* so, daß wiederum der Galvanometerausschlag verschwindet und liest die Stellung V_B des Voltmeters ab. $V_A - V_B$ ist dann die Kontaktdifferenz zwischen *A* und *B*.

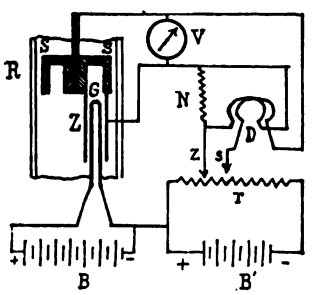


Fig. 2.

(Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 10, 1914.)

Elektrische Beleuchtung.

Scheinwerfer, System Beck. W. Wedding beschreibt die von H. Beck in Meiningen angegebene Anordnung eines Scheinwerfers, der eine halbe Milliarde Kerzen zu entwickeln vermag. Bei den bisher für Scheinwerfer verwendeten Flammenbogenlampen ist die lichtgebende Stelle zu sehr ausgedehnt, wodurch die Streuung und die Wirkung des Scheinwerfers beeinflußt wird. Bei dem neuen Scheinwerfer wird der Lichtquelle bei möglichst kleiner Gesamtfläche eine größere spezifische Flächenhelligkeit gegeben. Es werden für Scheinwerferlampen von 150 *A* Effektkohlen von nur 16 mm Durchmesser für die horizontal liegende positive Elektrode verwendet, der eine 11 mm starke negative Steinkohle schräg nach oben geneigt gegenübersteht. Die beiden Kohlenenden werden von außen durch eine Spiritusflamme erwärmt; durch die Abgase der Flamme werden aber die Kohlenenden dunkelrot, also eher abgekühlt; die elektrische Energie beschränkt sich zumeist auf die positive Kohle, deren Krater sich sehr tief einbrennt und eine bedeutend höhere Erhitzung erhält. Die Lampe braucht 75 bis 80 *V* Spannung, also mehr als die bisher üblichen Flammenbogenlampen; dabei ist das Licht gleichmäßiger und ruhiger.

Die Kohlen rotieren während des Brennens um ihre Achse. Damit der Krater stets im Brennpunkt verbleibt, dient ein elektromagnetischer Vorschubmechanismus, der durch die Widerstandsänderungen einer Selenzelle beherrscht wird, die vom Krater bei Abweichungen von der Lage im Brennpunkt belichtet wird.

Vergleichende Messungen im Laboratorium haben 100 000 bis 150 000 *HK* Lichtstärke gegeben, gegen 30 000 bis 35 000 *HK* bei den bisher verwendeten Scheinwerfern. Messungen in größeren Entfernungen mit 1100 mm Parabolspiegeln zeigten folgendes:

	System Beck	Gewöhnl. Type	System Beck	Gewöhnl. Type
Entfernung in Metern . . .	2073	2073	8400	8400
Beleuchtungsstärke für den Mittelstrahl in Lux . . .	100	20	3·8	—
Beleuchtungsstärke für den Seitenstrahl in Lux . . .	10	10	0·6	—

Der neue Scheinwerfer leistet also fünfmal so viel wie die bisherige Type. Aus dem Wert von 100 Lux bei 2073 m ergibt sich unter Berücksichtigung der Luftabsorption eine Lichtstärke von einer halben Milliarde Kerzen. (E. T. Z. Heft 32, 1914.)

Überdruck-Bogenlampe. Wie wir einer Notiz in der E. T. Z. entnehmen, hat Prof. Lummer Bogenlampen bei erhöhtem Druck untersucht, wobei eine höhere Temperatur im Krater auftritt, und zwar war die Temperatur 7500° abs. bei 20 Atm. und 18facher Flächenhelligkeit; bei einer unter normalem Druck brennenden Lampe ist die Temperatur 4200° abs. Die neue Lampe gibt also eine 18mal größere Lichtmenge. Es ist abzuwarten, ob auf diesem Wege eine für die Praxis verwertbare Bogenlampe wird geschaffen werden können, welche an Wirtschaftlichkeit alle bisherigen Lichtquellen übertreffen würde.

Telegraphie und Telephonie.

Ausnutzung von zwei Doppelleitungen zur Bildung von vier Stromkreisen für Fernsprechzwecke. J. G. Hill. Bekanntlich kann aus zwei Doppelleitungen, die entsprechend mit Pupinspulen belastet sind, ein dritter Stromkreis, eine sogenannte Viererleitung für Fernsprechzwecke gebildet werden, was in letzter Zeit schon vielfach bei Unterseetelephonkabeln praktisch Anwendung gefunden hat. Daß in der Theorie die zur Viererleitung kombinierten Drähte noch zur Herstellung eines vierten Stromkreises unter Zuhilfenahme der Erde als Rückleitung ausgenutzt werden können, war ebenfalls schon lange Zeit bekannt. In einem englischen Patente Nr. 231 vom Jahre 1882 wird von F. Jacob eine derartige Leitung jedoch bloß für Signalzwecke und nicht zum Telephonieren vorgeschlagen. Für die Abwicklung von Telephongesprächen sind derartige „Phantom"-(Schein)-Leitungen wegen der Gefahren des Mitsprechens (Überhörens) und des Auftretens von Erdgeräuschen niemals verwendet worden. Die Fortschritte des Telephonwesens in den letzten Jahren machen nunmehr auch die Verwendung derartiger „Phantom"-(Schein)-Leitungen für die Abwicklung von Telephongesprächen möglich, wenngleich ihr Verwendungsgebiet naturgemäß beschränkt bleibt. Und zwar sind es vor allem zwei Umstände, welche derzeit die Bildung von zwei Scheinleitungen aus zwei Doppelleitungen ermöglichen: erstens die Fortschritte im Einbau von Pupinspulen und zweitens die Tatsache, daß bei dem gegenwärtigen Stande der Fernsprechtechnik für derlei Zwecke vollkommen entsprechende, abgeglichene Transformatoren gebaut werden können. Bei der vom Verfasser durchgeführten Überprüfung der elektrischen Verhältnisse der in letzter Zeit vom „Post Office" in England gelegten Telephon-Unterseekabeln mit zwei Doppelleitungen und der daraus gebildeten Viererleitungen ergab sich, daß die mit Hilfe der Erde gebildete zweite Scheinleitung ohne Einbau weiterer Spulen als mit Selbstinduktion vollkommen entsprechend belastet angesehen werden kann. Da diese Kabel, solange kein Fehler auftritt, den Vorteil stets gleichbleibender, also durchaus konstanter elektrischer Eigenschaften aufweisen und da induktive Störungen durch andere Seekabel nur bei mangelhafter Erdung im Kabelhause zu erwarten sind, schien es der Mühe wert, praktische Versuche in dieser Richtung vorzunehmen, die auch von einem gewissen Erfolge begleitet waren.

An die vier Stromkreise des Kabels können entweder vier oder drei Freileitungen angeschaltet werden. In letzterem Falle wird der vierte Stromkreis bloß für den Sprechverkehr von Kabelende zu Kabelende ausgenutzt. Für einen verläßlichen und sicheren Sprechverkehr ist der Anschluß aller vier Stromkreise an Freileitungen vorzuziehen, da es beim Anschluß von nur drei Freileitungen an die Stromkreise des Kabels unter Umständen schwer fällt, das erforderliche elektrische Gleichgewicht in allen Leitungen zu erhalten. In allen Fällen ist ein vollkommener Abschluß der Freileitungen von den Kabelleitungen mit Hilfe von Transformatoren erforderlich, so daß völlig voneinander getrennte Stromkreise vorliegen. Werden Transformatoren verwendet, so erfolgt in denselben eine Abdrosselung der in den Freileitungen hervorgerufenen Induktionsstörungen,

Digitized by Google

während im Falle einer metallischen Verbindung einzelner Stromkreise miteinander, die Induktionsströme, den mit der Erde in Verbindung stehenden Stromkreis im Kabel derart beeinflussen, daß er unter Umständen unverwendbar wird. Die Charakteristik des geerdeten Stromkreises sinkt auf etwa ein Achtel derjenigen, welche die Doppelleitung im Kabel aufweist. Es müssen daher zum Anschluß dieser geerdeten Scheinleitungen an die Freileitungen eigene Transformatoren mit je zwei in Serie geschalteten Wicklungen sowohl für die Kabel- als für die Freileitungsseite verwendet werden. Die Leistung einer derart geerdeten Scheinleitung ist etwas geringer, als die der Stammleitungen. Vor allen ist es der effektive Widerstand der stark mit der Frequenz zunimmt und weit größer ist, als bei Doppelleitungen. Bei 800 Perioden beträgt die Widerstandszunahme 20%. Zurückzuführen dürfte sie auf Wirbelstromverluste in der Kabelhülle sein. Außerdem treten an den Enden der Scheinleitungen Reflexionsverluste auf, die nicht ganz vermieden werden können. Nach den bei den vorgenommenen Sprechversuchen erzielten Erfolgen ist es kaum zweifelhaft, daß die Möglichkeit besteht, aus einem Kabel mit zwei Doppelleitungen vier Stromkreise für Fernsprechzwecke zu bilden.

(The Post Office Electrical Engineers Journal, Juli 1914.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Antenne für Freiballons. Dr. P. Ludewig. Während bisher auf Freiballons nur Empfangsapparate angebracht waren, versuchte man auch Sendestationen auf den Luftfahrzeugen anzuordnen. Durch Versuche zwischen zwei Freiballons könnte man dann die Abhängigkeit der Empfangsstromstärke von Tages- und Nachtzeit unbeeinflußt vom Erdboden untersuchen. Eine für Sendezwecke geeignete Antenne besteht in ihrem unteren Teil aus einem vom Korb herabhängenden 100 m langen Draht von 0·8 mm Stärke. Als oberer Antennenteil dient ein Drahtkreis, der an sechs Bindfäden mittels Porzellanisolatoren angehängt wird, wobei die Bindfäden am Äquator des Ballons gleichmäßig verteilt herabhängen. Außer dieser wurde noch die gewöhnliche Empfangsantenne an einem Ballon angebracht, bestehend aus einem um den Äquator des Ballons herumgelegten Drahtkreis der mit dem Empfangsapparat verbunden war, von dem aus ein 100 m langer Draht nach abwärts hing. Vergleichende Empfangsversuche mit beiden Antennen unter Benutzung von 1300 m langen Wellen auf 80 km Entfernung ergaben, daß beide Antennen für den Empfang gleich gut geeignet waren. Demnächst sollen Sendeversuche mit Apparaten der Firma Dr. Erich F. Huth, Berlin, angestellt werden, wobei eine gut eingeschlossene Stoßfunkenstrecke zu verwenden ist und diese nicht während des Steigens des Ballons, wo Gas entweichen kann, in Betrieb gesetzt werden darf. (Antenne, Heft 1, 1914.)

Strahlungslehre.

Über die Intensitätsverteilung von Röntgenstrahlen, die von einer Graphitantikathode ausgehen. W. W. Loebe, Greifswald. Die ersten Versuche über die Intensitätsverteilung der Röntgenstrahlen hat Röntgen selbst in unmittelbarem Anschlusse an die Entdeckung der Strahlen vorgenommen und eine gleichmäßige Verteilung festgestellt. Zu demselben Ergebnisse gelangten Walter und Baßler, während Friedrich und Stark eine ungleichmäßige Intensitätsverteilung fanden. Stark verwendete bereits zu seinen Versuchen eine Röhre mit Kohlenantikathode, deren Strahlen sich für eine derartige Untersuchung besser eignen als die einer Röhre mit Platinantikathode, und Loebe ist seinem Beispiele gefolgt. Die Versuche Loebes führten zu folgenden Resultaten: Die Intensität der Röntgenstrahlen hängt ab von dem Winkel zwischen der Richtung der Kathodenstrahlen und der Röntgenstrahlen. Mit zunehmender Härte der Röhre verschiebt sich das Intensitätsmaximum nach abnehmenden Winkeln im Einklang mit den theoretischen Ableitungen Sommerfelds. Müssen die Röntgenstrahlen eine Metallschicht durchdringen, so verschiebt sich das Maximum der Intensität nach größeren Winkeln, hingegen nach kleineren, wenn eine Glasschicht durchsetzt werden muß. Es beruht dies auf der Art und Weise der Mitwirkung der entstehenden Sekundärstrahlen. Beim Durchdringen von Graphit wandert das Maximum unmerklich bei großer Härte der Röhren, in geringem Maße bei weicheren Röhren, jedoch auch nach größeren Winkeln. Beim Winkel Null Grad ist ein deutliches Intensitätsminimum der Röntgenstrahlen vorhanden. („Ann. d. Phys." Nr. 15, 1914.)

Wirtschaftliches.

Unfälle durch Elektrizität in englischen Betrieben*). Nach dem Berichte des Gewerbeinspektors Ram betrug die Zahl der Unfälle in Elektrizitätswerken und deren Unterstationen im Jahre 1913: Durch nicht elektrische Ursachen 392 (hievon tödlich 7), durch Elektrizität 65 (im Vorjahre 58), davon tödlich 2 (im Vorjahre 4). In anderen (privaten) Werken wurden 29 Unfälle durch Elektrizität verzeichnet (davon 1 tödlich); 46% aller Unfälle entfallen auf Arbeiten an stromführenden Schalttafeln und Leitungen.

Die Unfälle durch Elektrizität in Fabriken verteilen sich in folgender Weise:

Lichtbogenbildung an Schaltern und Sicherungen	73 (tödlich 0)
Verletzungen beim Auswechseln von Sicherungen	35 (tödlich 1)
Kurzschluß an tragbaren Apparaten	66 (tödlich 3)
Ungeschützte Leitungen, Schalter, Sicherungen	42 (tödlich 5)
Arbeiten an stromführenden Leitungen:	
1. Berufspersonen	42 (tödlich 3)
2. Ungeübte Hilfsarbeiter	43 (tödlich 2)
Unfälle bei der Herstellung und Prüfung von Apparaten	66 (tödlich 1)
Unfälle an Kollektoren und Bürsten	10 (tödlich 0)
Verschiedene Ursachen	41 (tödlich 2)
Gesamtzahl	418 (tödlich 17)
Im Vorjahre	283 (tödlich 15)

Die tödlichen Unfälle an tragbaren Apparaten betreffen Handlampen für niedergespannten Wechselstrom mit ungeerdeten metallischen Fassungen, ein Unfall trat bei Kurzschluß eines ungeerdeten Autotransformators für 110/440 *V* ein. Von 20 tödlichen Unfällen ereigneten sich zwei bei Gleichstrom von 220 *V* und 12 bei Wechselstrom unter 250 *V*.

(The Electr., 17. Juli 1914.)

Die Elektroindustrie Englands. Das erste Handelsland der Welt, dessen Außenhandel 29 Milliarden Mark pro Jahr übertrifft, hat sich in letzter Zeit auf dem Gebiete der Elektroindustrie von Amerika und Deutschland den Rang ablaufen lassen. Aus der interessanten Studie über die englische Elektroindustrie, die Dr. W. Koch in „Technik und Wirtschaft" veröffentlicht, entnehmen wir darüber die folgenden interessanten Zahlen.

Durch den Bedarf der britischen Kolonien hat sich die englische Überseeausfuhr in elektrotechnische Artikeln auf 105 Millionen Mark jährlich gehoben; die Amerikas beträgt nur 85 und die Deutschlands nur 75 Millionen Mark. An der Ausfuhr nach den übrigen Ländern ist aber Deutschland mit 45% und England nur mit 25% beteiligt. Die Gesamteinfuhr elektrischer Fabrikate nach England hat 1912 52 Millionen Mark betragen, woran Deutschland mit 34 Millionen beteiligt war. In diesem Jahr gab es 31 Telegraphengesellschaften mit 720 Millionen Mark Kapital und 20 Telephongesellschaften mit 303 Millionen Mark. Die Länge der Seekabel betrug 1911 bei 270 000 km; demgegenüber treten Amerika mit 100 000, Deutschland und Frankreich mit je 40 000 km weit zurück. (Über die Elektrizitätswerke haben wir statistische Daten bereits mehrfach veröffentlicht*).

Tatsache ist, daß London von drei Jahren einen Verbrauch von 110 *kWh* pro Kopf der Bevölkerung aufwies, gegen 310 *kWh* in Chicago, trotzdem die Nähe der Kohlengruben die Entwicklung der Londoner Werke begünstigen sollte. Die 261 im Jahre 1912 bestandenen privaten Werke in Großbritanien hatten ein Kapital von 1105 Millionen Mark; denen stehen 327 kommunale Werke mit 955 Millionen Mark gegenüber. Der Gewinn pro Stammaktie beträgt im Mittel 4·77%. Von den elektrischen Bahnunternehmungen zählt man in diesem Jahr 186 private mit 3430 Millionen Mark und 173 kommunale mit 975 Millionen Mark Kapital; die mittlere Verzinsung war 3·71%.)

Was die Industrie anlangt, so bestanden im Jahre 1913 284 Unternehmungen mit 960 Millionen Mark Aktienkapital; die Produktion war 340 Millionen Mark, der durchschnittliche Gewinn bei 6·2%. Demgegenüber erzeugt Deutschland um 1200, Amerika um 1500 Millionen Mark elektrische Industrieartikel. Es gibt in England 2000 Installateure, viele mit großem Kapital, aber sie stehen nach Ansicht des Verfassers nicht auf einer so hohen Stufe wie die deutschen. (E. T. Z. Heft 27, 1914.)

*) Vergl. E. u. M. 1913, Seite 792.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektromaschinenbau.

Dynamogestell.

Bei elektrischen Maschinen werden bekanntlich die der Ummagnetisierung unterworfenen Eisenkörper aus Blechen mit isolierenden Zwischenschichten zusammengesetzt. Beim Stanzen der Bleche tritt ein Grat auf, der senkrecht aus der Blechebene herausragt und, wenn er besonders stark wird, dazu führt, daß das isolierende Zwischenmaterial

*) Siehe E. u. M. 1914, Seite 191; 1913, Seite 257.

Digitized by Google

überbrückt wird und die Bleche elektrisch miteinander verbunden werden. Gemäß einer Erfindung von Dr. Ing. R. Goldschmidt und F. Walloch in Berlin wird die kurzschließende Wirkung des Grates auf folgende Weise abgeschwächt. Die einzelnen Bleche oder der fertig gepackte Eisenkörper wird mit Schwefelsäure behandelt, die den Grat in einen isolierenden Körper umwandelt. Nach erreichter Wirkung muß die Schwefelsäure durch scharfe Austrocknung oder Neutralisierung auf chemischem Wege beseitigt werden. Man kann auch den Grat durch Verrostung umwandeln, und zwar durch Einwirkung von Wasserdampf und Sauerstoff. (D. R. P. Nr. 274.788.)

Kühleinrichtungen.

Von der Compagnie Générale D'Electricité De Creil in Frankreich rührt eine Kühleinrichtung für Kupferleiter von Maschinen her, die einen großen Strom führen. Die Firma verwendet hohle rechteckige Leiter, die von Luft durchströmt werden. Bei großen Maschinen strömt die Kühlluft von beiden Seiten der Ankerleiter in diese ein und verläßt sie in deren Mitte (Fig. 1). Leiter, welche einen großen Strom führen, erhitzen sich sehr stark, sobald ihre Dimensionen eine bestimmte Größe übersteigen. Die Ursache dieser Erhitzung ist

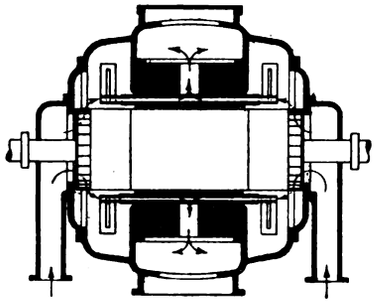


Fig. 1.

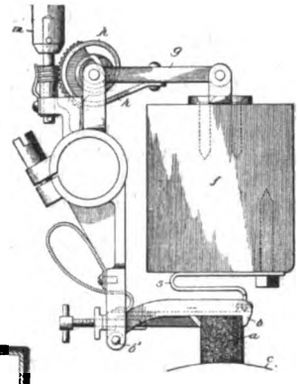


Fig. 3.

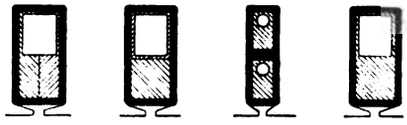


Fig. 2.

die Stromverwerfung oder der Kelvin-Effekt, der in Wechselstromleitern, die in Nuten des aktiven Eisens untergebracht sind, eine Ansammlung des Stromes an der offenen Seite der Nuten bewirkt. Dieser Effekt ist oft so groß, daß an der inneren Seite der Nut gar kein Strom oder sogar ein Rückstrom fließt, besonders dann, wenn mehrere Leiter übereinander liegen. Zur Vermeidung dieses Übelstandes wird ebenfalls gemäß vorliegender Erfindung (Fig. 2) der Hohlraum in den Leitern exzentrisch gegen den Untergrund zu angeordnet. Dabei kann in den Nuten auch ein zusammengesetzter Leiter angeordnet werden.

(F. P. Nr. 462 816.)

Bürstenträger.

Ein neuer Bürstenträger der Rateau Battu Smoot Company in New York ist für schnellaufende Generatoren bestimmt, die von Dampfturbinen direkt angetrieben werden und mit mehreren Tausend Umdrehungen per Minute laufen. In Fig. 3 ist *c* der Kommutator oder der Schleifring und *a* die von einem beweglichen Halter *b* getragene Kohlenbürste. Die Bürste und ihr Träger besitzen geringe Trägheit, so daß die Bürste leicht den Unebenheiten der Kollektoroberfläche folgen kann. Die Feder *s*, welche die Bürste gegen den Kollektor drückt, ist an einem schweren Bleikörper *f* von großer Trägheit befestigt. Der Körper *f* ist an seinem oberen Ende aufgehängt und stützt sich unten gegen die Feder und erhält ihre Spannung auf einem mittleren Wert. Die Feder und die Kohle sollen eine sehr große Schwingungsperiode besitzen, größer als die Rotationsfrequenz des Kollektors. Ferner soll die Feder derart beschaffen sein, daß ihre Spannung stark wächst, wenn sie nur von einer sehr kleinen Exzentrizität des Kollektors komprimiert wird. Durch die beschriebene Anordnung wird ein guter Kontakt zwischen Bürste und Kollektor erhalten, ohne eine besonders große mittlere Pressung der Bürste gegen den Kollektor. (U. S. P. Nr. 1 078 174.)

Kompensationseinrichtungen.

Eine Erfindung von E. F. W. Alexanderson in Schenectady (Ver. St. v. A.) betrifft eine Einrichtung zur Kompensation eines Dreiphasenkommutatormotors. Der Kommutatormotor *A* besitzt eine Armatur *C* (Fig. 4), die mit einem Kommutator *c* versehen ist, auf dem Bürsten *d* schleifen. Der Stator trägt eine Kompensationswicklung *E*, die vollständig der Armaturwicklung äquivalent ist. Jede Phase der Kompensationswicklung umfaßt 120 elektrische Grade. Man sendet nun in die Kompensationswicklung einen Strom, der die gleiche Größe wie der Armaturstrom besitzt, aber in entgegengesetzter Richtung fließt. Zu diesem Zwecke verbindet man die Sekundärwicklung b^2 eines Induktionsmotors *B* mit der Kompensationswicklung *E* und den Bürsten *d* des Kommutatormotors, wie es die Fig. 4 zeigt. Jede Sekundärphase des Induktionsmotors wird mit zwei Schleifringen verbunden. Auf den Schleifringen schleifen Bürsten, an welche die zum Kommutatormotor führenden Leitungen angeschlossen sind. Die mit Hilfe des Induktionsmotors dem Kommutatormotor zugeführten Ströme bewirken eine vollkommene Kompensation.

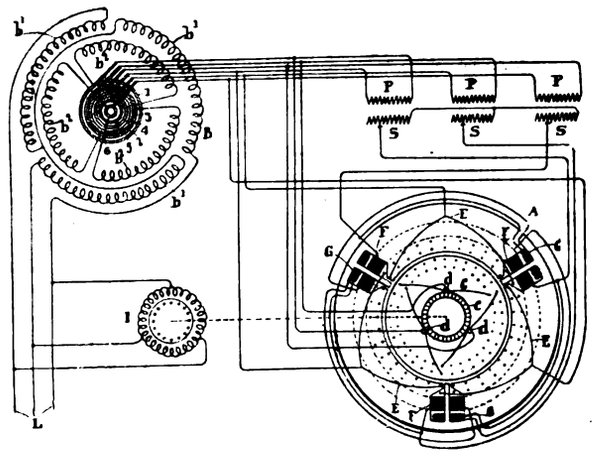


Fig. 4.

Die Nebenschlußwicklung *F* erzeugt ein Erregerfeld, *G* sind Kommutationspolwicklungen in Serie mit *F*. Diese Wicklungen werden von den regelbaren Sekundärwicklungen *S* von Transformatoren gespeist, deren Primärwicklungen *P* an den Sekundärwicklungen des Induktionsmotors liegen. Durch Regelung der Erregung des Kommutatormotors wird seine Geschwindigkeit verändert. Der Kommutatormotor treibt einen Asynchrongenerator *I*, der an denselben Leitungen *L* liegt wie der Induktionsmotor. Dadurch wird die der Sekundärwicklung des Induktionsmotors *B* entnommene Energie in elektrische Energie verwandelt, die an die Leitungen *L* abgegeben wird.

(B. P. Nr. 19 517, A. D. 1913.)

Die Phasenverschiebung eines Induktionsmotors kann dadurch kompensiert werden, daß man an seine Schleifringe eine entsprechend erregte Kollektormaschine anschließt. Bei kleinen Maschinen genügt es häufig, die Phasenverschiebung nur bei der am meisten vorkommenden Belastung, zum Beispiel bei Vollast, vollkommen zu unterdrücken. Man hat dann die Möglichkeit, als Kompensator eine Maschine ohne Statorwicklung zu benutzen. Dem Kollektor des Kompensators wird der den Schleifringen des Hauptmotors entnommene Rotorarbeitsstrom zugeführt. Dieser Arbeitsstrom des Motors ist zugleich Magnetisierungsstrom des Kompensators; er bestimmt bei gegebenem, magnetischem Widerstand das Feld und damit die Spannung des Kompensators nach Größe und Phase. Durch eigenartige Ausbildung des magnetischen Kraftlinienkreises kann man dem Kompensator eine Charakteristik geben, vermöge der er auf den Hauptmotor in äußerst günstigem Sinne einwirkt.

Um den Bereich guter Phasenkompensation bei einem in dieser besonderen Art gebauten Kompensation erheblich zu erweitern, wird der Kompensator gemäß einer Erfindung der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) derart ausgebildet, daß er schon bei relativ kleinen Strömen auf dem gekrümmten Teil seiner Charakteristik arbeitet, so daß also schon bei einer relativ kleinen Belastung der Kompensator das Maximum seiner Spannung hergibt. Die Fig. 5 zeigt das Prinzip der Maschine in einem zweiphasigen, zweipoligen Schema. Man sieht, daß der Strom der einen Phase i_1 das Feld

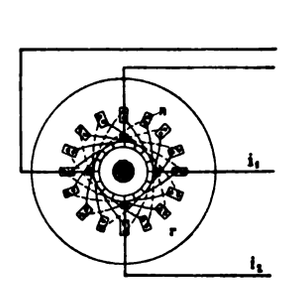


Fig. 5.

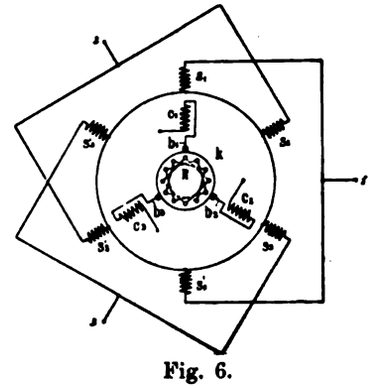


Fig. 6.

der zweiten Phase erzeugt, das räumlich senkrecht zu seiner Wicklungsachse verläuft. Die hohe Sättigung kann zum Beispiel in die zwischen den Nuten stehenbleibenden Zähne oder Stege gelegt werden, ferner auch in das äußere Joch. Man kann auch die Nuten größer machen als zur Aufnahme des Kupfers erforderlich ist und sie je nach Bedarf mit Eisen oder unmagnetischem Material ausfüllen.

(D. R. P. Nr. 275 571.)

Gegenstand einer Erfindung der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) ist eine als Kompensator für einen Induktionsmotor wirkende Maschine, die einen Stator besitzt und dadurch freilaufend ist, daß sie außer als Kompensator mit der Polzahl p_1 gleichzeitig als Induktionsmotor mit einer von p_1 abweichenden Polzahl läuft. Die Fig. 6 zeigt den Fall, daß die Kompensatorwicklungen zweipolig, die Motorwicklungen vierpolig ausgebildet sind. Der Rotor *R* besitzt eine zweipolige, geschlossene Wicklung, welche mit dem Kollektor *K* verbunden ist, auf dem die an die Schleifringe des zu kompensierenden Motors angeschlossenen Bürsten b_1, b_2, b_3 schleifen, und eine vierpolige Kurzschlußwicklung, welche den Sekundärteil für die ebenfalls vier-

Digitized by Google

polige Ständermotorwicklung S_1, S_2, S_3, S_1', S_2' S_3' darstellt. Der Ständer trägt außer der eben genannten Motorwicklung noch die Kompensatorwicklung C_1, C_2, C_3, welche mit den Bürsten b_1, b_2, b_3 in Reihe geschaltet ist und dazu dient, die Amperewindungen des Ankers teilweise zu kompensieren oder zu verstärken. Die Fig. 7 zeigt die Anordnung der Ständer- und Läuferwicklungen in den Nuten. (D. R. P. Nr. 274 548.)

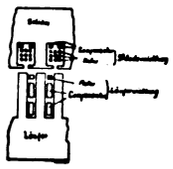


Fig. 7.

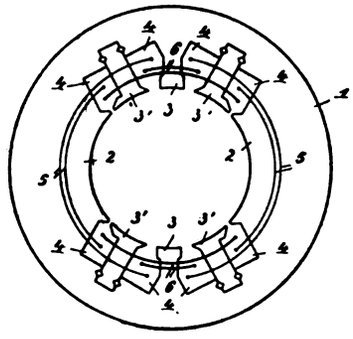


Fig. 8.

Eine Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin bezweckt, durch eine neue Bauart der kompensierten Gleichstrommaschine den Wirkungsgrad derselben zu erhöhen, ihre Windungsanordnung zu vereinfachen und die Herstellungskosten zu vermindern. Die Maschine (Fig. 8) besitzt ein Feldgestell 1 mit ausgeprägten Polen 2. Zwischen diesen liegen die Zähne 3 und 3', welche die Nuten 4 bilden. Sowohl die Erregerwindungen 5 als auch die kompensierenden Windungen 6 sind in mehrere Spulen unterteilt und liegen in sämtlichen Nuten; erstere sind durch die dünn ausgezogenen Linien, letztere durch die stark ausgezogenen Linien dargestellt. Die Schaltung ist beispielsweise so, daß die Erregerwicklung 5 parallel zum Anker 7 und die Kompensationswicklung 6 in Reihe mit beiden liegt. Infolge Unterbringung der Erregerwicklung jedes Poles in mehreren Nuten kann die Tiefe jeder Nut und daher der Außendurchmesser des Feldgestelles kleiner gewählt werden als wenn die Feldwicklung in einer Nut zusammengedrängt wäre. Infolge der Unterbringung der Kompensationswindungen in mehreren Nuten wird die Ankerrückwirkung in der Nähe der Kommutierungsstelle über einen beträchtlichen Bogen aufgehoben. Da aber die Nutenzahl nur gering ist, so ergibt sich eine beträchtliche Kupferersparnis gegenüber einer auf den ganzen Umfang verteilten Kompensationswicklung, um so mehr als gerade die langen Spulen fortfallen und nur die kurzen Spulen bleiben. Sämtliche kompensierenden Windungen zwischen benachbarten Flanken der ausgeprägten Pole umspannen den mittleren Zahn bezw. die mittleren Zähne und erzeugen unter ihnen ein Feld für die Kommutierung.

(D. R. P. Nr. 275 501.)

(Fortsetzung folgt.)

Briefe an die Redaktion.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Redaktion keinerlei Verantwortung.)

Der Hystereseverlust als eine Funktion der magnetischen Dichte und der magnetischen Permeabilität.

An anderer Stelle dieses Heftes zeigt Herr Ball in seinem Aufsatze unter obigem Titel an einem reichen Versuchsmateriale, welches für die verschiedenartigsten Eisenproben gewonnen wurde, daß meine speziell für Eisenbleche aufgestellte Formel:*)

$$P_h/kg = \frac{n \cdot f(\overline{\mathfrak{B}})}{\mu} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1),$$

welche für den Hystereseverlust A_h in Erg/cm³ und Zyklus in die Form

$$A_h = \frac{10^4 \cdot s \cdot f(\overline{\mathfrak{B}})}{\mu} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2)$$

übergeht, wenn s das spezifische Gewicht der Probe bedeutet, nicht zuverlässig ist, weil sie in einer Reihe von Fällen sehr erhebliche Abweichungen von den Versuchsresultaten ergibt und daher ihre Verwendung nur in jenen engen Grenzen möglich ist, innerhalb welcher man die Materialeigenschaften genau kennt.

Ich habe bereits in meiner Erwiderung**) auf den Aufsatz***) des Herrn Gumlich, in welchem (Tabelle I) bei Ringen aus legiertem Bleche sehr erhebliche Abweichungen zwischen den Resultaten des Versuches und der Rechnung nach obiger Formel festgestellt wurden, bemerkt, daß es auf Grund dieses weiteren Versuchsmaterials nicht möglich ist, für die verschiedenen Eisensorten ohne Rücksicht auf Zusammensetzung und Herstellungsweise mit einer Normalkurve das Auslangen zu finden, wenn die Resultate des Versuches mit jenen obiger Formel in entsprechende Übereinstimmung gebracht werden soll. Die Zahl der Eisenblechproben bei meinen Untersuchungen war eine zu geringe, so daß diese Tatsache nicht in die Erscheinung trat.

Bei den von Herrn Ball angeführten Versuchsreihen der einzelnen Eisenproben, welche für verschiedene Induktionen die durch den Versuch und Rechnung (nach Gleichung 1) gefundenen Hystereseverluste wiedergeben (Tabellen I, II, III, IV) und den Versuchsreihen der Proben, von denen in den Tabellen V und VI nur die Mittelwerte der Abweichungen zwischen Versuch und Rechnung angegeben sind, die mir jedoch von Seite der Redaktion zur Einsichtnahme zur Verfügung gestellt wurden*), sind, wie Herr Ball selbst feststellt, die Abweichungen bei jeder einzelnen Versuchsreihe immer im gleichen Sinne**). Scheidet man aus den Tabellen jene Werte aus, welche Induktionen in der Nähe von $\overline{\mathfrak{B}} = 4000$ und insbesondere jene, welche Induktionen über $\overline{\mathfrak{B}} = 15\,000$ entsprechen aus dem Grunde aus, weil die von mir aufgestellte Normalkurve in diesen Teilen mit größerer Unsicherheit behaftet ist, so sind die Differenzen der Einzelabweichungen vom Mittelwerte der Abweichung mit wenigen Ausnahmen nicht mehr sehr groß. Unter diesen Einschränkungen kann man also sagen, daß die Normalkurven, welche an Stelle der einzigen von mir angegebenen Normalkurve zu setzen sind, um für die einzelnen Versuchsreihen eine viel bessere Übereinstimmung zwischen Versuch und Rechnung zu erhalten, Kurven sind, die mit der letzteren einen ähnlichen Verlauf nehmen. Die prozentualen Differenzen dieser neuen Normalkurven zu der einzigen von mir angegebenen sind die durch die Zusammensetzung, Herstellungsweise und Behandlung der Eisenproben hervorgerufenen Verschiedenheiten der Hystereseverluste, die in der Verschiedenheit der Maximalpermeabilität nicht mehr zum Ausdrucke kommen.

Wollte man daher diese Verschiedenheiten der einzelnen Normalkurven graphisch oder rechnerisch bestimmbar machen, dann müßte allerdings einerseits die Zusammensetzung, Herstellungsweise und Behandlung der Eisenprobe und andererseits die Gesetzmäßigkeiten bekannt sein, nach welcher die genannten Faktoren auf die Differenzen zwischen den Normalkurven einwirken.

Einer der wichtigsten Einwirkungsfaktoren hinsichtlich der Zusammensetzung ist bei Eisenblechen besonders die Legierung mit Silizium. Um zu zeigen, in welcher Weise etwa bei Eisenblechen verfahren werden könnte, um den Einfluß der Legierung mit Silizium auf die Normalkurven festzustellen, will ich beispielsweise kurz den Vorgang skizzieren, wie er sich ergibt aus den bereits in meinen früheren Erwiderungen genannten magnetischen Untersuchungen von S. Guggenheim***) an Stahlgußringen, welche in verschiedenen Prozentsätzen (bis zu 5%) mit Silizium legiert waren. Herstellung und Wärmebehandlung war die gleiche. Ihre Zusammensetzung wurde durch chemische Analyse ermittelt. Guggenheim hat nun folgende bemerkenswerte Tatsachen festgestellt:

1. Für gleiche Induktion nehmen mit zunehmendem Si-Gehalt der Legierungen die Hystereseverluste zuerst zu bis etwa in die Gegend von zirka 1·8% Si-Zusatz und nachher erst rasch, dann langsamer wieder ab bis auf kleine Beträge.

2. Die Maximalpermeabilitäten hingegen nehmen mit steigendem Si-Gehalt zuerst ab, bis zirka 1·8% Si-Zusatz, und nachher stark zu.

Es sind also die Kurven der Hystereseverluste (bei gleicher Induktion) und der Maximalpermeabilitäten in Abhängigkeit vom Si-Gehalt Kurven komplementärer Natur. Wenn daher für die Ringe mit verschiedenem Si-Gehalt, jedoch sonst möglichst gleicher Zusammensetzung die gleiche Normalkurve gelten sollte, dann müßte nach Gleichungen 1) und 2) das Produkt dieser komplementären Kurven zur Abszissenachse parallele Geraden ergeben. Dies ist jedoch nicht der Fall, sondern man erhält, wie man sich auf Grund der Guggenheimschen Versuchsresultate überzeugen kann, Kurven, die von der der Abszisse 1·8% Si-Gehalt entsprechenden Ordinate nach beiden Seiten hin abfallen. Es besagt dies, daß für die einzelnen Ringe die Normalkurven sich nach einer bestimmten Gesetzmäßigkeit mit dem Si-Gehalt gegenüber der von mir angegebenen Normalkurve verschieben. Es sei mit p_{Si} der Si-Gehalt der Ringe in Prozenten, also mit $\varphi(p_{Si})$ die Funktion des Verschiebungsfaktors der Normalkurven der Ringe gegenüber der ursprünglichen Normalkurve $f(\overline{\mathfrak{B}})$ bezeichnet. Be-

*) E. u. M. 1913, Seite 738.
**) E. u. M. 1914, Seite 339.
***) E. u. M. 1914, Seite 321.

*) Es konnten wegen Raummangel nicht alle Tabellen aufgenommen werden.

**) Eine Ausnahme bildet nur ein Wert der Tabelle I, bei welcher mit Ausnahme der beiden letzten Werte die Abweichungen überhaupt gering sind.

***) Bulletin des Schweiz. Elektrot. Vereines 1910, Seite 88.

Digitized by Google

rechnet man aus den einzelnen Versuchsdaten*) der Ringe die Werte

$$\varphi(p_{Si})\, f(\overline{\mathfrak{B}}) = \frac{A_h \cdot \overline{\mu}}{10^4 \cdot s}$$

und bildet man aus den, den einzelnen Induktionen entsprechenden Werten für jeden Ring den Mittelwert von

$$\frac{1}{n}\sum_1^n \frac{\varphi(p_{Si})\, f(\overline{\mathfrak{B}})}{f(\overline{\mathfrak{B}})} = \varphi(p_{Si})_{mi},$$

so ergibt sich für diese Mittelwerte ebenfalls eine Kurve, welche von der der Abszisse $p_{Si} = 1{\cdot}8$ entsprechenden Ordinate nach beiden Seiten hin abfällt.

Bei den in nachstehender Analysentabelle angeführten Ringen, deren sonstige Zusammensetzung geringe Verschiedenheiten aufweist,

Ring	Fe %	Si %	C %	Mn %	S %	P %
II	97·800	**1·750**	0·302	0·090	0·010	0·048
XI. . . .	97·329	**2·340**	0·256	0·065	0·009	Spur
XII . . .	96·953	**2·720**	0·170	0·130	0 013	0·014
III. . . .	96·800	**2·820**	0·231	0·090	0·010	0·048
IV. . . .	96·080	**3·600**	0·168	0·090	0·010	0·048
VIII. . .	94·757	**4·789**	0·300	0·130	0·012	0·012

läßt sich diese $\varphi(p_{Si})_{mi}$-Kurve für $p_{Si} \gtrless 1{\cdot}8$ angenähert in der Form

$$\varphi(p_{Si})_{mi} = 0{\cdot}95 - 0{\cdot}145\,(p_{Si} - 1{\cdot}8)^{0{\cdot}66}$$

schreiben, so daß sich mit derselben Annäherung die Normalkurven dieser Ringe durch die Beziehung

$$\varphi(p_{Si})_{mi} \cdot f(\overline{\mathfrak{B}}) = [0{\cdot}95 - 0{\cdot}145\,(p_{Si} - 1{\cdot}08)^{0{\cdot}66}]\, f(\overline{\mathfrak{B}})$$

bestimmen lassen, also die Werte dieser Gleichung in die Gleichungen 1) und 2) an Stelle von $f(\overline{\mathfrak{B}})$ einzusetzen sind.

Während bei Benutzung der ursprünglichen Normalkurve $f(\overline{\mathfrak{B}})$ die Abweichungen im Maximum 42% betragen, sind dieselben für die Einzelwerte bei den neuen Normalkurven unter 10% herabgegangen. Von diesen Abweichungen dürfte ein Teil auf die nicht volle Gleichheit der anderen Beimengungen zurückzuführen sein.

Ich habe diese allerdings nur skizzenhafte Betrachtung deshalb angeführt, um zu zeigen, daß es vielleicht durch ähnliche Untersuchungen möglich sein dürfte, auch bei Eisenblechen den Einfluß der Zusammensetzung auf die Normalkurven bei gleicher Wärmebehandlung festzustellen.

Brünn, den 9. Juli 1914. *Zickler.*

*) Es sind die Hystereseverluste für $\overline{\mathfrak{B}} = 4000 - 12\,000$ angegeben.

Vereinsnachrichten.

Fürsorgeaktion der Regierung zur unentgeltlichen Speisung Arbeitsloser und deren Angehöriger.

Se. Exzellenz der Minister des Innern teilt unserem Vereine mit, daß die Regierung eine umfassende Aktion in die Wege geleitet hat, durch die den hungernden Arbeitslosen aller Berufe und deren Angehörigen der notwendigste Unterhalt unentgeltlich beigestellt werden soll.

Zu diesem Zwecke sollen in Bezirken und Gemeinden, in welchen größere Arbeitslosigkeit herrscht, die dort bestehenden Wohltätigkeitsanstalten und -vereine verschiedenster Art für die Kriegszeit unter materieller Förderung durch die örtlichen Faktoren zu einer einheitlichen Organisation zusammengefaßt werden, der die tägliche, unentgeltliche Ausspeisung der Arbeitsunfähigen (Kinder, Greise, Frauen) und jener Arbeitswilligen, denen die Arbeitsgelegenheit und jede Hilfsquelle fehlt, für die Dauer dieser unverschuldeten Arbeitslosigkeit übertragen werden wird. Zu dem hiefür notwendigen, sehr bedeutenden Aufwande sollen einerseits die in Betracht kommenden Vereine und Anstalten durch Bereitstellung ihrer Mittel für diese während der Kriegszeit in den Vordergrund tretende Aufgabe, andererseits die Regierung durch entsprechende Subventionierung der Organisation beitragen.

Aber all diese Mittel können nicht ausreichen, um die Durchführung dieses Planes so zu sichern, daß alle jene Mittellosen, die arbeitsunfähig sind oder mit bestem Willen keine Arbeit finden können, der in Aussicht genommenen Wohltat teilhaftig werden.

Nicht nur die unter die Waffen Berufenen, auch jene, die durch Jahrzehnte mit allen ihren Kräften am wirtschaftlichen Ausbau und an der Sicherstellung unserer wirtschaftlichen Wehrkraft mitgearbeitet haben, nun aber ohne ihre Schuld brotlos geworden und der bittersten Not preisgegeben sind, haben die Unterstützung der Allgemeinheit reich verdient; nicht minder würdig der tatkräftigen Hilfe und werktätigster Teilnahme sind die hilflosen Greise, Frauen und Kinder.

Jede Stelle, die dazu beiträgt, diese Not zu lindern, wirkt mit, um breite Volksschichten vor dem Äußersten zu schützen, den Fortbetrieb unseres Wirtschaftslebens zu sichern und nicht zuletzt jenen Braven, die für die Ehre und den Bestand des Reiches kämpfen, die Beruhigung zu geben, daß, wer zurückgeblieben, nicht darbt.

Se. Exzellenz der Minister ersucht unseren Verein, die Mitglieder zur Erreichung des dargestellten segensreichen Zieles zu Spenden einzuladen.

Diese Spenden könnten je nach Belieben der betreffenden lokalen Organisation oder aber auch direkt dem Ministerium des Innern (Departement VII, Postsparkassenkonto Nr. 149.633) zugeführt werden. Letzteres hat einen Fonds gebildet, der zur Ausgleichung der bei den Sammlungen in den einzelnen Verwaltungsgebieten sich ergebenden Ungleichheiten dienen soll.

Errichtung eines Kriegshilfsspitales an der k. k. Technischen Hochschule in Wien.

Das Rektorat der k. k. Technischen Hochschule in Wien teilt unserem Vereine mit, daß an dieser Hochschule, gleichwie an der k. k. Universität und an der k. k. Hochschule für Bodenkultur, ein Kriegshilfsspital errichtet werden soll und ersucht, dem geplanten Werke Unterstützungen angedeihen zu lassen sowie in Vereinskreisen für weitere Zuwendungen zu werben. Wir entnehmen dem bezüglichen Aufrufe des Professorenkollegiums:

„Die Technische Hochschule hat, gleich ihren Wiener Schwesteranstalten, sofort nach Kriegsausbruch die Errichtung eines Kriegshilfsspitals in ihren Räumen ins Auge gefaßt und die Genehmigung hiezu vom vorgesetzten Ministerium erhalten.

Es soll der für Spitalszwecke geeignetere und gegen das alte Hochschulgebäude leicht abschließbare Zubau längs der Karlsgasse der Pflege Verwundeter zugeführt werden, welche die benachbarten Hauptspitäler zur Weiterbehandlung abgeben müssen. Durch Räumung der Zeichensäle dieses Traktes läßt sich Platz für 200 Krankenbetten schaffen.

Die bedeutenden Kosten für die Einrichtung des Spitals können von den Professoren und deren Hilfskräften, den Dozenten und den Beamten der Hochschule allein nicht aufgebracht werden, so namhafte Beträge diese auch bereits dafür gezeichnet haben. Noch weniger aber vermag die Hochschule aus eigenen Mitteln die Kosten des Spitalsbetriebes zu bestreiten, die sich monatlich auf K 12.000 belaufen dürften.

Deshalb ruft die Hochschule die Öffentlichkeit auf, ihr bei der Durchführung dieses dem Wohle unserer tapferen verwundeten Krieger dienenden Werkes hilfreich beizustehen. Sie rechnet dabei vertrauensvoll in erster Linie auf Unterstützungen aus technischen und industriellen Kreisen, auf die ehemaligen Hörer, auf die Freunde und Gönner der Hochschule. Aber jede Spende in Geld oder Einrichtungsgegenständen, in Verpflegs- und Verbandmitteln, zumal in Decken, Wäsche, Leinen u. dgl. wird von jeder Seite dankbarst entgegengenommen. Außer der Zeichnung einmaliger Beträge für die Spitalseinrichtung erhoffen wir, daß hinreichend viele sich zur ganzen oder halben Unterhaltung eines Bettes mit K 60 oder K 30 monatlich für die Kriegsdauer verpflichten werden. Die Namen dieser Stifter werden oberhalb der betreffenden Betten sichtbar gemacht. Sie erhalten auch die Bettnummer, so daß sie ihre Schützlinge besuchen können. An Körperschaften, Vereine, Firmen oder wohlhabende Persönlichkeiten ergeht die Bitte, wenn möglich den Unterhaltungsbeitrag für sämtliche Betten eines Zimmers nebst dem Einrichtungsbetrag von K 200 pro Bett zu widmen. Jedes solche Zimmer wird den Namen der Wohltäter tragen.

Wer geben kann und will, sende an das „Kriegshilfsspital der Technischen Hochschule in Wien, IV. Karlsplatz 13". Einzahlungen können auch auf Konto Nr. 149.811 der Postsparkassa erfolgen, wofür Erlagscheine zugesandt werden. Ausrüstungsgegenstände werden an der Hochschule von 9 bis 1 und von 3 bis 5 Uhr übernommen oder auf Wunsch abgeholt. Telephon Nr. 745."

Wir bemerken hiezu, daß unser Verein einen Betrag von K 1000 aus eigenen Mitteln für das Kriegshilfsspital an der Technischen Hochschule gewidmet hat. *Die Vereinsleitung.*

Schluß der Redaktion am 29. September 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507,

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelnhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Straßenbeleuchtung mit Halbwattlampen.
Von Dr. Ing. L. Bloch, Berlin 781
Elektrische Fernmeldeeinrichtungen in Heiz- und Lüftungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Anlage in der Kaiser Jubiläumskrankenanstalt Wien-Lainz. Von Ingenieur Eduard Goldbacher, Wien (Fortsetzung) 786
Rundschau:
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 789
Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger . . 790
Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 790
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 790
Stromverteilung 791
Leitungen 791
Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen 791
Elektrische Apparate 791
Telegraphie und Telephonie 792
Funkentelegraphie und -Telephonie 792
Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen 792
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 793
Strahlungslehre 793
Literatur-Bericht 793
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues:
Elektromaschinenbau (Fortsetzung) 794
Vereinsnachrichten 796
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite 473—476

Das nächste Heft der Zeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau", Nr. 43/44, erscheint am 1. November.

Straßenbeleuchtung mit Halbwattlampen*).

Von Dr. Ing. **L. Bloch**, Berlin.

Seit der ersten Ankündigung der Halbwattlampe auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Breslau im Juni 1913 begegnete diese neue Lampenart einem besonders lebhaften Interesse hinsichtlich ihrer Verwendungsfähigkeit für Straßenbeleuchtung und sie hat in der Zwischenzeit auch schon eine recht große Verbreitung auf diesem Gebiet gefunden. Es dürfte daher am Platze sein, einmal die charakteristischen Eigenschaften der Straßenbeleuchtung mit Halbwattlampen und die bei deren Projektierung und Installation hauptsächlich zu beachtenden Gesichtspunkte näher zu besprechen. Meine speziellen Erfahrungen auf diesem Gebiete beziehen sich auf die Nitralampen der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft. Soweit die folgenden Ausführungen allgemeiner Natur sind, treffen sie natürlich auch auf die anderen Fabrikate von Halbwattlampen zu.

Schon die Hochkerzen-Metalldrahtlampe für 1 oder später 0·8 *W* pro Kerze ist in den letzten Jahren auch für Straßenbeleuchtungszwecke in zunehmendem Maße zur Anwendung gelangt und mit Rücksicht auf die niedrigen Kosten für Bedienung und Lampenersatz an manchen Orten sogar an die Stelle der Bogenlampen mit Effektkohlen getreten, wie dies beispielsweise in Dresden in recht ausgedehntem Maße der Fall war. Die sonst sehr befriedigende Straßenbeleuchtung mit der älteren Hochkerzen-Metalldrahtlampe hat jedoch zwei unbestreitbare Nachteile. Erstens ist ihr spezifischer Effektverbrauch im Vergleich zu demjenigen guter Effektbogenlampen verhältnismäßig hoch; er entspricht in seiner Größenordnung ungefähr dem Verbrauch der Reinkohlen-Bogenlampen für hohe Lichtstärken. Außerdem ist aber auch die Farbe des Lichtes der alten Metalldrahtlampen erheblich weniger weiß und tageslichtähnlich als bei den Bogenlampen; besonders bei Verwendung von Opalglasglocken nimmt ihre Lichtfarbe einen etwas rötlichen Ton an. Diese beiden Nachteile werden nunmehr in der Halbwattlampe gleichzeitig vermieden. Mit ihrem Verbrauch von nur 0·5 *W* pro Kerze erspart sie gegenüber der alten Metalldrahtlampe für 0·8 *W* pro Kerze nahezu 40% an Strom. Die Angabe der Lichtstärke und des spezifischen Effektverbrauches erfolgt bei den Nitralampen genau entsprechend den Bogenlampennormalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker; sie wird auf die hemisphärische Lichtstärke mit Klarglasüberglocke und ohne Außenreflektor bezogen. Andererseits ist auch die Lichtfarbe der Halbwattlampe annähernd ebenso weiß wie bei der Reinkohlen-Bogenlampe und wird auch durch die meist für sie benutzte Opalglasglocke nicht nennenswert beeinträchtigt.

Wenn auch für die Beurteilung einer Straßenbeleuchtung stets in erster Reihe die erzielte Beleuchtung maßgebend sein muß, so spielt doch besonders bei dem Laienpublikum der subjektive Eindruck der Lichtquelle auf das Auge eine nicht zu unterschätzende Rolle. Hiebei sprechen die verschiedensten Gesichtspunkte in mehr oder minder hohem Maße mit. Der eine läßt sich mehr von der Farbe, ein zweiter mehr vom Glanze und ein dritter vielleicht besonders von der Ruhe des Lichtes beeinflussen. Bei dieser rein subjektiven Beurteilung der Straßenbeleuchtung hat die Bogenlampe meistens besser abgeschnitten als die Glühlampe und auch die Metalldrahtlampe. Mit der Halbwattlampe ist es dagegen der Glühlampentechnik gelungen, auch in dieser Hinsicht die Bogenlampe zu erreichen, wenn nicht sogar zu übertreffen.

*) Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung der „Vereinigung der Elektrizitäts-Werke" in Freiburg i./B. am 19. Juni 1914.

Digitized by Google

In der ersten Zeit nach der Einführung der Nitralampe hatte es den Anschein, als ob hier ausschließlich eine Lampe für besonders starke Lichtwirkungen sich erzielen lassen würde, da damals nur die Typen zu 1000 bis 3000 Kerzen für die normalen Gebrauchsspannungen herausgebracht wurden; die Lampen für 600 Kerzen waren nur für 50 bis 65 *V* zu erhalten. Diesen ersten Typen sind aber rasch eine ganze Reihe anderer für geringere Lichtstärken gefolgt. Für 110 *V* gibt es jetzt bereits Lampen zu 200 Kerzen, für 220 *V* solche zu 400 Kerzen. Nitralampen für kleine Lichtstärken bis herab zu 50 Kerzen werden heute schon für niedrige Spannungen hergestellt und können in Reihenschaltung oder bei Wechselstrombetrieb im Anschluß an Kleintransformatoren benutzt werden. So kommt heute die Straßenbeleuchtung mit Nitralampen nicht nur für die Hauptstraßen mit dem stärksten Verkehr sondern auch ebenso schon für die Nebenstraßen von untergeordneter Bedeutung in Frage.

In der nachstehenden Tabelle sind die Straßen in vier Kategorien entsprechend ihrer Bedeutung eingeteilt und für diese ist angegeben, mit welcher mittleren Beleuchtung man ungefähr zu rechnen hat und für welche Lichtstärken die Nitralampen hiebei zu wählen sind; außerdem sind Anhaltspunkte für Aufhängehöhe und Abstand der Lampen beigefügt. Die Angaben für die Beleuchtung beziehen sich auf die mittlere Beleuchtung einer horizontalen Ebene in 1 m Höhe über dem Erdboden, entsprechend den Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Vergleicht man die hier angegebenen und heute üblichen Durchschnittswerte mit solchen aus früheren Jahren, so wird deren Erhöhung auffallen. Man hat sich in den letzten Jahren daran gewöhnt, die Straßen stärker zu beleuchten als dies noch vor etwa zehn Jahren üblich war; durch die bedeutenden Verbesserungen in der Lichtausbeute der Lampen erscheint diese Verstärkung der Straßenbeleuchtung auch ökonomisch berechtigt.

hoch wie möglich anzubringen, berücksichtigte dabei aber nicht, daß hiedurch die Beleuchtung an den hellsten Stellen und die mittlere Beleuchtung der Straße ganz erheblich geschwächt wird. In den letzten Jahren ist man dagegen von der übermäßig großen Aufhängehöhe der elektrischen Lampen mehr und mehr abgekommen und hierauf wurde in den oben angegebenen Werten für die Nitralampen Rücksicht genommen.

Die Ungleichmäßigkeit der Straßenbeleuchtung, das heißt das Verhältnis der Beleuchtungen an der hellsten und dunkelsten Stelle der Straße, ist außer von der Aufhängehöhe und dem Abstand der Lampen auch von der Art der Lichtverteilung der angewandten Lichtquellen abhängig. Außerdem ist die Lichtverteilung auch von Einfluß auf die Ausnutzung des Lichtes und damit auf die Wirtschaftlichkeit der Beleuchtung. Die Nitralampen werden für Straßenbeleuchtung stets in Armaturen angeordnet und mit diesen kann bei richtiger Ausbildung die Lichtverteilung so beeinflußt werden, daß sie allen Anforderungen entspricht. Beispielsweise gibt eine Nitralampe für 2000 Kerzen mit der in Fig. 1 dargestellten Armatur eine Lichtverteilung entsprechend der Fig. 2. Bei dieser

Fig. 1. Nitralampe in Armatur mit Außenreflektor.

Zahlenwerte für die Straßenbeleuchtung mit Nitralampen.

Art der Straße	Mittlere Horizontalbeleuchtung Lux	Lichtstärke der Nitralampe *HK*	Aufhängehöhe m	Lampenabstand in der Straßenrichtung m
Großstädtische Hauptverkehrsstraßen	10—20	2000—3000	7—9	25—45
Hauptstraßen	5—10	600—2000	5—8	30—60
Nebenstraßen mit stärkerem Verkehr	2·5—5	200—600	4·5—6	30—80
Nebenstraßen mit schwachem Verkehr	0·5—2	50—200	3·5—5·5	30—80

Die Lichtstärke der für die verschiedenen Kategorien von Straßen zu verwendenden Halbwattlampen konnte natürlich nur innerhalb ziemlich weiter Grenzen angegeben werden, da die Wahl der Lichtstärke von der Anordnung der Lampen und den Anforderungen an die Gleichmäßigkeit der Beleuchtung in nicht geringem Maße abhängig ist; das gleiche gilt auch von dem Lampenabstand. An Stelle einer Lampe können natürlich auch zwei Lampen von der halben Lichtstärke an einem Mast oder einer Überspannung angewandt werden.

Die Werte für die Aufhängehöhe sind mit Rücksicht auf die Erfahrungen der letzten Jahre niedriger angesetzt, als dies früher bei elektrischen Lampen gebräuchlich war. Man ging früher häufig von dem Bestreben aus, die Beleuchtung an der dunkelsten Stelle der Straße so hoch wie möglich werden zu lassen. Da durch größere Aufhängehöhe eine in den meisten Fällen allerdings nur recht geringfügige Verbesserung der Beleuchtung an den dunkelsten Stellen erreicht wird, suchte man die Lampen so

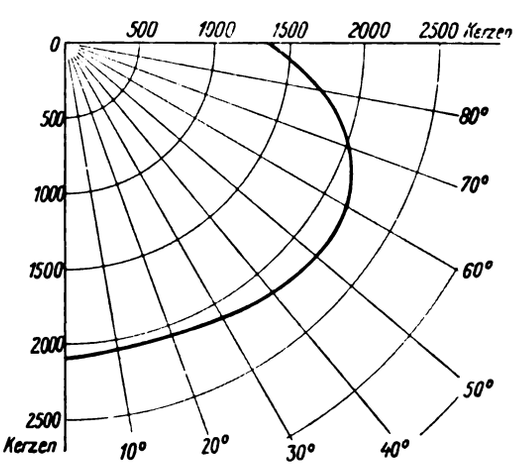


Fig. 2. Lichtverteilung einer Nitralampe für 2000 *HK* in Armatur mit Außenreflektor und Opalglasglocke.

Digitized by Google

Fig. 3. Nitralampe für seitliche Lichtausstrahlung in Armatur ohne Außenreflektor.

Armatur wurde besonderer Wert auf möglichst gute Ausnutzung des Lichtes zur Erzielung einer starken Bodenbeleuchtung gelegt; außerdem wird auch noch so viel Licht seitlich ausgestrahlt, daß eine gute Gleichmäßigkeit der Beleuchtung erreicht werden kann. Wird eine ganz besonders gleichmäßige Beleuchtung verlangt, so kann man eine Armatur ohne Außenreflektor entsprechend Fig. 3 und zudem noch Lampen mit einer Anordnung des Leuchtdrahtes benutzen, bei welcher die Hauptmenge des Lichtes schräg seitlich ausgestrahlt wird. Man erhält dann die in Fig. 4 eingezeichnete Lichtverteilungskurve. Hiebei wird allerdings wegen der geringeren Maximalwerte der Beleuchtung unterhalb der Lampe das Licht nicht ganz so gut ausgenutzt wie im ersten Fall. Man kann auch durch Anwendung besonderer Lampenglocken die seitliche Lichtausstrahlung auf Kosten der nach unten gerichteten noch mehr verstärken; jedoch dürfte hiefür nur in seltenen Fällen ein Bedürfnis vorliegen. Die praktischen Betriebserfahrungen haben gezeigt, daß die

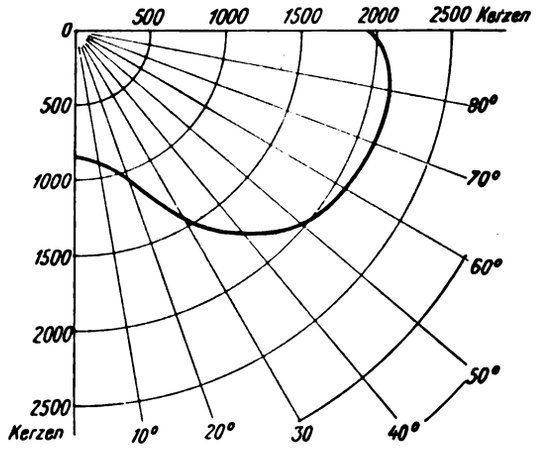


Fig. 4. Lichtverteilung einer Nitralampe für 2000 *HK* mit seitlicher Lichtausstrahlung in Armatur ohne Außenreflektor mit Opalglasglocke.

Gleichmäßigkeit der Straßenbeleuchtung auch nicht zu weit getrieben werden darf. Eine übertrieben gleichmäßige Straßenbeleuchtung ruft nämlich wegen des Fehlens der hellen Stellen trotz großer Intensität leicht den Eindruck einer zu dunklen Beleuchtung hervor. Jedenfalls bietet die Nitralampe wie kaum eine andere Lichtquelle die Möglichkeit, einerseits durch entsprechende Anordnung ihres Leuchtkörpers, andererseits durch Wahl von geeigneten Reflektoren und Armaturen alle an die Art der Lichtverteilung zu stellenden Anforderungen zu erfüllen.

Es soll nunmehr an einigen Beispielen gezeigt werden, welche Beleuchtungsverteilung und welche Ausnutzung des Lichtes mit Halbwattlampen in der Straßenbeleuchtung erreicht werden kann.

1. Eine großstädtische Hauptverkehrsstraße von 20 m Breite wird mit Nitralampen für 2000 Kerzen beleuchtet, die in Armaturen nach Fig. 1 mit Reflektor und Opalglasglocke über der Straßenmitte an Überspannungen aufgehängt sind. Da die Beleuchtung recht stark und auch ziemlich gleichmäßig werden soll, ist ein Lampenabstand von 30 m gewählt, während eine Aufhängehöhe von 7 m über der Straßenfläche als ausreichend erachtet wird. Aus diesen Angaben und der in Fig. 2 eingezeichneten Lichtverteilungskurve ergibt sich eine Verteilung der Beleuchtung über die Straßenfläche in 1 m Höhe über dem Erdboden, wie sie in Fig. 5 für die Mittelpunkte

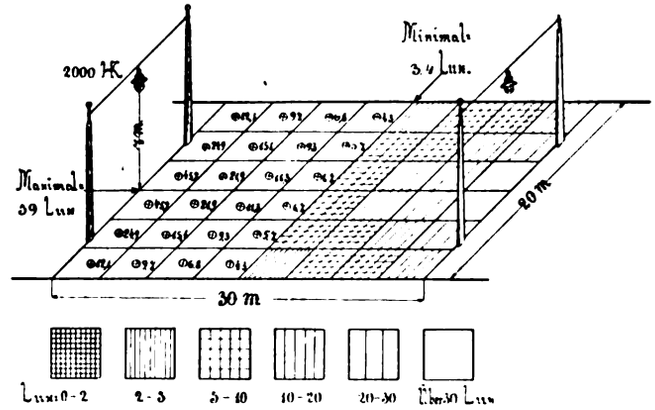


Fig. 5. Straßenbeleuchtung mit Nitralampen für 2000 *HK*, in Armatur mit Außenreflektor.
Mittlere Horizontalbeleuchtung: 14·5 Lux. Ungleichmäßigkeit 17·3.

von 12 kleinen Rechtecken eingezeichnet ist. Auf der rechten Seite, woselbst die Beleuchtungsverteilung sich symmetrisch wiederholt, sind diese Rechtecke der Stärke ihrer Beleuchtung entsprechend schraffiert. Als Maximalwert der Beleuchtung wird unterhalb der Lampe 59 Lux erhalten, als Minimalwert zwischen den Lampen am Straßenrand 3·4 Lux. Hieraus erhält man als Verhältnis dieser beiden Werte eine Ungleichmäßigkeit von 17·3, was noch als recht günstig zu bezeichnen ist. Die mittlere Beleuchtung der ganzen Straßenfläche entspricht mit 14·5 Lux den gestellten Anforderungen. Aus dem Energieverbrauch für eine Lampe von je 1000 *W* und der Straßenfläche pro Lampe von 600 m² und aus der mittleren Beleuchtung ergibt sich als Wirtschaftlichkeit der Beleuchtung ein Verbrauch von 0·115 *W* pro 1 Lux und 1 m². Zum Vergleich sei bemerkt, daß mit Reinkohlen-Bogenlampen eine Wirtschaftlichkeit von durchschnittlich etwa 0·20 *W* pro Lux und m², mit Bogenlampen mit Effektkohlen dagegen durchschnittlich etwa 0·075 *W* pro Lux und m² erreicht wird.

2. Eine 24 m breite Hauptstraße einer Mittelstadt wird mit Halbwattlampen für 2000 Kerzen beleuchtet, die am Rande des Bürgersteiges in versetzter Anordnung aufgestellt sind. Der Lampenabstand soll recht groß werden und wird mit 48 m Straßenlänge für je einen Lampenmast angenommen; trotzdem soll die Beleuchtung möglichst gleichmäßig werden. Es werden deshalb Armaturen und Lampen gewählt, welche die in Fig. 4 angegebene Lichtverteilung erzielen lassen und außerdem die Aufhängehöhe mit 8 m über dem Erdboden verhältnismäßig hoch angenommen. Man erhält dann die in Fig. 6 eingezeichnete Verteilung der Horizontalbeleuchtung in 1 m Höhe über der Straßenfläche. Der Maximalwert der Beleuchtung wird in diesem Fall etwa 4 m vom Lampenfußpunkt entfernt mit 19·2 Lux, der Minimalwert zwischen den Lampen am Rande der Straße mit 1·25 Lux erhalten. Die Ungleichmäßigkeit beträgt hienach 15·3. Man hat also mit Hilfe der besonderen Art der Lichtverteilung und der etwas größeren Aufhängehöhe noch eine etwas gleichmäßigere Beleuchtung als in dem obigen ersten Beispiel trotz erheblich größeren Lampenabstandes erhalten. Die mittlere Horizontalbeleuch-

Digitized by Google

tung ergibt sich zu 5·6 Lux und entspricht hienach den Anforderungen an eine Hauptstraße der zweiten Kategorie in obiger Tabelle. Die Wirtschaftlichkeit der Beleuchtung erreicht mit 0·155 *W* pro 1 Lux und 1 m² nicht den im vorigen

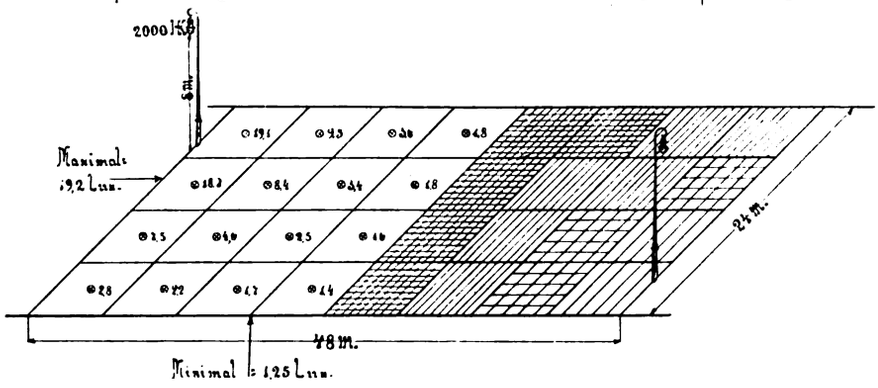


Fig. 6. Straßenbeleuchtung mit Nitralampen für 2000 *HK* in Armatur ohne Außenreflektor. Mittlere Horizontalbeleuchtung: 5·6 Lux. Ungleichmäßigkeit: 15·3.

Fall erhaltenen Wert, da die höheren Anforderungen an die Gleichmäßigkeit der Beleuchtung das ausgestrahlte Licht nicht ganz so gut ausnutzen lassen.

3. Eine 12 m breite Nebenstraße mit schwachem Verkehr wird mit 200kerzigen Halbwattlampen beleuchtet, die an Überspannungen in 5 m Höhe über der Straßenmitte angebracht sind. Der Lampenabstand soll 40 m betragen, die Lampen werden in Armaturen untergebracht, welche die gleiche Lichtverteilung wie in Fig. 2 ergeben. In diesem Fall wird die in Fig. 7 eingezeichnete Beleuchtungs-

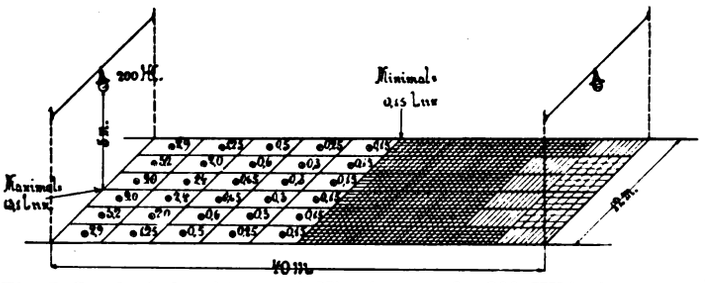


Fig. 7. Straßenbeleuchtung mit Nitralampen für 200 *HK* in Armatur mit Außenreflektor. Mittlere Horizontalbeleuchtung: 1·72 Lux. Ungleichmäßigkeit: 87.

verteilung über die Straßenfläche in 1 m Höhe über dem Boden erhalten. Unmittelbar unter den Lampen ergibt sich ein Maximalwert der Beleuchtung von 13·1 Lux, während der Minimalwert 0·15 Lux erreicht. Die Ungleichmäßigkeit beträgt hienach 87. Wenn auch diese Beleuchtung schon als ziemlich ungleichmäßig zu bezeichnen ist, so genügt sie doch noch vollständig den an Nebenstraßen zu stellenden Anforderungen. Auch die hier erhaltene mittlere Beleuchtung von 1·72 Lux ist für den vorliegenden Fall als ausreichend zu bezeichnen. Die Wirtschaftlichkeit der Beleuchtung stimmt mit 0·12 *W* pro 1 Lux und 1 m² ziemlich genau mit den Werten des ersten Beispiels überein.

Eine Beleuchtung von Nebenstraßen in der Art der hier angenommenen ist wegen der hiefür erforderlichen geringen Lampenzahl und der einfachen Installation sowohl hinsichtlich der Herstellungs- wie auch der Betriebskosten sehr billig und wird deshalb weiterhin große Verbreitung finden. Die Nebenstraßen sind heute noch in sehr vielen Städten durchweg mit Gas beleuchtet. Mit den Nitralampen wird man nunmehr auch hier die Gasbeleuchtung erfolgreich und mit meist erheblich verbilligten Betriebskosten durch elektrisches Licht ersetzen können. In manchen Fällen wird man allerdings hiefür keine neuen Masten oder Überspannungen installieren wollen und die Umänderung nur dann vornehmen können, wenn die neuen Lampen auch in die alten Laternen eingesetzt oder an den alten Masten angebracht werden können. Mit den niedrigkerzigen Halbwattlampen (Fig. 8) ist dies ohne weiteres zu er-

Fig. 8. Nitralampe für 50 *W*, 100 *HK*, 14 *V*.

reichen. Man kann an Stelle der Lampen für hängendes Gasglühlicht die Armaturen für die Halbwattlampen an denselben Masten aufhängen. Auf die Laternen für stehendes Gasglühlicht kann man Bischofsstäbe oder ähnliche Ausleger aufsetzen und an diesen die Armaturen anbringen. Man kann aber auch, wenn die Umänderung der Beleuchtung möglichst geringe Kosten erfordern soll, die Halbwattlampen für niedrige Lichtstärken direkt in die Laternen für stehendes Gasglühlicht einsetzen, da sie in diesen leicht Platz finden.

Eine Straßenbeleuchtungsarmatur mit parabolischem Reflektor und einer Halbwattlampe für 100 *W* zeigt die Fig. 9. Eine Überglocke ist bei diesen niedrigkerzigen Halbwattlampen nicht erforderlich; sie hat sich auch schon im Betriebe der Straßenbeleuchtung mit Metalldrahtlampen als entbehrlich erwiesen. Zur Vermeidung der Blendung und zur besseren

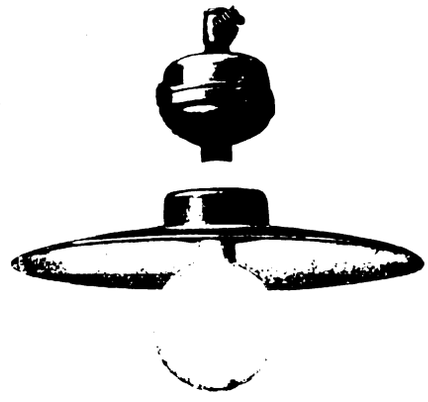


Fig. 9. Armatur für Halbwattlampen mit parabolischem Reflektor und Einzeltransformator.

Zerstreuung des Lichtes werden die Lampenglocken selbst in Opalglas ausgeführt. Die Lichtverteilung, die mit dieser Armatur und einer Nitralampe für 100 *W* mit Opalglocke erhalten wird, ist aus Fig. 10 zu ersehen. Zum Vergleich sind hier die Lichtverteilungskurven eines Normalbrenners für hängendes Gasglühlicht und für stehendes Gasglühlicht mit Straßenreflektor eingezeichnet, wie sie für Straßenbeleuchtungszwecke meist benutzt werden; diese Angaben sind dem „Lehrbuch der Leuchtgasindustrie" (2. Band) von Dr. Bertelsmann entnommen. Man sieht aus diesen Kurven deutlich, daß mit der Nitralampe für 100 *W* in allen für die Straßenbeleuchtung wesentlichen Raumrichtungen eine um mehr als 50% höhere Lichtstärke erreicht wird als mit dem hängenden Gasglühlicht für 100 l stündlichen Gasverbrauch; der normale Brenner für stehendes Gasglühlicht mit 130 l stündlichem Gasverbrauch steht dagegen noch weit dahinter zurück. Diesem gegenüber wird selbst mit einer Nitralampe für 50 *W* in

Digitized by Google

allen wesentlichen Raumrichtungen eine bedeutend größere Lichtstärke erzielt, beispielsweise 105 Kerzen an Stelle von 21 Kerzen direkt unter der Lampe und 102 Kerzen an Stelle

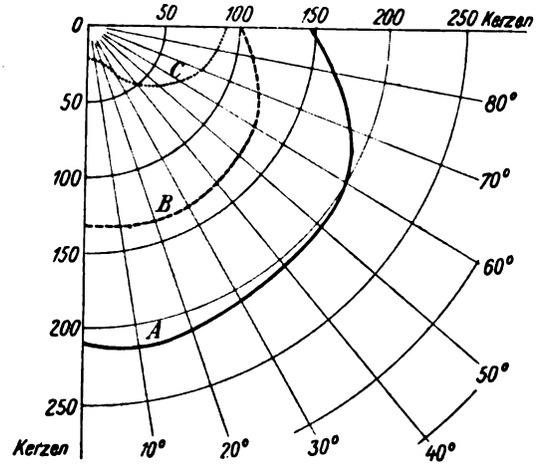


Fig. 10. Lichtverteilungskurven für: *A*. Nitralampe für 100 *W*, mit Opalglocke und Reflektor. *B*. Normalbrenner für hängendes Gasglühlicht mit Straßenreflektor für 100 l Gas pro Stunde. *C*. Normalbrenner für stehendes Gasglühlicht mit Straßenreflektor für 130 l Gas pro Stunde.

von 56 Kerzen unter 45°, wie aus den Lichtverteilungskurven in Fig. 11 hervorgeht; die etwas höheren Werte des Gasglühlichtbrenners in horizontaler Richtung tragen zur Verbesserung der Straßenbeleuchtung nicht mehr nennenswert bei. Auf die hemisphärische Lichtstärke bezogen, ergibt die Nitralampe für 100 oder 50 *W* mit Reflektor und

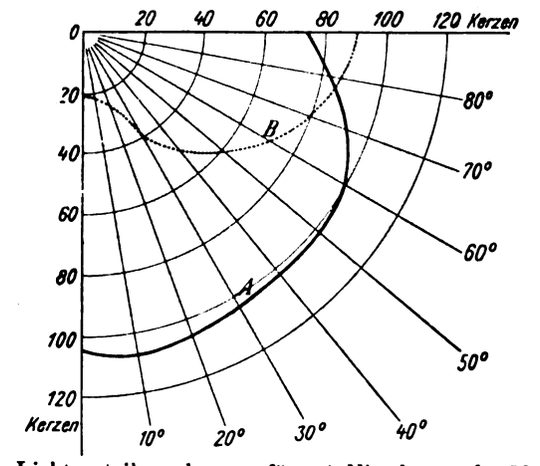


Fig. 11. Lichtverteilungskurven für: *A*. Nitralampe für 50 *W* mit Opalglocke und Reflektor. *B*. Normalbrenner für stehendes Gasglühlicht mit Straßenreflektor für 130 l Gas pro Stunde.

Opalglasglocke 0·53 *W* pro Kerze, das hängende Gasglühlicht 0·8 l pro Kerzenstunde und das auch heute noch in der Straßenbeleuchtung sehr verbreitete stehende Gasglühlicht 2 l pro Kerzenstunde. Man ersieht auch schon hieraus, daß selbst bei verhältnismäßig hohen Strom- und niedrigen Gaspreisen beim Ersatz des Gasglühlichtes durch Nitralampen wesentliche Ersparnisse zu erzielen sind.

Die Nitralampen für 100 *W* werden jetzt bis zu 130 *V*, die für 50 *W* bis zu 65 *V* hergestellt. Steht nur Gleichstrom höherer Spannung zur Verfügung, so müssen diese Lampen in Reihenschaltung benutzt werden. Diese läßt sich für etwa vier bis sechs Lampen ohne weiteres ausführen, wie sie auch für Bogenlampen in gleicher Anzahl keine Schwierigkeiten bereitet. Es ist nur darauf zu achten, daß stets Lampen mit übereinstimmender Stromstärke in denselben Stromkreis eingeschaltet werden. Zu diesem Zwecke sind die Nitralampen für Reihenschaltung besonders zu bestellen und werden jeweils mit einer bestimmten Seriennummer bezeichnet. Die Stromstärke sämtlicher Lampen mit gleicher Seriennummer ist dann so gut in Übereinstimmung gebracht, als dies zum Brennen in Reihenschaltung erforderlich ist. Es dürfen daher immer nur Lampen mit gleicher Seriennummer in einer Reihenschaltung brennen.

Bei direkter Reihenschaltung von mehr als sechs Lampen in einen Stromkreis kommt beim Durchbrennen einer Lampe eine zu große Straßenstrecke außer Betrieb; man muß in diesem Falle durch einen jeder einzelnen Lampe parallel geschalteten automatischen Ersatzwiderstand dafür sorgen, daß das Durchbrennen einer Lampe ohne schädliche Folgen für den Betrieb der Beleuchtung bleibt. Diese Ersatzwiderstände können auch schon bei Reihenschaltung einer geringeren Zahl von Lampen angewandt werden, wenn auf eine Unabhängigkeit der einzelnen Lampen voneinander besonderer Wert gelegt wird.

Eine neue Art von automatischen Ersatzwiderständen, die sich für Straßenbeleuchtung mit Nitralampen besonders gut eignet, hat die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft neuerdings mit gutem Erfolg für die Beleuchtung des Nord-Ostseekanales zur Anwendung gebracht. Jeder Widerstand enthält einen Silitkörper von besonderer Zusammensetzung, der zur Lampe selbst parallel geschaltet ist und, solange die Lampe brennt, einen sehr hohen Widerstand besitzt und deshalb nur einen minimalen Strom durchläßt. Sobald eine der in Reihe geschalteten Lampen durchbrennt, tritt an ihrem Ersatzwiderstand die volle Betriebsspannung auf und bewirkt eine rasche Erhitzung desselben. Hiedurch nimmt der Widerstand des Silitkörpers sofort so stark ab, daß er den vollen Strom durchläßt und an seinen Klemmen ungefähr die gleiche Spannung wie an den übrigen Lampen des Stromkreises herrscht. Diese Lampen brennen daher mit ganz normaler Lichtstärke ungestört weiter. Nach Ersatz der defekt gewordenen Lampe durch eine neue kühlt sich der Ersatzwiderstand wieder ab und nimmt seinen hohen Widerstandswert wieder an. Diese Ersatzwiderstände sind so klein dimensioniert, daß sie bequem in oder über der Armatur Platz finden können. Sie werden bisher für Lampen von niedriger Lichtstärke hergestellt, jedoch auch für höherkerzige Lampen weiter ausgebildet.

Hat man die Wahl zwischen der Reihenschaltung und Parallelschaltung von Halbwattlampen, so wird man die letztere vorziehen, zumal die Lampen für höhere Spannungen, speziell auch für 220 *V*, nach den bisherigen Erfahrungen bezüglich Lichtausbeute und Lebensdauer sich ebenso günstig verhalten, wie die Lampen für niedrigere Spannungen. Nicht selten wird man allerdings bei Ersatz von Bogenlampen durch Nitralampen eine vorhandene Reihenschaltungsanlage ohne Umänderung weiter benutzen wollen. Man hat in diesem Falle nur die Vorschaltwiderstände zu entfernen oder kurzzuschließen. Gelegentlich ist in den Bogenlampenstromkreisen ein Teil des Vorschaltwiderstandes in die Leitung selbst gelegt und diese für einen größeren Spannungsverlust als normalerweise üblich bemessen. Hierauf ist bei der Anwendung von Halbwattlampen in derartigen Stromkreisen Rücksicht zu nehmen, damit die Lampen im Gebrauch nicht mit zu niedriger Betriebsspannung und infolgedessen mit ungenügender Lichtstärke brennen; für die Lampenspannung ist dann der Spannungsverlust in Abzug zu bringen. Bei allzugroßem Spannungsverlust in vorhandenen Stromkreisen kann man sich gelegentlich auch dadurch helfen, daß man in Dreileitersystemen die Stromkreise auf die Außenleiter umschaltet, beispielsweise von 110 auf 220 *V* und dann an Stelle von zwei Bogenlampen für zirka 55 *V* zwei Nitralampen für zirka 110 *V* in Reihe schaltet.

(Schluß folgt.)

Digitized by Google

Elektrische Fernmeldeeinrichtungen in Heiz- und Lüftungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Anlage in der Kaiser Jubiläumskrankenanstalt Wien-Lainz.

Von Ing. **Eduard Goldbacher**, Wien.

(Fortsetzung von Heft 39/40, Seite 774.)

III. Die elektrische Übertragung und Meldung des momentanen Druckes überhitzten Wasserdampfes (Fernmanometeranlagen).

Die gesetzmäßige Beziehung zwischen Temperatur und Druck gilt nur so lange, als man es mit gesättigtem Wasserdampf zu tun hat. In dem Augenblick als der Dampfzustand das Überhitzungsgebiet betritt, hört diese Beziehung auf und man ist nicht mehr in der Lage, den Dampfdruck in so einfacher Weise mittels einer Temperatur- bezw. Widerstandsmessung zu ermitteln.

Der für Heiz-, Brauch- oder Sterilisationszwecke bestimmte Dampf wird vom Haus aus immer gesättigt sein. Der Dampf einer größeren Fernheizanlage wird aus betriebstechnischen Gründen immer mit relativ hohem Druck, 8 bis 10 und mehr Atm. in die Rohrleitung gelangen. Für den eigentlichen Verwendungszweck ist aber dieser Druck zu hoch und muß reduziert werden. Dies geschieht, wie bereits beschrieben, in den sogenannten Reduzierstationen. Diese Druckverminderung hat aber die Überhitzung des Dampfes zur Folge. Wie die Überhitzung rechnerisch ermittelt werden kann, soll nachstehende allgemein-theoretische Erörterung zeigen. Bedeutet:

i die Erzeugungswärme vor der Reduzierung,
i_c die Erzeugungswärme nach der Reduzierung.
q die Flüssigkeitswärme,
r die gesamte Verdampfungswärme,
p den Druck in Atm.,
A das mechanische Wärmeäquivalent,
x die spezifische Dampfmenge vor der Reduzierung,
x_o die spezifische Dampfmenge nach der Reduzierung,
v' den zpezifischen Rauminhalt,
w die Geschwindigkeit vor der Reduzierung,
w_o die Geschwindigkeit nach der Reduzierung,
p den Druck vor der Reduktionsstelle,
p_o den Druck nach der Reduktionsstelle,

so gilt als Gleichung für den Durchgang durch den Drosselquerschnitt

$$\frac{A\,w^2}{2\,g} + i = \frac{A\,W^2}{2\,g} + i_o.$$

Da in allen praktischen Fällen die kinetische Energie vernachlässigt werden kann, so gilt das Gesetz: „Die Erzeugungswärme bleibt durch die Reduzierung unverändert."

$$i = i_o$$

also

$$q + x\,r + A\,p\,v' = q_o + X_o\,r_o + W\,p_o\,v'.$$

Da man es bei derartigen Anlagen immer mit fast tockenem, gesättigtem Wasserdampfe zu tun hat, so kann v' gegenüber v vernachlässigt werden

$$q + x\,r = q_o + x_o\,r_o$$

$$x_o = \frac{q + x\,r - q_o}{r_o}$$

Ergibt diese Formel für x_o den Wert > 1, so ist die Überhitzung eingetreten, was bei Drosselung von trockenem gesättigtem Wasserdampfe der Fall ist.

Die Messung und Fernanzeige des Druckes überhitzten Dampfes erfolgt mittels Rohrfedermanometer. An den Meßstellen, also in den Reduzierstationen, befinden sich die Manometer an der Wand montiert und mittels eines $^3/_8$ zölligen Eisenrohres mit der Dampfleitung verbunden. Auf dem Skalenblatte des Instrumentes sind im Kreise Metallkontaktscheiben angeordnet. (Siehe Fig. 14.)

An der dem Skalenblatte zugekehrten Seite des Zeigers ist parallel zu demselben eine Blattfeder angebracht, die in der Richtung zur Zeigerspitze etwas gegabelt ist und an den zwei Gabelenden je eine, über die vorgenannten Metallkontaktscheibchen gleitende Platinspitze trägt.

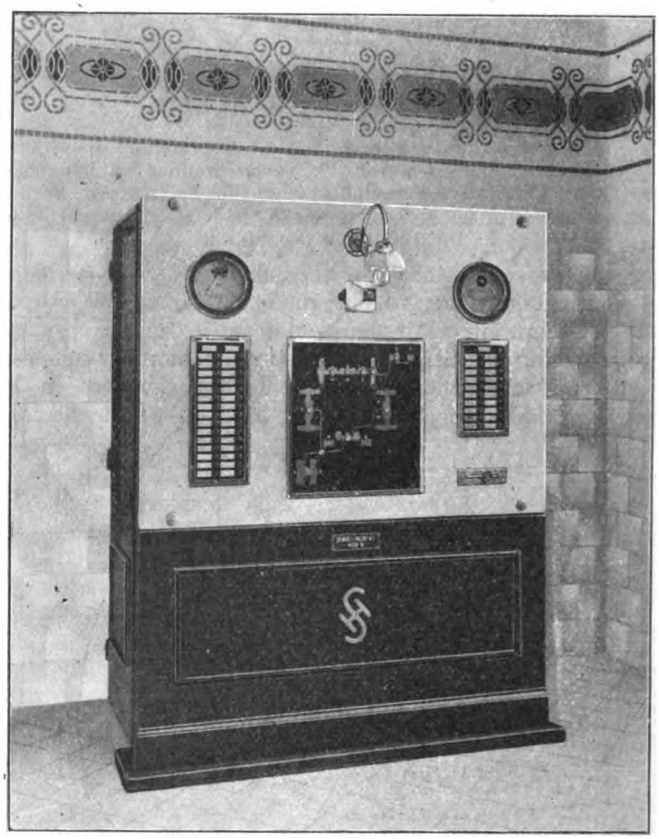


Fig. 12.

Die Gablung mit zwei Platinspitzen hat den Zweck, um ein Übergreifen von einer Kontaktscheibe zur anderen zu ermöglichen. Im Inneren des Instrumentengehäuses sind im Kreise Widerstandsspiralen angeordnet, welche mit den Metallkontaktscheibchen am Skalenblatt in Verbindung stehen. Je nach dem Druck ist nun der Zeigeranschlag mehr oder weniger groß und damit eine größere oder geringere Anzahl der Widerstandsspulen in den Stromkreis eingeschlossen.

Jedes Manometer steht durch eine für alle gemeinsame Rückleitung und je eine Einleitung von 1·5 mm² Querschnitt mit dem Anzeigeinstrument im Kesselhause in Verbindung.

Die Zentralanzeigestelle im Kesselhause besteht aus dem Anzeigeinstrument und dem Tastenumschalter. Das Anzeigeinstrument, Fig. 12, links vom Beschauer, besitzt entsprechend den zwei in Frage kommenden Meßbereichen für Mitteldruck 0 bis 5 Atm. und für Niederdruck 0 bis 1 Atm. zwei Skalen. Der Tastenumschalter ist genau so wie für gesättigten Dampf

Digitized by Google

ausgeführt. Fig. 13 zeigt das Schema der Druckmessung für überhitzten Dampf, in welchem der Stromlauf beim Drücken einer Meßtaste besonders bezeichnet ist.

$M_1, M_2, M_3 \ldots$ sind die einzelnen Manometer in den Reduzierstationen mit den eingebauten Widerstandsspulen,

R_2 ist die für alle Meßstellen gemeinsame Rückleitung,

H_2 sind die Hinleitungen,

$T_1, T_2, T_3 \ldots$ sind die am Tastenumschalter befindlichen Drucktasten, welche ebenso wie die Tasten für die Druckmessung des gesättigten Wasserdampfes ausgeführt sind. Ferner sind am Schalttableau die Anschlußklemmen

$\pm B$ für die Stromquelle,

$\pm J$ und I für das Anzeigeinstrument.

R für die Rückleitung,

1, 2, 3 usw. für die Hinleitungen zu sehen.

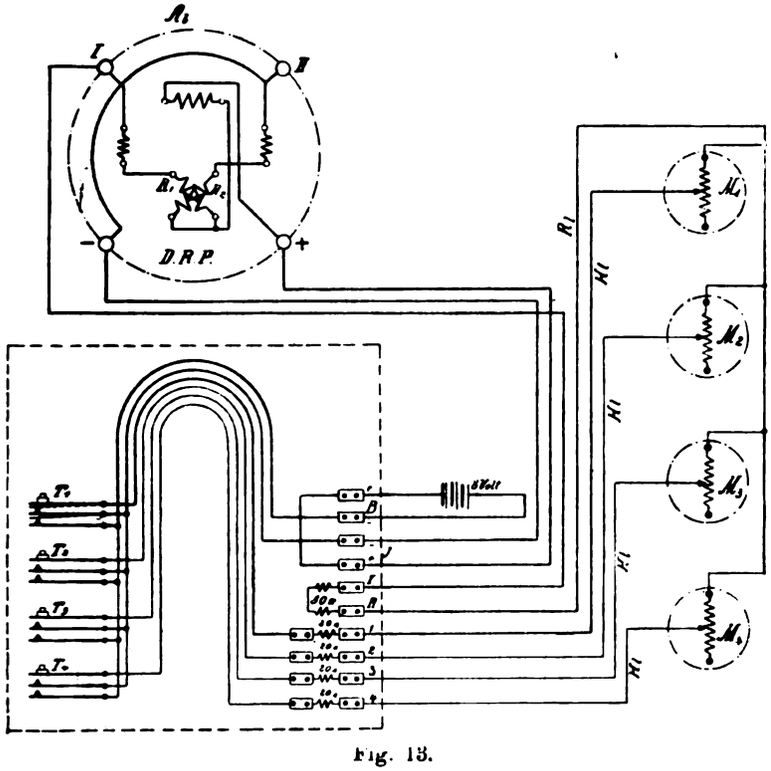


Fig. 13.

Eine Anzahl von konstanten Widerständen, deren Größe bei der Eichung mit Bezug auf die Meßbereiche schon beim Zusammenbau bestimmt wurde, sind als konstante Widerstände von 20 Ohm in die Hinleitungen an den einzelnen Manometern und von 80 Ohm zwischen Rückleitung und Anzeigeinstrument verlegt. Der Widerstand der Fernleitung inklusive Rückleitung und Widerstand im Umschalter ist zusammen 100 Ohm. Die Abgleichung erfolgte in der Weise, daß zuerst die längste Leitung durch Abwickeln des Widerstandes von 80 Ohm auf 100 Ohm abgeglichen wurde. Die Abgleichung der übrigen Leitungen erfolgte dann an den Widerständen von 20 Ohm. Das Zentralanzeigeinstrument A_1 besitzt zwei fast quadratische Rähmchen, von welchen eines fest, das andere um eine Achse drehbar ist. Beide Rähmchen sind mit Drahtwindungen umgeben und werden demnach vom Strome umflossen.

Entsprechend der Anzahl der in den Manometern ein- oder ausgeschalteten Widerstandsspulen, ist die Stromintensität verschieden und das bewegliche Rähmchen wird mehr oder weniger abgelenkt. Mit letzterem ist aber ein Zeiger in Verbindung, der dann am Skalenblatt den entsprechenden Druck anzeigt.

Die Apparate der Ablese- und Meldezentrale der Anlage im Jubiläumsspitale in Lainz sind alle in einer Marmorschalttafel eingebaut (siehe Fig. 12), welche auf einer schmiedeeisernen Rahmenführung ruht und durch horizontale Streben mit dem Mauerwerk verbunden ist. Es ist in der Mitte der Reliefplan der ganzen Krankenanstalt mit den den Rohrbruchventilgruppen entsprechenden Glühlampen zu sehen. Über diesem Relief befindet sich die Glocke für die akustische Rohrbruchmeldung.

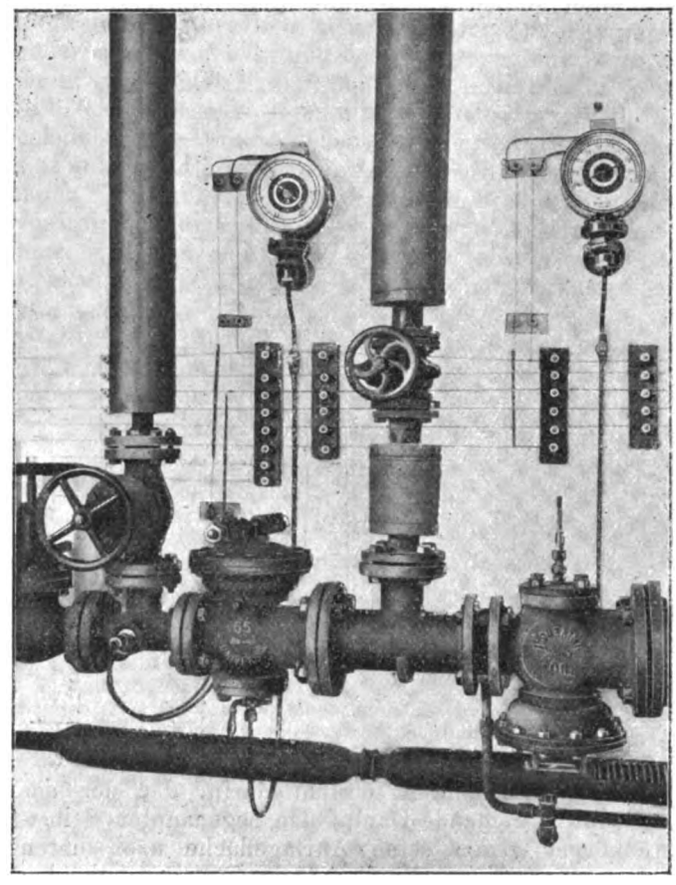


Fig. 14.

Links vom Beschauer gerechnet, ist die Ablesung der Drücke des überhitzten, rechts jene des gesättigten Wasserdampfes. Die Bezeichnungsschildchen der Tastenumschalter beziehen sich auf jene Pavillons bezw. Reduzierstationen, deren Drücke eben gemessen werden sollen.

Fig. 14 zeigt eine der Reduzierstationen, von wo der Druck an die Zentrale im Kesselhause gemeldet wird. Am horizontalen Dampfrohr sind zwei Reduzierventile zu sehen. Der Dampf, der diese Ventile passiert hat, ist überhitzt und wird daher der Druck derselben derart gemessen, daß vom Reduzierventil ein $^3/_8$zölliges Eisenrohr zu einem an der Wand montierten Rohrfedermanometer führt, dessen besondere Konstruktion schon beschrieben wurde.

Vor der Reduzierung, wo also der Dampf noch gesättigt ist, erfolgt die Druckmessung mit Hilfe eines Widerstandsthermometers, dessen Spezialausführung ebenfalls schon erklärt wurde.

Digitized by Google

In der Figur ist links ein Rohreinbaustück zu sehen, welches das horizontale und vertikale Dampfrohr verbindet. In diesem Einbaustücke ist das Widerstandsthermometer einmontiert, dessen Anschlußkopf und Zuführungsleitungen ersichtlich sind.

An der Wand ist die Verlegung des blanken Siliziumbronzedrahtes zu sehen. Diese Drähte sind nur innerhalb der Reduzierstation montiert und sind mit Hilfe eines in jeder Station befindlichen Kabelkopfes mit dem Hauptkabel in Verbindung.

IV. Die automatische, akustische und optische Rohrbruchmeldung. (Rohrbruchmeldeanlagen.)

In den dampfführenden Rohrleitungen sind an bestimmten Stellen sogenannte Rohrbruchventile eingebaut. (Fig. 15).

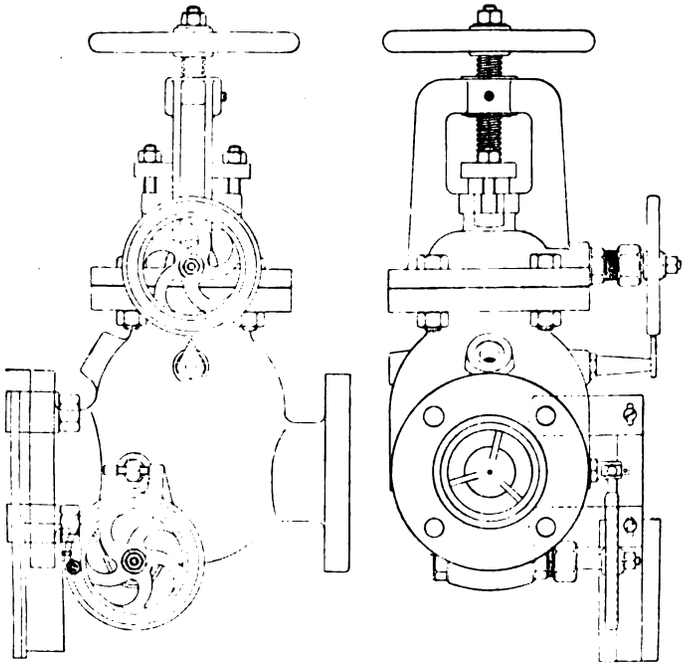


Fig. 15.

Ihre Wirksamkeit besteht darin, daß der das Ventil durchströmende Dampf den sogenannten Selbstschlußkörper gegen seine Auflagefläche nach unten saugt, somit dessen Eigengewicht erhöht und den Ventilkegel bei normalem Betriebe offen hält. Selbstschlußkörper und Ventilkegel bewegen sich gegeneinander gegen dieselbe Öffnung und werden durch den strömenden Dampf auseinandergehalten. Bei einem Rohrbruche entsteht an der Bruchstelle eine Druckverminderung, die sich rasch bis zur oberen Fläche des Selbstschlußkörpers fortpflanzt, während auf dessen untere Fläche noch der volle Kesseldruck wirkt. Durch diesen Druckunterschied wird der Selbstschlußkörper gehoben und gegen seinen Abschlußsitz gepreßt.

Mit dem Selbstschlußkörper ist ein Rad zwangsläufig verbunden und an der Außenseite des Ventilkörpers montiert. Dieses Rad ist nun an der Peripherie mit einem Bolzen versehen, der wieder beim Schließen des Ventils gegen den Anschlagstift des ebenfalls an das Rohrbruchventil montierten staubsicheren Kontaktes schlägt. Dieser Apparat ist nichts anderes als eine in einem Blechgehäuse untergebrachte Kontaktvorrichtung, bestehend aus einer Blattfeder, die von ihrem Unterteil durch eine Fiberscheibe isoliert ist. Durch die Bewegung des Selbstschlußkörpers im Rohrbruchventile dreht sich das Rad mit, der Bolzen schlägt gegen den Anschlagstift der Kontaktvorrichtung und das freie Ende der Blattfeder wird gegen das metallische Gegenstück gedrückt, womit ein Stromkreis geschlossen wird. Dieser Strom betätigt ein Relais, das an der Schalttafel im Kesselhause angebracht ist, wodurch ein Lokalstromkreis geschlossen wird, der eine Glühlampe aufleuchten bezw. eine Glocke ertönen läßt.

Bei der Fernmeldeanlage im Jubiläumsspitale Lainz, befindet sich in der Mitte der Schalttafel im Kesselhause der Relief-Situationsplan aller Gebäude sowie der Fernheizkanäle. Für je eine Gruppe von Rohrbruchventilen, welche an Ort und Stelle auf einmal übersehbar sind, ist in diesem Reliefplan eine Glühlampe vorgesehen. Eine für alle Rohrbruchventile gemeinsame Glocke befindet sich in der Mitte der Schalttafel.

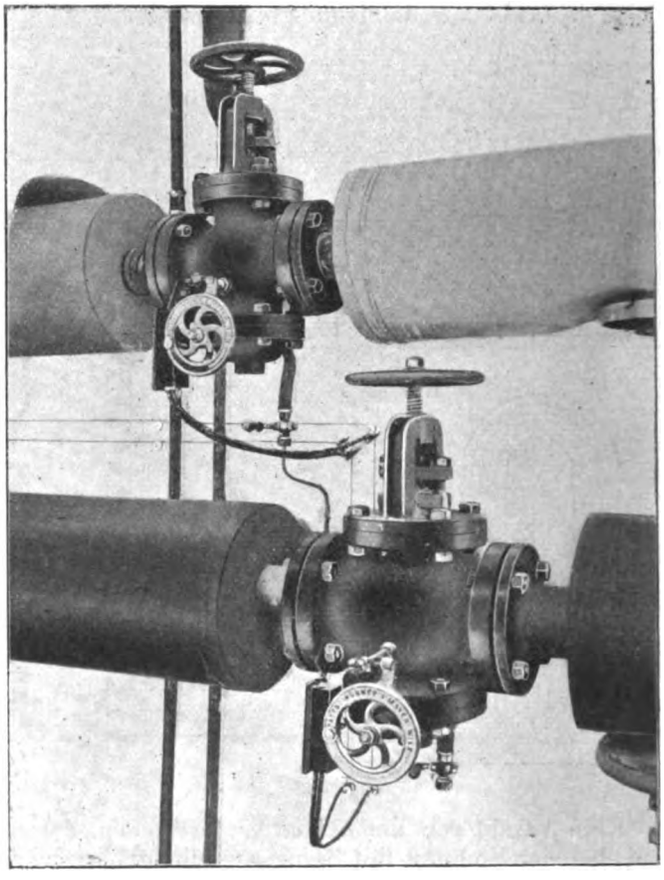


Fig. 16.

Ertönt die Glocke, so weiß der Beamte, daß ein Rohrbruch eingetreten ist. Ein Blick auf den Situationsplan läßt ihm am Aufleuchten der Lampe erkennen, wo bezw. in welchem Pavillon der Rohrbruch stattfand, und er kann sich auf dem kürzesten Wege dorthin begeben. Eine Gruppe von zwei Rohrbruchventilen mit anmontierten Kontakten ist aus Fig. 16 zu ersehen.

Eine sehr einfache Rohrbruchmeldung erfolgt in einigen Fernheizwerken mit Hilfe sogenannter „Kanalthermometer". Ihre Wirksamkeit geht von der Tatsache aus, daß die Temperatur im Fernheizkanal durch den ausströmenden Dampf bei einem Rohrbruche sofort wesentlich erhöht wird. Die an verschiedenen Stellen des Heizkanales angebrachte „Kanalthermometer" sind nun mit Kontakten versehen, so daß der

Digitized by Google

durch die Temperaturerhöhung bei Rohrbruch steigende Quecksilberfaden einen Stromkreis schließen kann. Auf die gleiche Weise, wie bereits beschrieben, können natürlich auch hier optische und akustische Signale übermittelt werden.

Fig. 17 zeigt die Zentralablesstelle der Fernmeldeanlage im Kriegsministerium. Die linke Seite der Schalttafel ist für die Temperaturmessung von 40 Räumen des Gebäudes bestimmt. Das Anzeigeinstrument ist in Celsiusgraden von 0 bis 40° eingeteilt. Unterhalb dieses Instrumentes befinden sich der Reihe nach der Regulierwiderstand, ein Kippschalter und der Tastenumschalter.

Fig. 17.

Die Temperaturmessung erfolgt in bekannter Weise dadurch, daß in jedem der 40 Räume je ein Quarzglaswiderstandselement (nach Fig. 1, Seite 770) angebracht ist, wovon wieder jedes mit der Ablesezentrale durch eine gemeinsame Rück- und je eine Hinleitung in Wheathstonscher Brückenschaltung steht. Der Zweck des Regulierwiderstandes zur Ermittlung der richtigen Betriebsspannung ist ebenfalls bekannt.

Der Kippschalter hat die Aufgabe, eine größere Anzahl von Meßstellen als die Zahl der Tasten am Tastenumschalter ermöglichen, anzuschließen, ohne letzteren vergrößern zu müssen. Im vorliegenden Falle beträgt die Zahl der Tasten 20, jene der Meßstellen aber 40. Es wird also durch die Rechts- oder Linksstellung des Kippschalters jeweilig die eine oder die andere Gruppe von je 20 Meßstellen angeschlossen.

Die rechte Hälfte der Schalttafel dient zur Kontrolle der Temperatur der Warmwasserheizung und der Rauchgase sowie des Druckes des gesättigten Heizdampfes. Dementsprechend besitzt das Anzeigeinstrument zwei Temperaturskalen von 0 bis 120° C für das Warmwasser und von 0 bis 600° C für die Rauchgase.

Unterhalb des Anzeigeinstrumentes ist wieder der Regulierwiderstand und der Tastenumschalter zu sehen. Unter letzterem ist noch ein Regulierwiderstand und ein Kippschalter vorhanden. Dieselben gehören für die Druckmessung des gesättigten Heizdampfes, die hier durch das auf der horizontalen Marmorplatte stehende Instrument registrierend erfolgt.

Der Kippschalter hat den Zweck, den Registrierapparat auf „Prüfstellung" bezw. „Betriebsstellung" zu schalten. Der Registrierapparat ist gerade so wie die Anzeigeinstrumente ein Millivoltmeter, in diesem Falle mit Atmosphärenskala. Die Registrierung erfolgt dadurch, daß der Zeiger, der mit einer nach unten gerichteten Spitze versehen ist, durch einen in bestimmten Zeitintervallen niederfallenden Bügel auf das Registrierpapier drückt und dasselbe gegen ein darunter befindliches blaues Farbband preßt. Da das Papier durch ein Uhrwerk gleichmäßig fortbewegt wird, so erscheinen die verschiedenen Drücke als eine Reihe von Punkten, die zu einer Linie verbunden werden können, wodurch ein übersichtliches Bild der Druckverhältnisse innerhalb längerer oder kürzerer Zeiträume, zum Beispiel Tage, Wochen usw. gegeben ist. Unterhalb des Apparates ist der Papierfangkasten zu sehen.

Eine mit besonders vielen Meßstellen ausgeführte Fernthermometeranlage ist jene der Heizungsanlage im Reichstagsgebäude in Berlin.

(Schluß folgt.)

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Ausnutzung natürlicher Dämpfe für Kraftzwecke. Neuerdings haben die im südlichen Teile von Toskana vorhandenen natürlichen Dampfquellen eine erweiterte Anwendung für Kraftzwecke gefunden. In der genannten Provinz sind sieben Fabriken mit 71 natürlichen Dampfquellen und 330 gebohrten Brunnen vorhanden. Das Hauptwerk, eine chemische Fabrik, befindet sich in Larderello. Bisher war es nicht möglich, den natürlichen Dampf unmittelbar in Kolbenmaschinen oder Dampfturbinen arbeiten zu lassen, da derselbe zirka 4% unkondensierbare Bestandteile enthält, die zum größten Teil aus Kohlensäure bestehen, aber auch schweflige Säure, Sumpfgas usw. enthalten. Dieser Übelstand wurde in neuester Zeit durch die Verwendung einer neuen Kesseltype, Bauart Prache und Bouillon, beseitigt. Bei dieser Kesselbauart wird in Verdampfungsröhren, die Wasser enthalten und von natürlichem Dampf umspült werden, mit Hilfe des letzteren reiner Wasserdampf erzeugt. Der Kessel besteht aus vier Verdampfern, wovon jeder aus einem Röhrenkessel und einem Umlaufrohr zusammengesetzt ist. Die vier Verdampfer werden von dem natürlichen Dampf in der Weise hintereinander durchströmt, daß der Gehalt an unkondensierbaren Bestandteilen des Heizdampfes nach der Austrittsstelle des letzten Kessels hin zunimmt. Infolgedessen geht an dieser Stelle nur ein verhältnismäßig geringer Bruchteil des gesamten zugeführten Dampfgewichtes ins Freie verloren. Die Verdampfer selbst werden aus Röhrenkesseln mit 30 mm weiten Röhren von 3 m Länge zwischen den Rohrböden gebildet. Die bis jetzt ausgeführte Anlage, welche noch bedeutend vergrößert werden soll, ist für eine Leistung von 480 kW bestimmt, verbraucht stündlich 2900 kg natürlichen Heizdampf von einem Betriebsdrucke von 3·5 Atm. und liefert Betriebsdampf von 3 Atm. Spannung, der in einer Turbodynamo der Firma Franco Tosi in Legnano ausgenutzt wird. Das Kondensat des Heizdampfes, welches infolge der unvermeidlichen Verluste immer reichlicher ist als das Kondensat des Betriebsdampfes, wird, da es sich für Speisezwecke als absolut unschädlich erwiesen hat, durch eine besondere Regelvorrichtung wieder in den Kessel gedrückt. Da die Anlage günstige Ergebnisse lieferte, ist beabsichtigt, den Naturdampf für Kraftzwecke in großem Maßstabe nutzbar zu machen.

Wie festgestellt wurde, sind in und um Larderello derzeit elf Bohrlöcher vorhanden, welche stündlich 90000 kg Dampf von 0·35 bis 1·30 kg/cm² Überdruck zu liefern vermögen. Diese

Digitized by Google

Dampfmenge reicht aus, um das geplante Kraftwerk von 18 000 *kW* Leistung vollkommen zu versorgen.

(Z. f. d. ges. Turbinenwesen, Heft Nr. 16, Jahrg. 1914.)

Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger.

Untersuchung eines 15 *PS*-MAN-Dieselmotors. Dr. Ing. Friedr. Münzinger. Die im Laboratorium der Berliner Technischen Hochschule untersuchte Maschine ist von stehender Bauart und weist folgende Abmessungen auf: Zylinderdurchmesser 215 mm, Hub 340 mm, Kompressionsraum 9·45% des Hubraumes, Verdichtungsverhältnis 11·58, Tourenzahl 230 bis 240. Der Niederdruckzylinder des Kompressors hat 120·6 mm, der Hochdruckzylinder 90 mm Durchmesser, der Kompressorhub beträgt 100 mm.

Zur Klärung der Frage, ob die Reibungsarbeit mit steigender Belastung wächst oder abnimmt, das heißt ob die zusätzliche Reibung positiv, stets gleich oder negativ ist, wurden zwei Versuchsreihen bei wechselnder Belastung und rund 35 bezw. 70° C Kühlwasseraustrittstemperatur durchgeführt. Unter Benutzung von Werten, die sich in der Literatur bei anderen Dieselmotoren vorfinden, ergibt sich ein starker Einfluß der Kühlwassertemperatur auf die Größe der Reibungsarbeit; bei der untersuchten Maschine nimmt die zusätzliche Reibung bei steigender Belastung ab. Dies hat sich auch bei allen anderen Motoren kleinerer Bauart ergeben. Nur die größeren Maschinen zeigten eine zunehmende Zusatzreibung. Der Grund für die erwähnte Abnahme liegt in der verminderten Kolbenreibung, als eine Folge der stärkeren Ausdehnung des Zylinders als des Kolbens. Ferner vermindert auch das Schmieröl infolge größerer Schlüpfrigkeit bei höherer Wandungstemperatur die Kolbenreibung. Bei größeren Maschinen ändern sich offenbar die Ausdehnungsverhältnisse und es wird die etwaige kleinere Kolbenreibung bei höherer Belastung durch die vermehrte Lagerreibung usw. überdeckt.

Bei der thermischen Auswertung der Versuche ergab sich, daß der höchste Gütegrad (Arbeitsfläche des tatsächlichen geteilt durch jene des theoretischen Diagramms) erreicht wird bei einer Wärmezufuhr von etwa 350 WE auf 1 kg Ladung, entsprechend einem mittleren positiven indizierten Druck des Arbeitsdiagrammes von rund 6·9 Atm. und einer Luftüberschußzahl von rund 1·9. Die Höchsttemperatur im Motor betrug 1500 bis 1550° C bei einem mittleren indizierten Druck von zirka 7·4 Atm., was nicht der stärksten Motorbelastung entspricht. Es wird nun der Einfluß der Wandungen mit bezug auf die Gastemperatur untersucht und der Exponent der Expansionslinie ermittelt, der bei mittleren Belastungen etwa proportional mit dem Kolbenhub zunimmt und zwischen 1·35 bis 1·45 liegt. Er ist abhängig von der chemischen Zusammenzetzung der Ladung und deren Temperatur, von der Größe der abkühlenden Oberfläche in einem bestimmten Hubpunkte, von der Dauer der Berührung der abkühlenden Oberfläche mit der Ladung, von der Vollkommenheit der Verbrennung, der mehr oder weniger großen Wärmezufuhr an die Ladung infolge von Nachbrennen und von der Dichtheit des Kolbens und der Ventile. Diese einzelnen Faktoren werden ausführlich erläutert und der Verlauf der Expansionslinie an der Hand von zahlreichen Diagrammen illustriert. Erst wenn die Exponentenkurve aus der Geraden, die dem Gütegrad in der Nähe des erreichbaren Höchstwertes entspricht, am Anfang der Expansion in die gekrümmte Form übergeht und sich einer Parabel nähert, ist eine merkbare Verschlechterung des Gütegrades zu erwarten.

Der günstigste thermische Wirkungsgrad betrug 79% bei einem mittleren indizierten Druck von 6·9 Atm.

(Z. d. V. D. I., 276, 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Polsucher. Dr. E. Rosenberg gibt einen handlichen Apparat zur Bestimmung der Pole einer im Betrieb befindlichen Maschine an, der aus einer an einer Handhabe befestigten Spule mit leichtem Eisenkern besteht, die an ein Millivoltmeter angeschlossen ist. Die Spule wird mit dem Magnetpol in Berührung gebracht und rasch abgezogen; aus dem Ausschlag des Millivoltmeters ist die Polarität zu bestimmen. Da die Empfindlichkeit ausreicht, den remanenten Magnetismus in Maschinen festzulegen, so kann der Apparat zur Prüfung von Wendepolmotoren für Straßenbahnwagen dienen, um zu erkennen, ob der Motor, dessen letzte Drehrichtung man kennt, als Motor oder als Generator gelaufen ist, das heißt ob der Führer dynamisch gebremst hat.

Die Spule mißt außen 44, innen 19 mm; sie ist 63 mm lang, wovon 50 mit 580 Windungen 0·8 mm Draht bewickelt sind. Der Kern ist 10 mm stark; der Spulenwiderstand beträgt 1·5 Ohm.

(E. T. Z., Heft 30 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Thermoelektrisches Verfahren zur Bestimmung der Reinheit von Platingeräten. G. K. Burgess und P. D. Sale. Aus einigen früheren Versuchen über die Verdampfung der Metalle der Platingruppe schien man die Hoffnung geschöpft zu haben, die Reinheit von Platingeräten beurteilen zu können aus dem Verdampfungsverlust bei einer bestimmten Temperatur, etwa bei 1200°. Dieses Verfahren würde aber bestenfalls eine zeitraubende und schwierig durchzuführende Operation sein. Das genaueste Verfahren zur Bestimmung des Reinheitsgrades von Platin scheint die Messung seines Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes zu sein. Diese Messung kann in zweckmäßiger Weise jedoch nur mit Drähten ausgeführt werden. Hingegen kann die thermoelektrische Kraft von Platin gegen viele seiner Legierungen für ein einfaches und genaues Verfahren zur Bestimmung der Reinheit benutzt werden. Am Rand des Platingegenstandes, zum Beispiel eines Tiegels werden zwei reine Platindrähte von kleinem Durchmesser (0·1—0·2 mm) angeschweißt. Die Drähte stehen in Verbindung mit einem Pyrometergalvanometer oder Millivoltmeter. Die eine Verbindungsstelle wird dann mittels Gebläsebrenner erhitzt und die andere durch einen Luftstrom kühl gehalten. Die Temperaturen werden gemessen durch ein Thermoelement. Bei den derart untersuchten Platingeräten verschiedener Herkunft bewegt sich die gemessene EMK zwischen 0·00 und 6·95 MV, welch letzterer Wert einem Gehalt von 2·78% Ir entspricht. Für die beschriebene Versuchsanordnung wird die Verunreinigung leicht bis auf 0·01% bestimmt.

(Z. anorg. Ch., 25. 8. 1914.)

Anwendungen des Einfadenelektrometers in der drahtlosen Telegraphie. Theodor Wulf. Der Firma Heraeus ist es gelungen, Wollastonfäden aus Aluminium mit einem Durchmesser von 4 μ und darunter herzustellen. Diese Fäden haben eine achtmal geringere Masse als gleichdicke Platinfäden und sonach bei derselben Spannung eine kürzere Schwingungsdauer und stärkere Dämpfung. Derartige Fäden eignen sich ganz besonders zur Verwendung in registrierenden Elektrometern und ein solches kann mit Erfolg als Empfangsinstrument in der drahtlosen Telegraphie angewendet werden. Die üblichen Empfangsapparate beruhen auf der elektromagnetischen Wirkung der ankommenden Wellen. Diese eintreffende Energie ist jedoch abwechselnd als strömende und ruhende Elektrizitätsmenge vorhanden, so daß man ebensogut auch die elektrostatischen Wirkungen ausnutzen kann. Die hohe Empfindlichkeit und rasche Einstellung machen nun das Einfadenelektrometer zu einem für diese Zwecke besonders geeigneten Instrument. Die Schaltung ist in der Fig. 1 angedeutet. Die Antenne ist durch eine regulierbare Selbstinduktion *S* mit Erde verbunden. In einem zweiten Stromkreis liegt ebenfalls eine Spule *R*, der Detektor *D* und eine Kapazität *C*, wobei die Koppelung galvanisch oder induktiv sein kann. Mittels des Elektrometers *E*, das zur Erhöhung der Empfindlichkeit mit Fremderregung geschaltet ist, wird die Spannung des Kondensators gemessen. Das Elektrometer beeinflußt den Schwingungskreis also nur insoweit, als es die Kapazität ein wenig vergrößert. Durch Umlegen der Wippe *W* bei *A* kann eine regulierbare Hilfsspannung an den Detektor gelegt werden, was jedoch bei Kontaktdetektoren überflüssig ist. Das Einfadenelektrometer kann auch mit Vorteil zur genauen Uhrvergleichung verwendet werden, und zwar sowohl für Chronometer ohne Pendel als auch insbesondere in sehr einfacher Weise für Pendeluhren. Schließlich eignet sich das Elektrometer in vorzüglicher Weise zur Untersuchung der Detektoren, insbesondere in bezug auf die Güte ihrer Ventilwirkung. Es kann dies auf verschiedene Weise geschehen, so zum Beispiel sehr einfach unter Verzicht auf die ankommenden Wellen dann, wenn, wie bei den Kristalldetektoren, langsame Spannungsänderungen ebenso wirken wie Hochfrequenzwellen. In den Sekundärkeis (siehe die Fig. 1), wird bei *P* ein Potentiometer eingeschaltet, mit dessen Hilfe eine beliebige Spannung an den Detektor gelegt werden kann. Um atmosphärische Störungen zu vermeiden, wird die Antenne zweckmäßig ganz abgeschaltet. Wird die Wippe umgelegt, so liegt der Punkt *A* durch die Spule *S* an Erde und am Detektor liegt die Spannung *B*, die durch den Widerstand *P* geregelt und an einem Voltmeter abgelesen werden kann. Der Kondensator und das Elektrometer laden sich auf das Potential des Punktes *B*. Beim Umlegen der Wippe entladet sich der Kondensator über *R* zur Erde, wobei jedoch der Strom in ent-

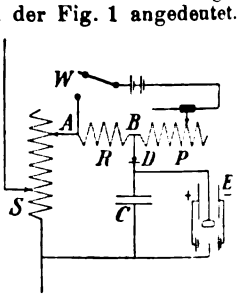


Fig. 1.

Digitized by Google

gegengesetzter Richtung durch den Detektor fließen muß. An der Geschwindigkeit des Elektrometerfadens sieht man dann sofort, ob und in welchem Grade die Leitfähigkeit des Detektors in beiden Richtungen verschieden ist.

(Phys. Zeitschr. Nr. 12, 1914.)

Stromverteilung.

Verteilung in Hochspannungsanlagen für Kraftzwecke. F. D. Nims beschreibt die Einrichtungen, die die Western Canada Power Comp. in Vancouver für die Verteilungsnetze getroffen hat. Von der 56 km östlich von Vancouver gelegenen Zentrale bei Stave Falls wird Vancouver versorgt und bei Sumas werden 5000 *kW* bei 60.000 *V* an eine Elektrizitätsgesellschaft abgegeben. Die Leitung besteht aus Aluminiumkabel mit Stahldrahteinlage, welche an Holzmasten in 76 m mittlerer Spannweite mittels Dreifachmantelisolatoren befestigt sind. Diese sitzen auf eisernen Bolzen, welche klammerartig in den Querarm eingreifen. Eine zweite Leitung aus Hartkupfer an Eisenmasten führt 53 km lang nach Ardley, in der Mitte des zu versorgenden Gebietes, wo die British Columbia El. Ry. mit 60000 *V* gespeist wird. Dort findet auch die Spannungserniedrigung auf 12000 *V* zur Verteilung nach Vancouver und New Westminster statt. Dieses Niederspannungsnetz ist als einfache Leitung in einer Schleife auf Holzmasten verlegt; was der Verlegung von Doppelleitungen auf einem Mast vorzuziehen ist. Eine weitere Spannungserniedrigung auf 2300 *V* findet an einzelnen Speisepunkten mittels dreier 50 *kW*-Transformatoren statt, die auf Holzmasten montiert sind, nur bei Vancouver sind Transformatorstationen mit drei 333 *kW*-Transformatoren mit Wasserkühlung eingestellt, die auf einem Holzgerüst aufgebaut sind, das mit verzinktem Eisenblech überdeckt ist. Von Zeit zu Zeit werden diese Unterstationen von einem Wächter beaufsichtigt, der den Wasserzufluß kontrolliert. Mit der Niederspannung von 2300 *V* wird die Energie in Vancouver und New Westminster mittels Bleikabel verteilt. Die Kabel werden in 10 bis 15 cm Abstand in 76 cm tiefen Graben eingelegt. Der Verfasser beschreibt eingehend die Einrichtung dieser Kabelleitung (Muffen, Verteilungskasten usw.) und gibt bezüglich der Kosten folgendes an. Die Gesamtlänge beträgt 22·9 km, die Kabel kosten K 224 370; die Verlegungsarbeiten stellen sich je nach Art des Straßenbaues zwischen 20 und 8 Heller pro m Kabelleitung, rechnet man dazu die Kosten für die Kabelarmaturen so stellen sich die Gesamtkosten auf K 460 510, das ist K 20·3 pro m. Das Kabel besteht aus drei einzeln mit Papier isolierten Kupferlitzen von sektorförmigem Querschnitt; über die drei Litzen ist abermals ein Papierband gelegt und darauf der 3·1 mm dicke Bleimantel gepreßt. Um diesen ist eine Lage Jutegarne und darüber sind in gleicher Windungsrichtung zwei Lagen Stahlbänder 1 mm dick und 37·5 mm breit gewickelt; darüber liegt eine Lage imprägniertes Jutegarn. Das Kabel für 4000 *V* hat einen Außendurchmesser von 34·5 mm. (Proc. Am. Inst. El. Eng., Aug. 1914.)

Leitungen.

Telephonluftkabel. Fr. Brock beschreibt die Betriebstelephonleitung vom Kraftwerk Monfalcone nach Rojano bei Triest, für welche von der Siemens Halske A. G., Wernerwerk, ein Telephonkabel mit Bleimantel und geschlossener Stahldrahtarmatur von hoher Zugfestigkeit gewählt wurde. Durch bewegliche Abspannvorrichtungen und pendelnde Aufhängungen wird das an den 500 m entfernten Stützpunkten der Hochspannungsfernleitung 1·5 m tiefer als diese befestigte Kabel in jeder Richtung frei beweglich gemacht. Das Kabel enthält zwei Adern von 1·13 mm Draht mit Papier hohl umsponnen, dann gemeinsam gebändert und mit Blei umpreßt. Die Armatur besteht aus 20 je 2 mm dicken verzinkten Stahldrähten. Bei 0·9 kg Gewicht pro Meter ist der Außendurchmesser des Kabels 15·5 mm. Zur Verbindung der Kabelstücke dienen besondere Muffen. Die Armatur ist mit flexiblen Kupferseilen mit der Eisenkonstruktion verbunden und bildet so ein Erdungsseil. Die Kabellänge beträgt 26·7 km; die Dämpfungskonstante $\beta L = 1{\cdot}8$. Auch bei 100 *A* Belastung der Hochspannungsleitung waren keine Nebengeräusche im Telephon zu vernehmen. Die Anlagekosten stellen sich auf K 1730 gegen K 1400 bei einer gewöhnlichen Telephonleitung mit Erdungsseil. Demgegenüber hat man aber beim Telephonkabel den Vorzug, daß man gewöhnliche und nicht besonders isolierte Apparate verwenden und mit der Leitung näher an die Hochspannung heranrücken, also niedrigere Maste aufstellen kann. (Mitteil. Ver. Elektr.-W. Nr. 154, Juli 1914.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Die Verwendung des elektrischen Antriebes bei Baggern in Goldwäschereien. G. B. Rosenblatt. Zur Betätigung des Siebes, durch welches das grobe vom feinen Gestein geschieden werden soll, ist ein Drehstrommotor mit Kurzschlußanker zu empfehlen, der das rotierende Sieb am besten mittels Riemen antreibt. Der große Wasserbedarf des Betriebes erfordert Zentrifugalpumpen, die zirka 40% des gesamten Kraftbedarfs beanspruchen; auch hier ist der Antrieb mit Drehstrommotoren mit Kurzschlußanker empfehlenswert. Das taube Gestein wird durch einen Fördergurt fortgeführt, der am Ende der Bahn durch einen Elektromotor gleicher Type angetrieben wird; dieser muß mit Rücksicht auf die Wasserniederschläge entsprechend gebaut sein. Er steht in einem Zelt, in welches im Winter Dampf zur Heizung eingeführt wird.

Von den verschiedenen Typen von Baggern ist der Bagger mit beweglicher Eimerkette am meisten verbreitet. Zum Antrieb der letzteren ist ein Motor mit veränderlicher Tourenzahl und hoher Anzugskraft, wie bei Hebezeugen erforderlich. Dieser Motor verbraucht 35 bis 45% der Leistung, die der Bagger überhaupt benötigt. Seine Größe richtet sich nach dem Fassungsraum und der Zahl der Eimer. Bagger mit 18 Eimerhüben pro Minute zu 0·14 m³ Fassungsraum benötigen Motoren für 75 *PS*, während Maschinen mit 22·5 Eimern von 0·476 m³ Motoren für 550 *PS* beanspruchen. Die Belastung des Motors ist während des Betriebes eine äußerst rasch wechselnde und schwankt zwischen Leerlauf und Überlastung in der kürzesten Zeit. Am besten eignen sich hiezu Induktionsmotoren mit Phasenanker und Regelung mittels Flüssigkeitswiderstand. Der Motor darf sich bei Dauerbelastung nur um 40° C in der Temperatur erhöhen und um nicht mehr als 55° C, wenn er durch zwei Stunden ein um 25% höheres als das normale Drehmoment bei 75% der der synchronen Tourenzahl abgibt. Das maximale Drehmoment muß 2·5 mal so groß als das normale sein. Auf die gute Erhaltung der Lager (Ringschmierung oder Tropfölschmierung) des Motors, der durch eine Rutschkupplung die Eimerkettenwelle antreibt, ist besonderes Gewicht zu legen.

Kleine Motoren können mittels Widerständen und gewöhnlichen Trommelreglern, größere mittels Hüpfern und Meisterschaltwalzen geregelt werden. Für die größten Motoren (550 *PS*), die in Natoma in Verwendung stehen, sind aber Flüssigkeitswiderstände mit künstlicher Kühlung eher am Platz.

Die Wirtschaftlichkeit des Betriebes spielt hier eine große Rolle; deshalb muß auf niedrige Strompreise besonders geachtet werden. Dies ist bei Wasserkraftanlagen, die oft in der Nähe von Goldwäschereien liegen, auch immer der Fall. Bagger mit Eimer für 0·14 bis 0·21 *m*³, die im Monat 45.000 bis 75.000 *m*³ Erde fördern benötigen 1·6 bis 2·2 *kWh* pro 1 *m*³, größere Bagger etwas weniger. (Proc. A. I. E. E., August 1914).

Elektrische Apparate.

Kathodischer Oszillograph, System Dufour. Zu funkentelegraphischen Zwecken wurde von A. Dufour eine Änderung der Braunschen Röhre vorgenommen, die eine photographische Registrierung nicht nur der periodischen, sondern auch der nichtperiodischen elektrischen oder magnetischen Erscheinung ermöglicht. Der fluoreszierende Schirm der Braunschen Röhre ist durch eine photographische Platte ersetzt, welche die Kathodenstrahlen empfängt. Um auf einer kleinen Platte eine große Strahlenbahn wiedergeben zu können, läßt man auf die Kathodenstrahlen zwei Felder einwirken. Das eine ist ein wechselndes Feld von 1000 Perioden, das durch einen singenden Lichtbogen erzeugt wird und bewirkt, daß die Strahlenbahn auf der Platte eine Gerade darstellt. Diese Gerade wird durch ein zweites Feld konstanter Richtung, das senkrecht zum ersten Feld liegt, in eine sinusförmige Kurve umgeformt, die aus zahlreichen kleinen Geraden zusammengesetzt ist und dieses zweite Feld wird plötzlichen Stromänderungen unterworfen, deren Dauer etwa $^1/_{1000}$ Sek. beträgt.

Die zu untersuchende elektrische oder magnetische Erscheinung wirkt auf die Kathodenstrahlen in der Weise, daß die durch sie hervorgerufene veränderliche Ablenkung der Strahlenbahn senkrecht zu der durch das erste Feld hervorgerufenen Geraden liegt. Kompliziert wird die Methode dadurch, daß die zu messende Erscheinung während der Dauer der Veränderung des zweiten Feldes erzeugt werden muß, das ist während $^1/_{1000}$ Sek. Um ein kräftiges Kathodenstrahlenbündel zu erzeugen, entsprechend einem kräftigen Lichtbild, wird eine elektrostatische Maschine von großen Abmessungen verwendet. Im Vergleich mit der Drehspiegelmethode (beispielsweise bei Messung der Kondensatorentladung) bietet diese Methode den Vorteil, daß die Veränderung der zu untersuchenden Größe in Form einer Verschiebung der Strahlenbahn wiedergegeben wird, die viel leichter zu messen ist, als die Änderung der Lichtstärke bei der Drehspiegelmethode. Nach den von Dufour vorgenommenen Vorversuchen entspricht 1 mm Kurvenlänge auf der Platte einem Zeitabschnitt von etwa $^1/_{3\,000\,000}$ Sek.

(Revue Electrique, 3. 7. 1914.)

Digitized by Google

Telegraphie und Telephonie.

Transformatoren für Vierer-Telephonleitungen und gleichzeitige Telegraphie und Telephonie. Bis vor Kurzem wurde für die Abwicklung von Telephongesprächen über Viererleitungen ebensowohl wie für das Telegraphieren über Telephonleitungen (Simultan-Telegraphie) die von Cailho angegebene, in den Fig. 2 und 3 dargestellte Schaltungsweise verwendet. Hiebei kamen an beiden Enden Gabelspulen und Transformatoren zur Verwendung. Diese Schaltungsweise war mit zwei Übelständen verbunden: einerseits wurden die Sprechströme trotz des hohen Selbstinduktionskoeffizienten der Gabelspulen stark gedämpft, andererseits die Rufströme niederer Periodenzahl derart geschwächt, daß keine Rufsignale mehr ankamen. Zur Vermeidung dieser Übelstände ist angezeigt, an beiden Enden bloß einen Differential-Transformator zu verwenden, wie dies in den Fig. 4 und 5 schematisch dargestellt ist.

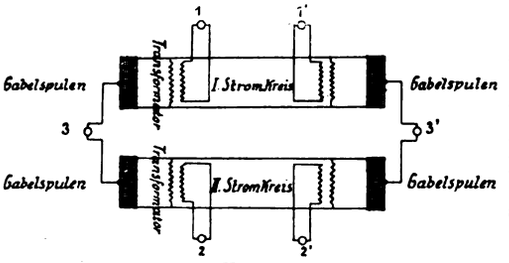


Fig. 2.

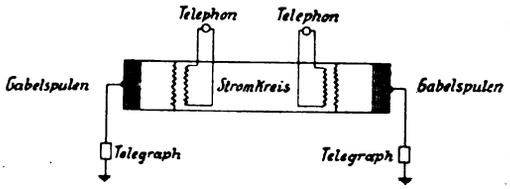


Fig. 3.

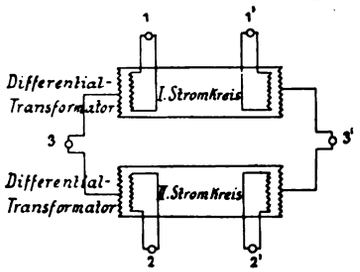


Fig. 4.

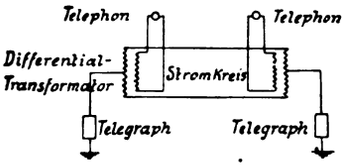


Fig. 5.

Diese Transformatoren werden gewöhnlich hinter dem Verteiler angebracht, jede der Leitungen endet in einer eigenen Klinke des interurbanen Schalttisches, so daß die Verbindungen, wenn es sich um Viererleitungen handelt, direkt mit derselben, wenn Stammleitungen in Betracht kommen, immer über einen Transformator vorgenommen werden. Der Rufstrom verläuft im letzteren Falle immer über den Transformator, um sicher aufrufen zu können, muß daher eine Stromquelle niederer Frequenz mit hoher Spannung vorgesehen werden. Von der französischen Telegraphenverwaltung wurden folgende Bedingungen für die Lieferung des Transformators vorgeschrieben.

1. Möglichst geringe Dämpfung der Telephonströme.
2. Möglichst gute Übertragung eines Rufstromes von 20 Perioden und einer Anfangsspannung von 70 *V*.
3. Möglichst vollkommenes magnetisches Gleichgewicht der beiden Transformatorwindungen, was in einer möglichst niederen Induktanz der beiden Windungen gegeneinander bei offener Primärwicklung in Erscheinung tritt.
4. Vermeidung eines Überhörens (Mitsprechens).

Der diesen Bedingungen am nächsten kommende Transformator weist bei einer Frequenz $\omega = 2\pi n = 5000$ folgende elektrische Eigenschaften auf:

Impedanz bei geöffneten Sekundärstromkreis $Z_0 = 8360\ (+\ 86^0\ 58')$.
„ „ geschlossenem „ $Z_c = 152\ (+\ 49^0\ 30')$.
Charakteristik . . . . . $Z = 1126\ (+\ 68^0\ 14')$
Dämpfung . . . . . $\beta = 0{\cdot}12$.

Selbstinduktion der beiden Wicklungen gegeneinander bei offenem Sekundärstromkreis $l = 0{\cdot}14$ Millihenry.

Der Gleichstromwiderstand der beiden Wicklungen zusammen betrug 39 Ohm. Das Gewicht des Transformators 1·44 kg.

Bei den früher verwendeten Gabelspulen betrug die Charakteristik $Z = 1289\ (+\ 38^0\ 30')$, die Dämpfung $\beta = 0{\cdot}29$.

Der Gleichstromwiderstand der beiden Wicklungen = 80 Ohm. Die neuen Spulen gestatten sonach eine weit bessere Ausnutzung der Telephonleitungen zum Doppelsprechen und gleichzeitigem Telegraphieren.

(Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones, Juni 1914.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Ein neues radiotelephonisches System. Dr. Ing. L. Kühn. Die bisher bekannten Methoden, durch Mikrophone elektrische Schwingungen akustisch zu beeinflussen, haben bei 1 *kW* eine Grenze. Um größere Energiemengen, wie sie von Hochfrequenzmaschinen geliefert werden, zu beherrschen, wird nach den Angaben des Verfassers die Permeabilität einer von den hochfrequenten Schwingungen erregten Spule durch eine den Tonschwingungen konforme Hilfsmagnetisierung beeinflußt, wodurch im gleichen Rhythmus die Hochfrequenzschwingungen beeinflußt werden. Man denke sich einen geschlossenen Eisenkern der eine von den Strömen einer Hochfrequenzmaschine erregte Wicklung, eine zweite an Antenne bzw. Erde angelegte und eine dritte von Gleichstrom regelbarer Stärke erregte Wicklung besitzt. Bei einer gewissen Gleichstromstärke ist das System auf Resonanz und in der Antenne fließt der maximale Strom. Ändert man die Gleichstromerregung, so wird das System verstimmt und der Antennenstrom nimmt ab und zwar bei abnehmender Gleichstromerregung stärker als bei zunehmender. Die günstige Ökonomie wird man erhalten, wenn die größte Änderung der Schwingungsenergie durch die kleinste der Gleichstrom- oder Tonstromenergie hervorgerufen wird, das heißt, wenn die die Beziehungen zwischen Antennenstrom und Gleichstrom ausdrückende Kurve recht steil abfällt. Ist die Kurve eine Gerade, dann wird der Ton rein wiedergegeben.

Bei der wirklichen Schaltung wird anders vorgegangen. Durch die Gleichstrommagnetisierung wird das System von vornherein verstimmt und durch eine andere Wicklung wird nun Tonstrom aufgedrückt, der durch seine positive Amplitude die Erregung verstärkt also das System in Resonanz bringt, durch die negative die Verstimmung noch weiter treibt. So wird durch die geringe Energie des Tonstromes die Energie in der Antenne zwischen einem geringen Minimum und einem hohen Maximum beherrscht.

Die Schaltung zeigt Fig. 6. Der Hochfrequenztransformator *B* hat eine an den Hochfrequenzgenerator *A* angeschlossene, eine zweite an Antenne *C* und Erde über ein Meßinstrument angelegte Wicklung; ferner die von der Batterie *E* gelieferte Gleichstrommagnetisierungswicklung, die durch Drosselspulen D_1 D_2 gegen Eindringen von Schwingungen geschützt ist und endlich die Tonstromwicklung des Kreises *F*, die an die Sekundäre des „Tonstromtransformators“ angelegt ist, dessen Primäre an eine Batterie parallel gelegter Mikrophone *M* angeschlossen wird. Diese sind in Reihe mit großen Widerständen *K* an die Gleichstromquelle *L* angeschlossen. Die Widerstände *K* sind so bemessen, daß die Widerstandsänderungen beim Besprechen der Mikrophone keine Änderungen des von *L* ausgehenden Gleichstromes mit sich bringen; dabei treten aber an den Mikrophonen selbst große Potentialschwankungen auf. *J* sind Blockierungskondensatoren, *G* ist ein Schutzkondensator, der das Eintreten von Hochfrequenz in den Sprechstromkreis hindern soll. Diesen Zweck soll auch die Drosselanordnung D_2 verfolgen, welche aus einer Kombination von bifilaren Spulen mit gewöhnlichen Drosselspulen und einem Kondensator in einer Schaltung betrifft, welche für die hochfrequenten Schwingungen undurchlässig ist, aber die Schwingungen des Mikrophonkreises ungehindert passieren läßt.

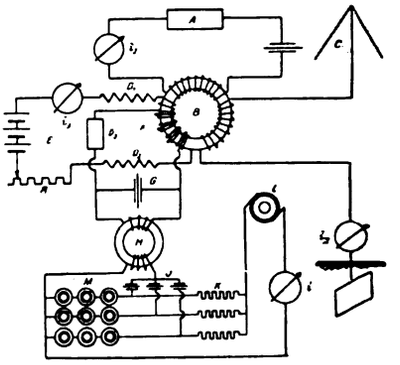


Fig. 6.

Der Verfasser weist an einem Beispiel nach, daß bei 5·8 *A* Tonstrom also 8·7 *VA*-Mikrophonenergie der Strom in der Antenne zwischen 10 und 40 *A* im Rhythmus von 1000 Perioden geändert wurde, so daß dadurch eine Antennenenergie von 8 *KW* beherrscht werden konnte. (E. T. Z. Heft 29, 1914.)

Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen.

Spiegelfelder. Becker. Um den Fahrdienstleiter über die Besetzung der Strecken zu unterrichten, wo das durch den Streckenblock nicht ohne weiteres möglich ist, werden Gleichstrom-Spiegelfelder verwendet. Sie werden mit Stromschließern an die Streckenblockfelder geschaltet und stimmen in ihrer Farbe mit den letzteren überein. Man verwendet sie ferner als Melder für Nebenbefehlsstellen und als Rückmelder der Signalgebung. Das Spiegelfeld besteht aus einem auf einer Grund-

Digitized by Google

platte befestigten doppelpoligen Magnet, zwischen dessen Polschuhen ein Anker drehbar gelagert ist. Bei Erregung des Magneten bewegt sich der Anker und damit eine auf ihm befestigte Farbscheibe im Sinne des Uhrzeigers, wodurch die Verwandlung des Fensters eintritt. Gleichzeitig können durch diese Bewegung die Federn eines Ortsstromschließers bewegt werden. Bei Unterbrechung der Magnetwirkung wird der Anker durch ein Gegengewicht an der Farbscheibe in die Grundstellung zurückgeführt. Die Anlage arbeitet bei einem Felde mit zwei Meidinger-Elementen bis 100 Ohm Widerstand. Außer in den angeführten Fällen kann das Spiegelfeld auch als Nachahmer für Drehscheiben und andere Betriebseinrichtungen verwendet werden.

(Org. f. Fortschritte d. Eisenbahnw., Heft 16, 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Bestimmung von $\frac{e}{m}$ aus Messungen von Thermionenströmen. Saul Dushman, Schenectady (U. S. A.). Wie Langmuir gezeigt hat, wird die Stärke der aus einer metallischen Oberfläche austretenden Thermionenströme durch die Temperatur und durch die Raumladung beeinflußt. Bei gegebener Potentialdifferenz gilt für die Stärke des aus der erhitzten Kathode austretenden Stromes hinsichtlich der Temperaturabhängigkeit die Richardsonsche Gleichung

$$i = A\sqrt{T}e^{-\frac{b}{T}}.$$

Diese Stromstärke wird nach Überschreitung einer gewissen Temperatur unter dem Einfluß einer durch die emittierten Elektronen erzeugten Raumladung konstant. Für diesen Grenzstrom gilt im Falle eines erhitzten Fadens in einer konzentrischen zylindrischen (unendlich langen) Anode die Beziehung

$$i = \frac{2\sqrt{2}}{9}\sqrt{\frac{e}{m}}\frac{V^{\frac{3}{2}}}{r};$$

i ist auf die Längeneinheit des Fadens bezogen und r bedeutet den Radius der Anode. Diese Gleichung könnte zur Bestimmung von $\frac{e}{m}$ verwendet werden und Dushman hat entsprechende Versuche unternommen, um ihre Gültigkeit zu prüfen. Die Ergebnisse dieser Versuche bestätigen im Intervall von 35 bis 136 V die Langmuirsche Beziehung, die sonach zur Ermittlung von $\frac{e}{m}$ tatsächlich herangezogen werden kann. Die Versuche bekräftigen auch die Langmuirsche Theorie, derzufolge von seiten erhitzter Metalle eine reine Etektronenemission stattfindet, die lediglich eine Funktion der Temperatur ist, nicht aber, wie vielfach angenommen wurde, ein Sekundäreffekt durch die Gegenwart von Gasen. (Phys. Zeitschr. Nr. 14, 1914.)

Strahlungslehre.

Radiumähnliche X-Strahlung. F. Dessauer, Frankfurt a. M. Die Durchdringungsfähigkeit der γ-Strahlen der radioaktiven Substanzen übertrifft die der Röntgenstrahlen in beträchtlichem Maße. Der Absorptionskoeffizient der γ-Strahlen schwankt nach Rutherford zwischen 0·5 und 0·115 cm^{-1}. Hingegen haben gewöhnliche Röntgenstrahlen einen Absorptionskoeffizienten von 8 bis 4, harte einen solchen von 4 bis 2. Diese Verhältnisse sind von besonderer Bedeutung für die Medizin. 1 cm Körperfleisch absorbiert 90 bis 30% der Röntgenstrahlen, jedoch nur 8 bis 4% der γ-Strahlung. Da die radioaktiven Stoffe in geringer Menge vorhanden, sehr teuer und im Vergleich zu den Röntgenröhren weit weniger strahlungsergiebig sind, so wäre es von größtem Vorteil für die Medizin, insbesondere für die Krebsheilkunde, wenn sie über eine Röntgenstrahlung von der Penetrationskraft der γ-Strahlung verfügen könnte. Dessauer hat nun entsprechende Studien unternommen. Es zeigte sich zunächst, daß die Strahlenmischung einer Röhre von der die Röhre durchsetzenden Entladung abhängt, und insbesondere, daß der Anteil an härteren Strahlen mit sinkender Frequenz und wachsender Spannung steigt. Ferner ist er in den Kurventeilen einer Entladung, die die höchste Spannung führen, größer als in den Kurventeilen geringerer Spannung und nimmt auch mit wachsender Stromdichte an der Kathode zu. Es gelang, die Apparate auf Grund der gewonnenen Erfahrungen so zu verbessern, daß man tatsächlich eine Röntgenstrahlung vom Absorptionskoeffizienten 0·1 und darunter erhalten kann, die also vollkommen der γ-Strahlung entspricht. Hiebei ist das Intensitätsverhältnis der Strahlung der radioaktiven Präparate zu der der X-Strahlen 1 : 500 bis 1 : 1000. Hieraus erhellt die große medizinische Bedeutung der Untersuchung; die künstliche Herstellung großer Mengen von γ-Strahlen ist überdies von größtem Vorteil für die weitere Erforschung ihrer Eigenschaften. (Phys. Zeitschr. Nr. 15, 1914.)

Über den Austritt von Elektronen aus Glühdrähten bei verzögernden Potentialen. Walter Schottky, Steglitz. Die Entdeckung der lichtelektrischen Erscheinungen und der Glühemission von Elektronen hat zu einer bestimmten Problemstellung der Elektrizitätaleitung im höchsten Vakuum geführt. Die Oberfläche eines Leiters von konstantem Potential emittiert im Vakuum eine Anzahl gleichartiger elektrischer Teilchen mit bestimmter Geschwindigkeitsverteilung, wobei in gegebener Entfernung dieser emittierenden Oberfläche eine Auffangelektrode gegenübersteht, deren Potential sich von dem der Aussendeelektrode unterscheidet. Die elektrischen Teilchen unterliegen auf dem Wege durch den Raum keinen anderen Kräften als den beschleunigenden oder zurückstoßenden Kräften des elektrischen Feldes zwischen den Elektroden. Alle Teilchen, die unter diesen Bedingungen die Auffangelektrode erreichen, werden dort absorbiert und der abfließende Strom wird gemessen. Es erhebt sich nun die Frage nach der Gestalt der Stromspannungskurve, die man bei gegebenen geometrischen Verhältnissen durch Variierung der Spannung zwischen den Elektroden bei dieser „widerstandslosen" Form der Elekrizitätsleitung erhält. Schottky hat zunächst den Strom, der bei stärkeren verzögernden Potentialen von der Längeneinheit eines Glühdrahtes zu einem koaxialen Zylinder übergeht, unter der Annahme Maxwellscher Austrittsgeschwindigkeiten berechnet. Bei großen Stromstärken und geringen verzögernden Potentialen wird eine Herabminderung des so berechneten Stromes durch die zurückstoßenden Kräfte der übergehenden Ladungen angenommen und es ergibt sich ein Ausdruck für das Potentiale, bei dem diese Wirkung aufzutreten beginnt. Die Versuche zeigen diesen Effekt in der Tat in den erwartenden Größenverhältnissen; für das Gebiet, in dem er verschwindet, ergeben die Messungen im ganzen eine Bestätigung des Maxwellschen Verteilungsgesetzes für die aus Kohle und Wolfram austretenden Elektronen bei mittleren und hohen Glühtemperaturen. Immerhin scheinen gewisse Abweichungen im Sinne größerer Geschwindigkeiten zu bestehen, die außerhalb der Versuchsfehler liegen. Wie bei den lichtelektrischen Versuchen von Compton wird ein deutlicher Einfluß der Kontaktdifferenz zwischen Glühdraht und Zylinder festgestellt. In einigen Fällen ergibt sich durch Vergleich von Messungen mit demselben Glühdraht und verschiedenen Elektroden in guter Übereinstimmung mit bekannten Messungen in ionisierter Luft die Voltadifferenz zwischen den kalten Elektroden.

(„Ann. d. Phys." Nr. 15, 1914.)

Literatur-Bericht.

Elektrizitätszähler für Gleich-, Wechsel- und Drehstrom, deren Theorie, Beschreibung und Eichung. Von H. W. L. Brückmann, Konservator des physikalischen und elektrotechnischen Laboratoriums der Technischen Hochschule in Delft. Leipzig 1914 bei Oskar Leiner.

Auf 224 Seiten mit 206 Abbildungen wird dieses Sondergebiet behandelt. In der Entwicklung des Zählers widerspiegelt sich jene der gesamten Elektrotechnik. Jene folgt dieser, indem sie ihre Bestrebungen unterstützte. Aus dem zarten Meßinstrument der Physik ist ein widerstandsfähiges Massenerzeugnis von wissenschaftlicher Genauigkeit, technischer und kaufmännischer Wirtschaftlichkeit entstanden. Kein Wunder, wenn ihm überall und stetig große Wichtigkeit beigemessen wird, nicht nur von den wenigen Spezialkonstrukteuren, sondern auch im weiten Kreise der Verwender. Die Überland-Elektrizitätswerke zwangen zur möglichsten Wohlfeilheit des Zählers, weil es galt dem ärmsten Mann Licht und Kraft, rechtlich bemessen, abgeben zu können.

Die geschichtliche Einführung des Buches ist lehrreich; sie verrät aber, daß der Verfasser nicht immer auf den Ursprung zurückgehen konnte, was man bei der vielverzweigten und historisch nicht gesichteten technischen Literatur erklärlich finden muß.

In den „Prinzipien und Anforderungen" werden die Vorteile der mit der Billigkeit verbundenen Genauigkeit der Fabrikation gemäß der neuzeitlichen Massenerzeugung, hervorgehoben, wobei noch mehr Gewicht auf kräftige Ausführung und auf großes Drehmoment zu legen wäre. Jene verlängert die Lebensdauer des Zählers und vermindert die Erhaltungskosten, diese eliminiert den Einfluß der Reibung und macht die Zählerangaben dauernd unabhängiger.

Die Elektrolytzähler werden trotz ihrer Mißerfolge immer noch emsig versucht. Auch die Magnet-Motorzähler haben in der Praxis nicht jenen großen Wert, den man ihnen oft beimißt. Ihre Herstellung ist nicht billiger, als diejenige von Wattstundenzähler, die Spannung auf dem Kollektor ist sehr klein, so daß der Anlauf und die Konstante von der Oxydation abhängig werden; die Reibung kann schwer ausgeglichen werden. Der Gewinn, daß sie keinen Eigen-

Digitized by Google

verbrauch besitzen, geht verloren, weil sie geringe Ströme, Kleinverbrauch, nicht registrieren können.

Der Verfasser kommt auf die Zählwerksreibung erst bei den Wattstundenzählern. Er bemerkt richtig, daß ein Andrücken und abermaliges stärkeres Anpressen der Bürsten an den Kommutator, mit dem man bei einem schon nicht ganz rundem Kommutator das Funken vermeiden will, zum Verderben führt.. Deshalb ist es gut, wenn die Bürsten nur durch ihr Eigengewicht an den Kommutator anliegen, wie dies neueste Bauweisen tatsächlich aufweisen.

Die Reibung der Springzählwerke vermindert eine von Otto Titus Bláthy patentierte Anordnung, bei welcher nicht die letzte, sondern auch die vorletzte Trommel beständig angetrieben wird.

Das Eisen der Kompensationsspule (Seite 57) wird nicht nur durch das Spannungsfeld beeinflußt, sondern liegt auch im Hauptfelde, das sich von 0 bis 100% ändert.

Die Beschreibungen der einzelnen Zählertypen sind teils aus den Preislisten der Firmen, teils den Beschreibungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin entnommen.

Die wissenschaftlichen Grundlagen der Arbeitsmessung und die Theorie der Wechselstrom-Wattstundenzähler sind sehr gut vorgebracht. Von dem Einzeleinflusse des Bremsmagneten, der Scheibe, der Frequenz usw. hätte man mehr vertragen können, allein diese Erfahrungen kommen natürlich als Sonderwissen Einzelner nicht nur gegenüber, den übermächtigen kapitalistischen Kaufherren, sondern auch der wenig dankbaren Allgemeinheit, erst sehr spät, als wissenschaftliche, meist längst überholte, Nachgeburt, oder nie in die Öffentlichkeit.

Die Untersuchung des Zählers wird sehr treffend eingeleitet, beschränkt sich später aber wieder auf die Beschreibung der einzelnen Ausführungen verschiedener Firmen. Im Anhange „Gesetzliche Bestimmungen" gibt das Buch einfach die Sonder-Ausgabe der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt an, ausgenommen die verdienstvolle und praktische Tabelle: „Auszug der Eichvorschriften verschiedener Firmen.

Dem Arnometer mit seiner Messung der wattlosen Leistung wird volle Ausführlichkeit geboten. Ob das zugrundeliegende Zahlprinzip außer in Italien weiteren Eingang finden wird, mag wohl offen stehen.

Die wichtigsten Zählerdaten, Seite 216, haben deshalb wahren Wert, weil sie aus eigenen Messungen des Verfassers zusammengestellt sind, was seiner Stellung entspricht.

Alles, was man von einem aufklärendem Lehrbuche über Zähler erwarten kann, erfüllt dieses Werk durch die gute Wahl des überreichen Stoffes und durch die klare Beschreibung der Zählerkonstruktionen, sowie durch ausreichende Wiedergabe der notwendigen Theorie. Dem Buche gebührt daher Erfolg.

Josef Herzog.

Jahrbuch der österreichischen Elektrizitätswerke und elektrotechnischen Industrie, sowie der Straßenbahnen und elektrischen Kleinbahnen. Herausgegeben vom Compaßverlag, Wien IX./4. Preis K 5.

Von diesem Nachschlagewerk, das einen Separatabdruck aus dem großen Jahrbuch der österreichischen Industrie bildet, ist soeben der Jahrgang 1914 erschienen. Für jeden, der an der Elektrizitätsindustrie irgend welches Interesse nimmt und sich nicht das erwähnte große Jahrbuch anschaffen will, ist diese handliche Spezialausgabe fast unentbehrlich. Sie enthält sämtliche Elektrizitätswerke und Firmen der österreichischen elektrotechnischen Industrie, Straßenbahnen und elektrischen Kleinbahnen. Den zweiten Teil bildet eine internationale Industriestatistik der Elektrizitätswerke und elektrotechnischen Industrie und die Darstellung der einschlägigen Kartelle. Daran schließt sich das vollständige Warenverzeichnis aus dem Jahrbuch der österreichischen Industrie, welches unter fast 7000 Artikeln sämtliche Firmen anführt, welche dieselben erzeugen. Der neue Jahrgang wird diesem weitverbreitetem Werk, dessen Objektivität durch den vollständigen Ausschluß bezahlter Einschaltungen aus dem redaktionellen Text gesichert ist, gewiß zahlreiche neue Freunde gewinnen.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektromaschinenbau.

(Fortsetzung aus Heft 39/40, Seite 779.)

Wendepole.

Bekanntlich tritt bei Kurzschluß in Netzen, welche von synchronen Einankerumformern mit Wendepolen gespeist werden, häufig das sogenannte Rundfeuer am Kollektor der Umformer auf. Einer Erfindung der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) liegt die Erkenntnis zugrunde, daß das Auftreten dieses Rundfeuers eine Folge der Verwendung der Hilfspole ist. Im Moment des Kurzschlusses entsteht ein bedeutendes Ankerfeld, das sich durch das Eisen der Hilfspole bequem schließen kann. Dieses hohe Ankerfeld erzeugt eine plötzliche Erhöhung der Segmentspannung und verursacht so das Rundfeuer. Hiezu kommt noch die völlige Unwirksamkeit der Wendepole in bezug auf die Kompensation des Ankerfeldes infolge ihrer Sättigung. Nach der Erfindung wird sowohl die Entstehung eines besonders großen Ankerfeldes bei Kurzschluß als auch die Sättigung der Wendepole vollkommen vermieden. Die Wendepole werden ganz ohne oder mit sehr wenig Eisen ausgeführt. Die Wendepolwicklung wird auf einen, im wesentlichen unmagnetischen Körper aufgebracht, und zwar möglichst dicht am Anker, damit ihre Streuung möglichst gering ist. Das bei Kurzschluß auftretende Ankerfeld findet dadurch keinen Eisenweg. Zwecks guter Kühlung kann man den Wendepol hohl machen. In Fig. 9 ist der die Wicklung *w* tragende Teil des Wendepoles nur ein mit Luft ausgefülltes, durchbrochenes Metallgestell. Der Teil *e* des Wendepoles besitzt einen so großen Querschnitt, daß eine Sättigung dieses Teiles auch bei den größten Strömen nicht eintritt.

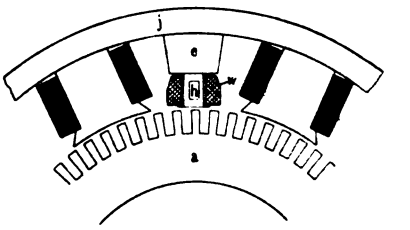


Fig. 9.

(D. R. P. Nr. 272 576.)

Einrichtung zur Beseitigung der Remanenz.

Eine Erfindung der Fried. Krupp Aktiengesellschaft in Essen, Ruhr, bezieht sich auf Anordnungen zur Beseitigung des remanenten Magnetismus mittels einer von Wechselstrom durchflossenen Hilfswicklung auf dem Magnetgestell. In Fig. 10 bedeutet a^1 die durch das Joch *A* verbundenen Pole, *B* die Erreger- und *C* die Hilfswicklung. Diese Wicklung ist durch Leitungen C^1, C^2 mit den Ankerklemmen d^1 und d^2 eines Wechselstromgenerators *D* verbunden, der vom Motor *E* angetrieben wird. In die Leitung C^2 ist eine selbsttätige Schaltvorrichtung eingeschaltet, die zum abwechselnden Öffnen und Schließen des Stromkreises *C*, C^1, *D*, C^2 bestimmt ist. Diese rotierende Schaltvorrichtung besteht im wesentlichen aus einem Zylinder *F* und zwei verschieden einstellbaren Schleifbürsten *I*, I^1. Der Umfang des Isolierzylinders *F* trägt einen sich über einen Zentriwinkel von etwa 300° erstreckenden Schleifkontakt f^1, mit dem beide Bürsten während einer Umdrehung des Zylinders *F* je einmal in und außer Berührung kommen. Der Zylinder *F* wird vom Motor *E* mittels einer Übersetzung angetrieben. Der vom Generator *D* gelieferte Wechselstrom wird bei jeder Umdrehung von *F* einmal unterbrochen und wieder geschlossen. Die Dauer einer Umdrehung von *F* kommt der Dauer von zum Beispiel 3·5 Perioden der von *D* erzeugten, nach einer Sinuskurve verlaufenden Spannung gleich. *I* kommt mit f^1 gerade in einem Augenblick zur Berührung, in dem die Spannung von *E* Null ist. I^1 ist so eingestellt, daß ihre Berührung mit f^1 immer gerade 2·5 Perioden später unterbrochen wird. Während einer Umdrehung von *F* ist die Schließungszeit gleich der Dauer von 2·5 Perioden und die Öffnungszeit gleich der Dauer einer Periode. In Fig. 11 bedeutet *K* die Sinuskurve des Wechselstroms, *M* und M^1 sind die durch die Wicklung *C* fließenden Ströme.

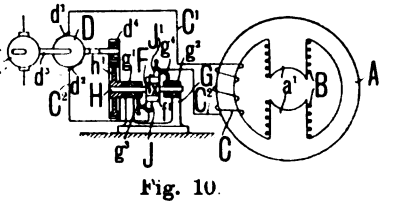


Fig. 10.

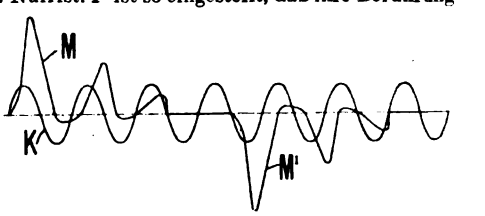


Fig. 11.

(D. R. P. Nr. 272 930.)

Gleichstrommaschinen.

J. Peugeot in Valentigney (Frankreich) gibt eine Gleichstromdynamo mit Gegenkompoundwicklung an, die in Verbindung mit einer parallel geschalteten Batterie bei variabler Umdrehungszahl mit konstanter Spannung arbeitet. Der Anker der Maschine (Fig. 12)

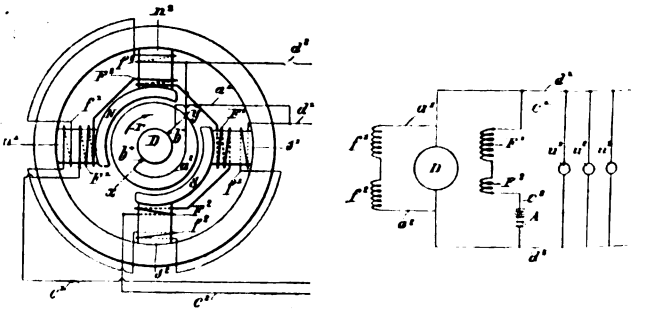


Fig. 12.

Digitized by Google

rotiert im Sinne des Pfeiles *r*. Jeder der Pole *N S* ist mit zwei Kernen n^1, n^2 und s^1, s^2 versehen, wobei jeder Kern eine dickdrahtige Wicklung (F^1, F^2) und eine dünndrahtige Wicklung (f^1, f^2) trägt. Die Wicklungen F^1, F^2 liegen in Serie mit den Akkumulatoren *A* und sind derart gewickelt, daß ihre Amperewindungen sich zu jenen der dünndrahtigen Wicklungen hinzuaddieren, wenn die Batterie Strom in den äußeren Stromkreis schickt. Die dünndrahtigen Wicklungen f^1, f^2 sind durch die Leitungen a^1, a^2 mit den Bürsten *b*+ und *b*— verbunden, von denen Leitungen d^1, d^2 zu dem äußeren Netze (u^1—u^2) führen. Die dicke Wicklung ist ungleich auf den beiden, zu einem Pol gehörenden Kernen verteilt, so daß jeder die dicke Wicklung durchfließende Strom die gleichförmige Verteilung des Magnetismus über die Pole stört und dadurch die neutrale Achse in der einen oder anderen Richtung dreht, je nach der Richtung des Stromes.

Beim Anlassen der Maschine und so lange die Batterie Strom liefert, addieren sich die Amperewindungen der dicken und dünnen Wicklungen, so daß eine Kompoundierung der Maschine eintritt; die neutrale Achse wandert gleichzeitig aus ihrer normalen Stellung (*x*—*y*) in einer Richtung entgegengesetzt zur Rotationsrichtung des Ankers. Wenn die Tourenzahl der Maschine steigt, dann wird der von der Batterie gelieferte Strom kleiner; dadurch wird auch der Kompoundierungseffekt der dicken Wicklungen kleiner und gleichzeitig dreht sich die neutrale Achse zurück in der Richtung der Ankerrotation. Wenn die Dynamo beginnt, die Batterie zu laden, dann ist der Effekt der dicken Wicklung entgegengesetzt jenem der dünnen Wicklung, wobei der totale magnetische Flux sich verringert. Dabei wird die neutrale Achse in der Richtung der Ankerrotation verstellt. Der Effekt dieser Verstellung ist die Unterstützung der angestrebten Veringerung der erzeugten Klemmenspannung. Je größer der von der Batterie gelieferte Strom ist, desto rascher wird die volle Maschinenspannung erreicht; dadurch kann man den äußeren Stromkreis schon bei geringeren Tourenzahlen der Maschine schließen. (B. P. Nr. 7840, A. D. 1913.)

Eine Gleichstrommaschine von F. Newton und Newton Brothers in Derby (England) kann als Umformer, Booster, Dreileitermaschine usw. dienen. *N* und *S* (Fig. 13) sind Hauptpole und S^1 ist ein Hilfspol. Der Anker trägt eine Trommelwicklung, deren Schritt ein Drittel des Ankerumfanges beträgt. Auf dem Kollektor schleifen die primären Hauptbürsten b^1, b^2, die um den dritten Teil des Ankerumfanges voneinander entfernt sind. Die dritte (Sekundär-) Bürste b^3 ist mit einem Ende der Erregerwicklung des Poles S^1 verbunden, während das andere Ende dieser Wicklung mit der Leitung *c* in Verbindung steht. Die Hauptpole *N*, *S* tragen eine Nebenschlußwicklung, während der Pol S^1 eine Haupterregerwicklung besitzt. Die Serienwicklung kann sich auf einen Hauptpol erstrecken und der Nebenschlußwicklung entgegenwirken. Durch eine solche Wicklungsanordnung kann man eine beliebige Spannungs- und Stromcharakteristik im Sekundärkreis erhalten. Wenn durch den Hilfspol S^1 kein Flux geht, dann liegt

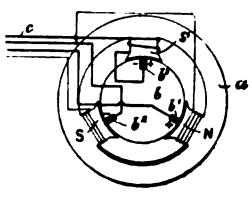


Fig. 13.

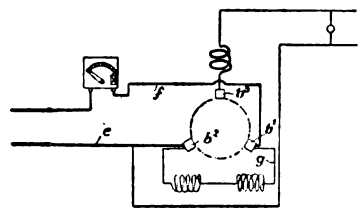


Fig. 14.

das Potential der Bürste b^3 in der Mitte zwischen den Potentialen der Bürsten b^1, b^2. Dabei wirkt die Maschine als Dreileiterausgleichsmaschine. Wenn der Flux im Hilfspol soweit wächst, bis die Hälfte des Fluxes des Poles *N* durch den Hilfspol geht, dann verschwindet die Potentialdifferenz zwischen den Bürsten b^2 und b^3. Die von der Bürste b^3 abzweigende Leitung geht zum sekundären Stromkreis, zum Beispiel einer Bogenlampe (Fig. 14), während die Leitung *e* von der negativen Hauptleitung ebenfalls zur Lampe geht. Die Leitung *f* geht zum Anlasser, die Leitung *g* schließt den Nebenschluß. Durch Regelung des Nebenschlusses kann jede beliebige Spannung im Sekundärkreis erhalten werden. (B. P. Nr. 5926, A. D. 1913.)

Eine Erfindung der Bergmann-Elektricitäts-Werke A. G. in Berlin betrifft einen durch Umkehrung der Ankerspannung umsteuerbaren Elektromotor, bei dem eine Umschaltung der zur Kompoundierung dienenden Hilfserregerwicklung nicht nötig ist. Bei dem Motor wird durch ein zwischen den Hauptbürsten liegendes Bürstensystem ein in Richtung des Hauptfeldes wirkendes Hilfsfeld erzeugt (Fig. 15). Eine Umschaltung der zur Kompoundierung dienenden Hilfsfeldwicklung bei Umschaltung des Ankerstromes wird dadurch vermieden, daß zur Hilfserregung eine Spannung benutzt wird, welche durch das Ankerquerfeld *b* in den Hilfsbürsten *c* erzeugt wird. Kehrt sich die Drehrichtung der Maschine um, so kehrt sich auch gleichzeitig das Ankerfeld *b* um, so daß durch den doppelten Vorzeichenwechsel die Spannung zwischen den Bürsten *c* die gleiche bleibt und die zusätzliche Erregung durch die Wicklung *d* stets in demselben Sinne erfolgt. An Stelle des Ankerquerfeldes kann man auch das Wendepolfeld benutzen, indem man links und rechts von den Wendepolen die Bürsten *c* anordnet. Die Wicklung *d* wird so bemessen, daß sie die Ankerrückwirkung des Hilfserregerkreises überwiegt, zum Zwecke, eine Kompoundierungswirkung zu erzielen, die von der Drehrichtung der Maschine unabhängig ist. (D. R. P. Nr. 274 125.)

Eine Erfindung von Henry Leitner in London bezieht sich auf mit veränderlicher Geschwindigkeit laufende Dynamos für Zugbeleuchtung, bei denen eine oder mehrere Hilfsbürsten für die Beeinflussung des Feldmagnetstromkreises zur selbsttätigen Regulierung auf konstante Spannung vorgesehen sind. In Fig. 16 ist *a* der Anker, *b* der Kollektor, *c* und c^1 sind die Feldmagnetpole, *e* und e^1 die Hauptbürsten, *f* und f^1 die Außenleitungen. *g* und g^1 sind Hilfsbürsten, die ebenso wie die Hauptbürsten in der durch den Pol angedeuteten Umlaufrichtung des Ankers eine Voreilung besitzen. Die Polfläche der Feldmagnetpole ist bis auf den Querschnitt des Polkernes verkleinert und damit auch der Bereich des vom Pol zum Anker übergehenden Kraftlinienflusses verringert. Die Hilfsbürsten haben eine verhältnismäßig größere Voreilung zur Polmittellinie als die Hauptbürsten. Der Querschnitt der Feldmagnetpole ist elliptisch, rautenförmig usw. Die Wirkung der Vereinigung der Polbogenausdehnung besteht in erster Linie darin, daß die Verschiebung der Achse des Kraftflusses durch die Ankerrückwirkung auf einen engeren Bereich beschränkt wird und daß infolge dieser Begrenzung den Hilfsbürsten eine größere wirksame Voreilung in der Ankerdrehrichtung gegeben werden kann. Die von den Hilfsbürsten gelieferte Hilfs-EMK hängt von der Größe des Winkelabstandes der Bürstenachse von der Feldpolachse ab. Beim Anlaufen verstärken die Hilfsbürsten das Erregerfeld und diese Verstärkung nimmt mit der Steigerung der Tourenzahl ab. (Ö. P. Nr. 64 026.)

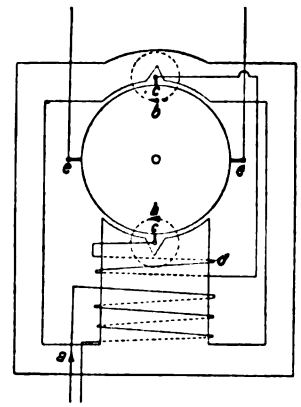


Fig. 15.

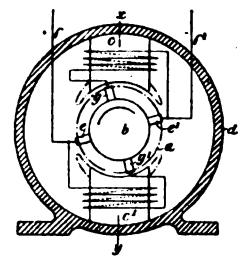


Fig. 16.

Von B. Brooks und W. Holt in Birmingham rührt eine Gleichstromdynamo für Zugsbeleuchtung her, die bei variabler Tourenzahl konstante Spannung gibt. Die Pole *a*, *a* (Fig. 17) sind mit Nebenschlußspulen (*b*) bewickelt. *c* ist die Kollektorankerwicklung und *d*, *d* sind die Hauptbürsten. Drei äquivalente Punkte (*e*, *f*, *g*) der

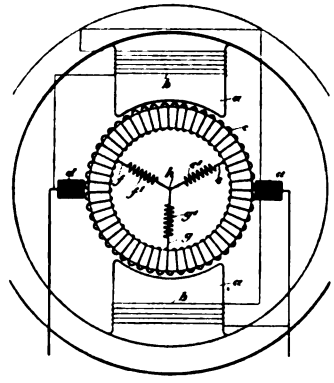


Fig. 17.

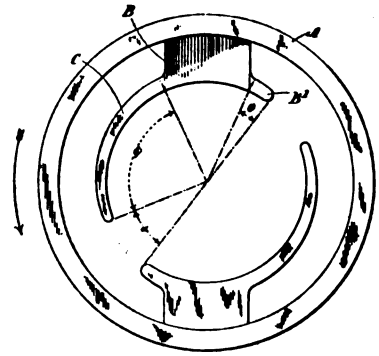


Fig. 18.

Ankerwicklung sind durch drei Leitungen, die zu einem Punkt *h* führen, miteinander verbunden. In diese Leitungen sind zur Vermeidung starker Erhitzungen induktive Widerstände e^1, f^1, g^1 eingeschaltet. In der Ankerwicklung fließt infolge der eben erwähnten Verbindungen ein kurzgeschlossener Dreiphasenstrom neben dem Gleichstrom, der von den Bürsten *d*, *d* abgenommen wird. Der Drehstrom erzeugt ein Feld, welches mehr oder weniger dem Hauptfeld entgegenwirkt, je nachdem der Strom mehr oder weniger hinter der Spannung zurückbleibt; je geringer der Leistungsfaktor, desto direkter ist der Entmagnetisierungseffekt. Man kann also eine direktere Entmagnetisierung erhalten, indem man die Ankerselbstinduktion erhöht, und zwar durch völliges oder teilweises Schließen der Ankernuten. Wenn der Kern gesättigt ist, wird jede Steigerung der Tourenzahl eine Vergrößerung des Kurzschlußdrehstromes bewirken, welcher das Hauptfeld derart schwächt, daß die Spannung konstant bleibt. B. P. Nr. 15 697, A. D. 1913.)

Von W. G. Lee und P. J. Oldfield in London rührt die durch Fig. 18 dargestellte Zugbeleuchtungsdynamo her, die bei veränderlicher Tourenzahl konstante Spannung liefert. Der Feldmagnet *A* trägt zwei Pole *B*, von denen jeder ein kurzes Polschuhende B^1 und ein langes Polschuhende *C* trägt. Der Winkel θ beträgt etwa 13°, der Winkel φ ungefähr 87°, der Winkel α etwa 31°. Die Maschine arbeitet als Nebenschlußmaschine. Der Feldmagnet ist ungesättigt und die Armaturreaktion ist groß. Wenn die Belastung über die Größe der normalen Vollast steigt, dann wird die Feldverteilung derart geändert, daß im Anker eine der Hauptspannung entgegenwirkende Zusatzspannung induziert wird. (B. P. Nr. 1990, A. D. 1913.)

Digitized by Google

Eine Erfindung von Ch. A. Vandervell und A. H. Midgley in Warple Way (England) bezieht sich auf eine nicht umkehrbare, mit veränderlicher Geschwindigkeit laufende und sich auf konstante Spannung selbstregelnde Gleichstrommaschine. Die Maschine (Fig. 19) besitzt Hauptpole *b*, welche Nebenschlußwicklungen *a* tragen, die mit den Bürsten *e* verbunden sind oder durch eine unabhängige Stromquelle von konstanter Spannung gespeist werden. *c* sind unbewickelte Hilfspole.

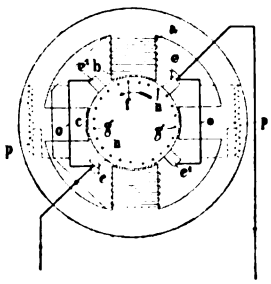


Fig. 19.

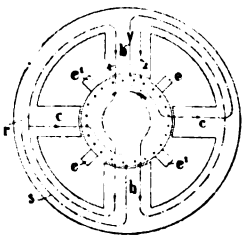


Fig. 20.

Die mittels der Leitungen *o* verbundenen Bürsten *e* und *e'* schließen gewisse, unter den Hilfspolen liegende Ankerleiter kurz. Wie aus Fig. 20 hervorgeht, führt die resultierende Wirkung aller entstehenden Magnetfelder zur Bildung eines die Hauptpole durchfließenden Kraftlinienstromes *r* und eines kleinen Quermagnetisierungsstromes *s*, welcher die Hilfspole *c* und die Hauptpole *b* durchfließt. Die Selbstregulierung der Maschine beruht auf der Gegenwirkung des Kraftlinienstromes, der durch den in den Ankerleitern *g* zwischen den Bürsten *e* und *e'* fließenden Strom erzeugt wird. Dieser Strom wird durch das Quermagnetisierungsfeld der Ankerleiter *f* erzeugt. Steigt der Strom in *f*, dann steigt auch das Querfeld und infolgedessen auch der durch die Ankerleiter *g* fließende kurzgeschlossene Strom und der dem Hauptfeld entgegengerichtete Kraftlinienstrom. (Ö. P. Nr. 64 024.)

Die obgenannten Erffnder geben eine mit veränderlicher Geschwindigkeit laufende, sich selbst regelnde Gleichstrommaschine an, die im Verein mit einer Akkumulatorenbatterie für Wagen- und Zugsbeleuchtung verwendet wird. Zwischen je einem der Hauptpole a^1, a^2 (Fig. 21) und den unbewickelten Nebenpolen b^1, b^2 sind die Bürsten c^1—c^4 verschiebbar angeordnet. Die Hauptpole a^1 und a^2 besitzen Nebenschlußwicklungen d^1 und d^2, deren Enden mit den Bürsten c^1, c^2 bezw. c^3, c^4 verbunden sind, so daß die Bürsten c^1, c^2 die Ankerleiter e^1 und die Bürsten c^3, c^4 die Ankerleiter e^2 einschließen. Das Ankerquerfeld tritt in die Pole b^1, b^2 ein und kreuzt die Ankerleiter f^1 und f^2. Die Akkumulatorenbatterie und der Außenstromkreis liegen an den Bürsten c^2, c^4. Die Selbstregulierung erfolgt durch die entmagnetisierende Wirkung jenes Magnetfeldes auf die Hauptpole der Maschine, welches durch die unter den Hilfspolen liegenden Ankerleiter erzeugt wird. (Ö. P. Nr. 64 464.)

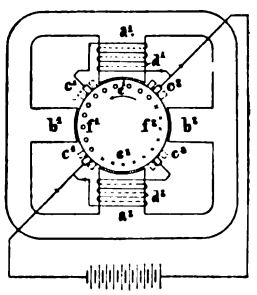


Fig. 21.

(Fortsetzung folgt.)

Vereins-Nachrichten.

An die Elektrotechniker Österreichs!

Unser Vereinsausschuß hat in der letzten Sitzung beschlossen, eine Hilfs- und Fürsorgeaktion für jene Vereinsmitglieder und Kollegen, welche durch die Kriegsverhältnisse in Notlage geraten sind, ins Leben zu rufen; mit der Durchführung dieser Aktion wurde ein Sonderausschuß betraut und gleichzeitig wurde für diesen Zweck aus den eigenen Mitteln des Vereines ein größerer Betrag gewidmet.

Die Fürsorge soll sich erstrecken auf:

1. Materielle Unterstützungen von notleidenden Angehörigen der zu Kriegsdiensten Einberufenen und von notleidenden Stellenlosen.

2. Stellenvermittlung für Elektrotechniker, welche infolge der Kriegsverhältnisse ihren Erwerb verloren haben.

Zur Beschaffung der notwendigen materiellen Mittel wenden wir uns an die Opferwilligkeit unserer Mitglieder sowie aller Elektrotechniker Österreichs mit der Bitte um Beiträge; jede noch so kleine Spende wird dankbarst entgegengenommen. Die Namen der Spender werden in der Vereinszeitschrift veröffentlicht werden, wobei auch der bis Redaktionsschluß jeweilig eingelangte Gesamtbetrag an Spenden ausgewiesen werden wird.

Den löblichen Behörden sowie allen städtischen und privaten Elektrizitätsunternehmungen wären wir sehr dankbar, wenn sie uns die dauernd oder zeitweilig zur Besetzung gelangenden einschlägigen Stellen in Büros oder Betrieben bekanntgeben würden, damit wir eventuelle Bewerber namhaft machen können.

Mitteilungen über Mitglieder und Kollegen, welche für unsere Hilfsaktion in Betracht kommen, wollen an das Sekretariat unseres Vereines gerichtet werden.

Um werktätige Unterstützung unserer Fürsorgeaktion bittet:

Der Präsident:
L. Gebhard m. p.

Der Vizepräsident: **Dr. L. Kusminsky m. p.**

Der Vizepräsident: **L. Kallir m. p.**

Wien, im Oktober 1914.

Wir verzeichnen mit Vergnügen, daß der obenstehende Aufruf, der dem Hefte 39/40 beigefügt war, freundliche Aufnahme gefunden hat und daß bis zum 15. Oktober 1914 Spenden im Betrage von K 2591.— eingelaufen sind. Die Namen der Spender, denen hiermit die Vereinsleitung den herzlichsten Dank ausspricht, sind nachstehend verzeichnet. Gleichzeitig verweisen wir auf die Seite XXVIII des Anzeigeteiles dieses Heftes, auf welcher Anzeigen betreffend Stellenvermittlung enthalten sind.

Elektrotechnischer Verein in Wien; Direktor Emil Reich, Wien; Ing. Fr. Drexler, Wien; Hans v. Sääf, Direktor, Wien; Ing. Josef Seidener, Wien; Dr. Paul Holitscher & Co., Wien; Ing. Wilhelm Bonwitt, Wien; Major a. D. Franz Grünebaum Edler v. Bruckwall, Wien; Hofrat Rudolf Ritter v. Grimburg, Wien; Westinghouse Metallfaden-Glühlampenfabrik, Ges. m. b. H., Atzgersdorf bei Wien; Direktor Ludwig Gebhardt, Wien; W. P., Wien; Generaldirektor A. Lederer, Atzgersdorf; Wolfgang Freiherr v. Ferstel, Wien; Direktor Ernst Egger, Wien; Elektrizitäts- und Maschinenbau-Gesellschaft Müglitz; Dipl. Ing. Max Arbeiter, Dornbirn; Ing. Anton Marx, Wien; A. Maller, Direktor, Wien; L. Kornblüh, Wien; Ing. Friedrich Klein, Wien; Gemeinde Ried, Städtisches Elektrizitätswerk; Kruger & Co., Wien; Hotrat Professor Dr. A. v. Ettingshausen, Graz; Ing. H. v. Buol, Charlottenburg; Adolf Leifert, Obermonteur, Troppau; Ing. Otto Groag, Wien; Inspektor Vinz. Schneider, Wien; Elektrizitäts- und Wasserwerk der Stadt Fürstenfeld; Emil Honigmann, Wien; Bauoberkommissär Z. Kirchberger, Reichenberg; Gustav Schneider, Triest; Joh. Wisgrill, k. k. Baurat i. R., Graz; Sekretär Winkelmayer, Wien; Ing. Franz Szabo, Betriebsleiter, Wördern; Ober-Ing. Emil Dick, Wien; Hydro-Elektrisches Werk, St. Veit a. d. Gölsen; Weissenberger & Hawlitschek, Karlsbad; Ing. Franz Fischer, Wien; Ing. Rudolf Germela, Wien; Dr. Gotthold Stern, Wien; Ober-Ing. Jos. Watzke, Kladno; Ing. Dr. Karl Haubner, Wien; K. J., Wien; Ing. W. Rücker, Wien; Direktor F. Mrazek, Wien; Ing. F. Jahn, Wiener Neustadt; Dr. Robert Moser, Wien; Ing. Eugen Eichel, Redakteur, Berlin; Städtisches Elektrizitätswerk Kaaden; Scheiber & Kwaysser, Wien; Vinzenz Hoyas, Betriebsleiter, Fohnsdorf; Baurat Alfred Grünhut, Wien; Karl Friedrich, Montageleiter, Graz; Fritz Rischlawy, Oed; Ing. Jos. Huppert, Siersza-Wodna; Otto Resch, Frohnleiten; G. Schaubmair, Hopfgarten; Ing. Josef Fischer, k. k. Bauadjunkt, Budweis; Ing. Franz Palmer, Wien; Karl Ille, Hatschen; Franz Schopper, Rovigno; Karl Mack, Verwalter, Bojkowitz; Alfred Ruschowy, Wien; Ing. Paul Planer, Wien; Raimund Ruß, Betriebsleiter, Zell am See; Hansi Raubitschek, Obermühle Post Hohenfurt; Aug. Quaiser, Mariafeld; Franz Lachmayer, Ebenfurt; Josef Razborsek, Wien; Julius Mayer, Arco.

Vereinsversammlungen.

Der Ausschuß unseres Vereines hat in der Sitzung vom 24. September beschlossen, die diesjährige Vortragssession mit Rücksicht auf die kriegerischen Verhältnisse noch nicht zu eröffnen; der Termin für den Beginn der Vortragssession wird seinerzeit bekanntgegeben werden.

Es finden somit bis auf weiteres Vereinsversammlungen nicht statt.

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 15. Oktober 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. **Chefredakteur: J. SEIDENER.**

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie **Redaktion, Administration** und **Expedition** der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration. Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der **Jahresbeitrag** beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige **Eintrittsgebühr** beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. **Bezugspreise:** Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die **Bezugspreise** sind im **vorhinein** zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro *mm* Höhe und Spalte (45 *mm* Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Steuerfreie Betriebe im Elektrizitätswerk. Von W. v. Winkler 797
Straßenbeleuchtung mit Halbwattlampen.
Von Dr. Ing. L. Bloch, Berlin (Schluß) 801
Elektrische Fernmeldeeinrichtungen in Heiz- und Lüftungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Anlage in der Kaiser Jubiläumskrankenanstalt Wien-Lainz. Von Ingenieur Eduard Goldbacher, Wien (Schluß) 804
Rundschau:
Elektrizitätswerke, Anlagen 806
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 806
Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 807
Dynamomaschinen, Transformatoren 807
Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 807
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 808
Elektrische Apparate 808
Funkentelegraphie und -Telephonie 808
Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen 809
Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 809
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 809
Strahlungslehre 809
Literatur-Bericht 809
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues: Elektromaschinenbau (Fortsetzung) 810
Elektrotechnischer Verein in Brünn 812
Vereinsnachrichten 812
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite 477—480

Das nächste Heft der Zeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau", Nr. 45/46, erscheint am 15. November.

Steuerfreie Betriebe im Elektrizitätswerk.

Von **W. v. Winkler.**

Das heutige Leben stellt so viele Anforderungen an die Allgemeinheit bezw. den Staat, die Länder und die Gemeinden, daß selbstverständlich alle jene, welche von deren Einrichtungen nützlichen Gebrauch machen, nach Kräften zu denselben beitragen müssen. Genießt man auf der einen Seite geordnete Rechtsverhältnisse, Unterricht, Verkehrsmittel, Sicherheit usw., so sieht man auch ohneweiters ein, daß Private und Vereinigungen dafür eine Gegenleistung bieten müssen: die Steuer. Diese wird nach dem Grundsatz bemessen, daß das Vermögen bezw. der Besitz und der Erwerb, nicht aber die Beanspruchung der staatlichen bezw. kommunalen Institutionen als Maßstab der Besteuerung zu gelten hat. Hiebei kommen allerdings manche Abnormitäten vor, welche die Einsicht der Steuerpflicht stark zu erschüttern geeignet sind.

Im Folgenden soll eine besondere Frage eingehender behandelt werden, welche für Elektrizitätswerke mit öffentlicher Rechnungslegung die Mißstände in der Besteuerung eklatant zeigt, nämlich die Frage nach der Auslegung und Behandlung, welche die gesetzlich „steuerfreien Betriebe" erfahren, um die Wohltat des Gesetzes ins gerade Gegenteil, die Steuererleichterung in eine Belastung und die Steuerfreiheit in eine Karrikatur zu verwandeln.

I. Bestimmungen des Erwerbsteuer-Gesetzes über steuerpflichtige und steuerfreie Betriebe.

Für die Besteuerung der Erwerbsunternehmungen gilt das Personal-Steuergesetz vom 25. Oktober 1896, R. G. Bl. Nr. 220 und es wird das steuerpflichtige Einkommen eines zur öffentlichen Rechnungslegung verpflichteten Betriebsunternehmens nach den § 92, 93, 94 und 95 dieses Gesetzes bestimmt, und zwar:

Nach § 92 bildet die Grundlage der Besteuerung der „Reinertrag", das sind laut § 93 die „bilanzmäßigen Überschüsse des Unternehmens" in einem Betriebsjahr. Welche Posten zu diesen „bilanzmäßigen Überschüssen" gerechnet, welche dagegen nicht einbezogen werden müssen, ist im § 94 und 95 festgesetzt.

Es sind daher bei der Bestimmung des Steuertechnischen Gewinnes laut § 94 außer dem bilanzmäßigen Reingewinn zu besteuern (bilden also keine Abzugsposten von den Bruttoeinnahmen):

Geschäftszinsen (mit Ausnahmen),
Rückzahlung des Kapitals,
Überschuß,
Investitionen,
Steuern.

Nicht besteuert werden, also als Abzugsposten gelten:

Reinertrag aus Grund- und Gebäudesteuern,
Reinertrag aus Hausklassen bezw. Hauszinssteuer,
Versicherungsprämien,
Abschreibungen,
Pensionsfonds,
Tantiemen.

Wenn man die auf dieser Basis ermittelten Steuern und Reingewinne (bilanzmäßige Gewinne), zum Beispiel für das Elektrizitätswerk der Stadt Klagenfurt (anderswo ist es auch nicht besser), in eine Tabelle bringt und Vergleiche zieht, so kommt man zu dem Resultat, daß die Frucht jahrelanger, mühevoller, mit ziemlichen Risken verbundener Arbeit keine günstige ist. Es gibt außer den Jahren, in denen trotz negativer Bilanz Steuer eingehoben wurde, gewinnbringende Jahre, in denen die Steuern und

Digitized by Google

Umlagen 112% des Reingewinnes ausmachen, und im ganzen stehen während zehn Betriebsjahren K 344 308 Steuern K 315 478 Reingewinn gegenüber; die Verzinsung betrug im Durchschnitt K 100 000, die Tilgung K 43 000, die Rücklagen K 93 000, daher die Gesamtverzinsung rund 4·3% des investierten Kapitals, also um 0·3% höher als in der Sparkassa. Es ergibt sich also um so weniger ein erfreuliches Resultat, als darin auch der Gewinn aus dem Installationsgeschäft und dem Glühlampen-, Motoren- und Bedarfsartikelverkauf inbegriffen ist. Als Kapitalist wird man daher bei den heutigen Bauverhältnissen, Löhnen und Preisen der Betriebsmittel und bei der sinkenden Tendenz der Strompreise recht vorsichtig prüfen, ehe man sich zu namhafter Kapitalsanlage für ein Elektrizitätswerk versteht, als Berater darf man mit gutem Gewissen heute niemand mehr, am allerwenigsten einer Gemeinde raten, ein Elektrizitätswerk zu errichten.

Nun unterscheidet aber das Gesetz zwischen steuerpflichtigen und nicht steuerpflichtigen Unternehmungen bezw. Betriebe und es wurde einzelnen Betrieben mit Rücksicht auf ihre Gemeinnützigkeit die Steuerfreiheit gewährt in der ausgesprochenen Absicht, die Gründung und Ausbreitung derselben zu fördern und ihre wirtschaftlichen Vorteile leichter und intensiver zugänglich zu machen. Es ist daher auch nur recht und billig, daß die Betriebsausgaben nicht allein dem steuerpflichtigen Betriebe aufgehalst werden, sondern daß dieser entlastet wird. Es wird daher auch in dem oben erwähnten § 95, Absatz 2 festgesetzt, daß die Beträge der steuertechnisch abzugfähigen Ausgabeposten „auf die steuerpflichtigen und auf die der Steuer nicht unterliegenden Unternehmungen und Ertragsteile eines Unternehmens aufgeteilt werden müssen." Wenn aber sich „die Anteile" der aufzuteilenden Beträge „nicht genau ermitteln lassen, so wird „angenommen", daß sich dieselben im Verhältnis der Bruttoeinnahmen auf die Unternehmungen bezw. deren Erträge verteilen". Diese letztere Annahme mag für andere Betriebe zutreffend sein, für Elektrizitätswerke und deren „steuerfreie" Betriebe darf man dies aber etwas bezweifeln. Dies mag sich nun verhalten, wie es will, wir wollen es nicht weiter in Diskussion ziehen, denn es läßt sich nicht bestreiten, daß diese Handhabung dem Gesetze vollkommen entspricht, und wir haben nicht die Absicht, eine Änderung der gesetzlichen Bestimmungen herbeizuführen, sondern wollen die Frage erörtern, was für Folgen eben die bestehenden gesetzlichen Vorschriften bezw. ihre Auslegung auf die Besteuerung von Elektrizitätswerken haben. Daß wir dabei auf eine Karikatur der „Steuerfreiheit" eines Ertragsteiles kommen werden, ist nicht unsere Schuld, und daß wir diese Erscheinung umso mehr bekämpfen und Mittel suchen, sie unschädlich zu machen, kann man uns um so weniger verargen, als uns ja im neuen Elektrizitätsgesetz eine Verschärfung in dem Sinne droht, als dem Staat das Recht gegeben werden soll, den Strompreis für gewisse, auch gemeinnützige Betriebe festzusetzen, natürlich möglichst niedrig, und daß dadurch das Bruttoeinkommen willkürlich vermindert werden kann. Hiedurch kann aber, wie gezeigt werden wird, der „steuerfreie Betrieb" passiv werden, und diese Passivität gibt eben der Steuerbehörde Veranlassung und Möglichkeit, bei einer entsprechenden Auslegung den Verlust des steuerfreien Betriebes zum Gewinn umzuwandeln und der Besteuerung zu unterwerfen.

Am häufigsten bezieht sich in Elektrizitätswerken der steuerfreie Betrieb auf die öffentliche Beleuchtung. Die Steuerbehörde und mit ihr auch der Verwaltungsgerichtshof behauptet nun, daß die vom Elektrizitätswerk ermittelten Verwaltungsspesen und die übrigen, wenn auch noch so spezifizierten Regieposten „bei dem Zusammenhang der öffentlichen Beleuchtung und der Stromabgabe an Private ihrer Natur nach sich zweifellos als gemeinsame Auslagen beider Betriebe darstellen, deren Anteile sich aber ziffermäßig genau nicht ermitteln lassen, daher im Sinne des § 95/2 P. St. G. im Verhältnis der Bruttoeinnahmen festzustellen sind".

Tatsächlich ist dies aber unrichtig, denn bei einigem guten Willen und Verständnis lassen sich die Ausgaben recht genau trennen, man muß nur die Umstände berücksichtigen, welche bei der Stromerzeugung obwalten. In der Regel verursacht die öffentliche Beleuchtung keine erheblichen Mehrkosten der Stromerzeugung, als der Betrieb des ganzen Werkes überhaupt, der letztere wird eben durch die erstere nur in ganz geringem Maße beeinflußt. Es wäre daher ganz gerecht, wenn man bei Beurteilung dieser Frage die Veränderungen ins Auge fassen wollte, welche der steuerfreie Betrieb an den Betriebskosten der Gesamtanlage verursacht, wobei man nicht „anzunehmen" braucht, sondern ganz klar rechnen und rechnerisch nachweisen kann.

Jedenfalls muß aber eine konsequente Behandlung gefordert werden, nicht aber eine solche, welche nur darauf ausgeht, mit Hilfe von Auslegungen mehr Steuern zu erzielen. Sonst bliebe als Gegenwehr den Elektrizitätswerken, welche für die öffentliche Beleuchtung ohnehin nicht mehr bekommen, als der vom Hauszins abhängige Beleuchtungsfonds erlaubt, nichts anderes übrig, als auf dieselbe ganz zu verzichten. Ob das nun ein Fortschritt wäre, ob damit die Absicht, „gemeinnützige Institutionen" zu schaffen und zu fördern, erreicht wird, ist sehr zu bezweifeln, vielmehr wird man mit Recht darauf hinweisen, daß die Gesetzgeber wohl geneigt waren, wirtschaftlich Vorteile zu gewähren, daß aber die Steuertechnik diese Absicht durchkreuzt und dadurch das Schaffen gemeinnütziger Institutionen hindert.

Es fällt uns, wie gesagt, nicht ein, zu bestreiten, daß eine Teilung der Ausgaben nach steuerfreien und steuerpflichtigen Betrieben notwendig ist, nur bestreiten wir die Richtigkeit der Grundlage, nach der dieselbe entgegen den Betriebsverhältnissen durch unrichtige Auslegung erfolgt. Wir halten gerade diese Materie der Steuerbemessung für so klar und unzweideutig genau bestimmbar, daß wir den Versuch, die in derselben gelegene Logik zu beugen, bekämpfen müssen. Gerade diesen Gegenstand können wir nicht als Grundlage dafür anerkennen, daß das Mißtrauen der Steuerbehörden sich gegenüber einem zur öffentlichen Rechnungslegung verpflichteten, also ohnedies stärker als gebührlich zur Steuerleistung herangezogenen Unternehmen dokumentiert.

Obwohl es das einfachste wäre, bei Schädigungen durch die „Steuerfreiheit" auf diese zu verzichten, so dürfte dies doch nicht tunlich sein, da ex lege auf dieselbe Rücksicht genommen werden muß. Es ist daher nochmals als vollkommen begründet anzusehen, wenn wir nach Feststellung und kritischer Beleuchtung der Tatsachen Mittel und Wege suchen, um diesem Nonsens einer „Steuerfreiheit" auszuweichen.

Die Aufgabe der vorliegenden Abhandlung soll es also sein, die Wirkungen der gerügten Auslegung des Steuergesetzes auf die Besteuerungsgrundlage zu untersuchen und die Maßnahme zu finden, um im Rahmen des Gesetzes nachteilige Folgen der Auswüchse desselben zu bekämpfen.

Digitized by Google

II. Bestimmung des „Anteils" steuerpflichtiger und steuerfreier Betriebe. (Aufteilungsschlüssel.)

Aus dem bisher Gesagten folgt ganz logisch, daß jeder Erwerbszweig eines Unternehmens getrennt behandelt werden, für ihn also ein von den übrigen Zweigen abgesondertes Konto geführt werden muß.

Hiebei wird von vielen Entscheidungen des Verwaltungsgerichtshofes ausgegangen, welche zwar städtische Gasanstalten betreffen, jedoch analog auf Elektrizitätswerke anzuwenden sind und im wesentlichen folgenden Inhalt haben:

„In der Tätigkeit der Gemeinde bei Betrieb des Elektrizitätswerkes sind die beiden Betriebszweige streng zu unterscheiden, nämlich

1. Die öffentliche Beleuchtung, welche nicht zur Erzielung eines Ertrages besorgt wird, sondern sich als Lösung einer Verwaltungsaufgabe darstellt.

2. Die Lieferung von Strom gegen Entgelt.

Nur der letztere Betriebszweig ist erwerbsteuerpflichtig und es folgt daraus, daß ein Aufwand, welcher beiden Betriebszweigen zugute kommt, auch auf beide aufzuteilen ist. Dies ergibt sich aus § 92 und § 95/2, Personalsteuergesetz, wonach der Reinertrag der steuerpflichtigen Unternehmung, nicht aber der des gesamten Betriebes, welcher eine steuerfreie Unternehmung enthält, der Besteuerung zugrunde zu legen ist.

Wenn aber eine Gemeinde eine Tätigkeit entfaltet, welche, wie die öffentliche Beleuchtung (im bestimmten Falle) verlustbringend ist, und damit vereint eine Unternehmung betreibt, welche gewinnbringend ist, nämlich die Lieferung von Strom gegen Entgelt, wenn sie die Rechnungen für beide Betriebszweige gemeinsam führt und wenn sich schließlich aus beiden Betriebszweigen ein Gesamtreingewinn ergibt, so stellt sich dieser faktische Reingewinn schon als eine Differenz zwischen dem größeren Gewinne aus dem steuerpflichtigen Betriebszweige und einem kleineren Verlust aus dem steuerfreien Betriebszweige dar, wie denn auch, wenn beide Betriebszweige in verschiedenen Händen wären, der eine nur einen Verlust, der zweite einen weit höheren Gewinn ausweisen müßte. Der Verlust ist aber der Steuerverwaltung gleichgültig, diese hat lediglich sich an den erwerbssteuerpflichtigen Betriebszweig zu halten, als ob er für sich bestünde, und selbst wenn der Verlust des steuerfreien Betriebszweiges den Ertrag des steuerpflichtigen übersteigen würde, müßte der letztere doch immer voll besteuert werden.

Bei der Ermittlung des steuerbaren Reinertrages muß jede Post der Betriebsrechnung dahin beurteilt werden, ob sie sich auf die erwerbssteuerfreie Erzeugung von Strom für die öffentliche Beleuchtung oder auf die erwerbssteuerpflichtige Erzeugung zum Privatkonsum oder aber auf beide Teile des Anstaltbetriebes beziehe und daß im letzteren Falle für jede gemeinsame Einnahms- und Ausgangspost der Anteil festzustellen ist, mit welchem die Post den steuerpflichtigen Teil des Betriebes trifft."

Hier fällt zunächst eine staunenswerte Inkonsequenz auf: Auf der einen Seite ist „der Verlust der Steuerbehörde gleichgültig, diese hat lediglich sich an den erwerbsteuerpflichtigen Betriebszweig zu halten, als ob er für sich bestünde"; ferner: „selbst wenn der Verlust des steuerfreien Betriebszweiges den Ertrag des steuerpflichtigen übersteigen würde, müßte der letztere doch immer voll besteuert werden. Hiebei geht die Steuerbehörde von dem ganz logischen Gesichtspunkt aus, daß jeder Erwerbszweig separat kontiert werden muß. Wenn aber andererseits einer der Betriebszweige passiv ist, so müssen auf einmal die Konti zusammengeworfen werden, aber erst nach Ermittlung des Aktivums und Passivums jedes einzelnen Betriebszweiges; es wird aus beiden Betriebszweigen ein „Gesamtreingewinn" errechnet, der in Wirklichkeit nicht besteht. Hiebei wird das Passivum des steuerfreien zu dem Aktivum des steuerpflichtigen Erwerbsteiles zugeschlagen und danach die Steuerbemessung vorgenommen. Hier „hält" sich die Steuerbehörde nicht „lediglich an den erwerbsteuerpflichtigen Betriebszweig, als ob er für sich bestünde", sondern kombiniert, daß das Passivum des steuerfreien Betriebes, wenn es auch auf Verzicht auf einen erhöhten Ertrag zufolge des gemeinnützigen Charakters des Betriebes beruht, anderswo verdient worden sein müsse und daher zu besteuern ist.

Es wäre interessant, die verschiedenen Variationen auf ihre Wirkung auf die Besteuerung zu untersuchen, und insbesondere einen passiven steuerpflichtigen Betrieb mit einem noch mehr passiven steuerfreien Betrieb zu kombinieren. Ob da aus einem passiven Gesamtunternehmen durch entsprechende Auslegung ein aktives und die für dasselbe geltende Steuerbasis geschaffen würde?

Ferner wäre es auch lehrreich, die Ansichten und Auslegungen kennen zu lernen, für den Fall, als der steuerfreie Betriebszweig mit Gewinn, der steuerpflichtige mit Verlust arbeitet, der Verlust des letzteren kleiner ist als der Gewinn des ersteren, so daß im ganzen ein Gewinnsaldo entsteht. Ob da „sich die Steuerbehörde auch nur an den steuerpflichtigen Teil zu halten hat" oder ob durch analoge Rechnung der Gewinn des steuerfreien Betriebes zur Kompensierung des Verlustes des steuerpflichtigen Betriebes herangezogen wird? Möglich ist ja alles.

Das städtische Elektrizitätswerk Klagenfurt ist, weil im Eigentum einer Gemeinde, ein zur öffentlichen Rechnungslegung verpflichtetes Unternehmen und wird daher nach den für solche Unternehmungen vorgeschriebenen Bestimmungen behandelt.

Demzufolge gehören zum „Reinertrag" der Steuergrundlage mehrere Posten, welche im geschäftlichen Leben nicht im „Reingewinn" enthalten sind, bezw. demselben nicht zugerechnet werden, und es ergaben sich daraus für das Werk beispielsweise nach der pro 30. Juni 1906 aufgestellten Bilanz Einnahmen und Ausgaben, welche in Tabelle I verzeichnet sind. Diese Tabelle I enthält das Gewinn- und Verlustkonto per 30. Juni 1906, und zwar in vertikaler Reihe zuerst alle steuertechnisch zulässigen Ausgabsposten und die Einnahmen, in horizontaler Richtung aber die Aufteilung der einzelnen Posten, je nachdem sie die öffentliche Beleuchtung, die private Stromabgabe oder beide zusammen, das ist den allgemeinen Betrieb betreffen. Hiebei erfolgt die Aufteilung auf öffentliche Beleuchtung und private Stromabgabe nach dem Schlüssel 36 297 : 336 371, weil als Grundlage dazu die aus der Stromabgabe für diese beiden Zwecke resultierende Bruttoeinnahme zu gelten hat. (Lt. § 95, Abs. 2 P. St. G.)

Für die öffentliche Beleuchtung wurde nämlich seitens der Stadtgemeinde aus dem Beleuchtungsfonds nur ein Betrag von K 36 297·84 gewidmet, während die gesamte Bruttoeinnahme K 372 668·68, die auf die private Beleuchtung entfallende Differenz daher K 336 370·84 betrug.

Schon die Anordnung und Fülle der Zahlen in Tabelle I läßt erkennen, daß es unrichtig ist, zu behaupten, die Aufteilung nach einem anderen Schlüssel bezw. die Ermittlung eines solchen, der den tatsächlichen Verhältnissen entspricht, sei nicht „genau" möglich. Man sollte glauben, daß bei so peinlich durchgeführter Aufteilung,

Digitized by Google

Tabelle I. **Aufteilung der Ausgaben.** Schlüssel 1:10.26.

Bilanzjahr 1905/6. Steuerjahr 1907.

Disposition	1 Konto	2 Spezifikation	3 Betrag K	h	4 Davon entfallen auf: Öffentliche Beleuchtung K	h	5 Davon entfallen auf: Private Stromabgabe K	h	6 Davon entfallen auf: Gemeinsame Posten K	h	7 Aufteilung von Pos. 6: Öffentliche Beleuchtung K	h	8 Aufteilung von Pos. 6: Private Stromabgabe K	h	9 Ergebnisse = 4 + 7: Öffentliche Beleuchtung K	h	10 Ergebnisse = 5 + 8: Private Stromabgabe K	h
1	Instandhaltung		7 752	07	1 707	—	27 000	72	3 344	35	325	73	3 018	62	2 032	73	5 719	34
2	Mietzinse		1 314	72	–	–	—	–	1 314	72	128	06	1 186	66	128	06	1 186	66
3	Steuern u. Gebühren	*a)* Erwerbsteuer nebst Umlagen	55 877	61	—	—	55 877	61	—	—	—	—	—	–	—	—	55 877	61
		b) Vertragsgebühren	95	50	—	—	95	50	—	—	—	—	—	—	—		95	50
		c) Grundsteuer	5	92	—	—	—	—	5	92	—	58	5	34	—	58	5	34
4	Zinsen	*a)* Kapitalzinsen 4%	105 835	—	5 089	18	29 891	20	70 854	62	6 901	08	63 953	54	11 990	26	93 844	74
		b) Kontokorrentzinsen	9 626	96	—	—	9 626	96	—	—	—	-	—	–	—	—	9 626	96
5	Spesen	*a)* Verwaltung	45 676	38	—	—	—	-	45 676	38	4 448	77	41 227	61	4 448	77	41 227	61
		b) Betrieb	20 522	18	—	—	—	—	20 522	18	1 998	81	18 523	37	1 998	81	18 525	37
		c) Öffentl. Beleuchtung	4 253	60	4 253	60	—	—	—	—	—	—	—	–	4 253	60	—	—
6	Uferschutz		344	11	—	—	—	—	344	11	33	52	310	59	33	52	310	59
7	Wertverminderung	*a)* Freileitungen	6 237	62	—	-	2 068	01	4 169	61	406	12	3 763	49	406	12	5 831	50
		b) Kabelnetz	16 132	86	—	—	16 132	86	—	—	—	—	—	–	—	—	16 132	86
		c) Öffentl. Beleuchtung	17 795	53	17 795	53	—	—	—	—	—	—	—	–	17 795	53	—	—
		d) Wasserkraft	5 791	36	—	—	—	—	5 791	36	564	07	5 227	29	564	07	5 227	29
		e) Sonstige	41 424	03	—	–	—	—	41 424	03	4 034	60	37 389	43	4 034	60	37 389	43
		f) Transformatoren	12 615	71	—	—	12 615	71	—	—	—	—	—	—	—	—	12 615	71
8	Abschreibungen	*a)* Zähler	6 023	05	—	—	6 023	05	—	—	—	—	—	—	—	—	6 023	05
		b) Mobiliar	1 762	20	—		—	—	1 762	20	171	63	1 590	57	171	63	1 590	57
		c) Werkzeug	2 613	21	—	—	—	—	2 613	21	254	52	2 358	69	254	52	2 358	69
9	Summe der Ausgaben		361 699	62	28 845	31	135 031	62	197 822	69	19 267	49	178 555	20	48 112	80	313 586	82
10	Einnahmen	*a)* Privat	—	—	—	—	336 370	84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		b) Öffentlich	—	—	36 297	84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	Summe der Einnahmen		372 668	68	—	—	—	–	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

wie aus der Post „Grundsteuer“ (K 5·92 gemeinsam und h 58!! auf öffentliche Beleuchtung) erkennbar, Mittel und Wege sich selbst ergeben, um einen Schlüssel zu finden, der mit Rücksicht auf die zahlreichen und bedeutenden Ungenauigkeiten, die bei der Besteuerung, insbesondere gegenüber dem Kirchengut und dem Grundbesitz, aber auch gegenüber dem Gewerbe unterlaufen, als mindestens genau genug bezeichnet werden kann. Bei der genauen Kenntnis der Ausgaben muß das im Elektrizitätswerk ebenso genau gehen, wie etwa in der k. k. Tabakfabrik, die auch eine größere Menge und Zahl von Sorten Zigarren erzeugt, aber doch sicher genau genug die Kosten der Ausgaben aufteilt und nur in geringem Maß von der Beeinflussung des Verbrauches durch andere Umstände abhängt.

Was die weitere Einteilung der Tabelle anlangt, so ist folgendes zu bemerken:

Die Gesamtausgaben jedes einzelnen konform der Bilanz eingesetzten Kontos (Kol. 3) werden zunächst aufgeteilt, je nachdem sie offenkundig auf öffentliche Beleuchtung (4) oder Privatstromabgabe (5) entfallen oder als diesen beiden gemeinsam zu betrachten sind (6). Diese gemeinsamen Ausgaben werden nach dem Aufteilungsschlüssel wieder auf öffentliche Beleuchtung und auf Privatstromabgabe aufgeteilt (7 und 8). Dann werden die beiden Kolumnen der öffentlichen Beleuchtung 4 und 7 und jene der Privatstromabgabe (5 und 8) in die endgültigen Kolumnen (9 und 10) zusammengezogen, wodurch die auf die einzelnen Betriebe entfallenden Gesamtausgaben ermittelt sind. Für das genaue Studium der Frage muß man außer dem derzeit geltenden noch andere Aufteilungsschlüssel berücksichtigen. Es wird aber hier von der Wiedergabe der Tabellen Abstand genommen, weil dies zu eintönig wäre, und soll nur das Endergebnis erwähnt werden.

Die Ermittlung der Steuerbasis erfolgt nun in der durch Tabelle II gekennzeichneten Weise, und zwar:

Tabelle II. Bilanzjahr 1905/06. Steuerjahr 1907.

Ermittlung der Steuergrundlage.

Einnahmen aus privater Stromabgabe	K	336 370·84
„ „ öffentlicher Beleuchtung	„	36 297·84
Summe der Einnahmen	K	372 668·68
Summe der Ausgaben	K	361 699·62
Gesamter Gewinn	K	+10 969·06
Einnahmen aus öffentlicher Beleuchtung	K	36 297·84
Ausgaben für öffentliche Beleuchtung	„	48 112·80
Gewinn aus öffentlicher Beleuchtung ± (Verlust —)	K	—11 814·96
Idealer Gewinn für private Stromabgabe	K	22 784·02

Digitized by Google

		K 22 784·02
Dazu die nicht abzugsfähigen Posten, u. zw.:		
a) Erwerbsteuer	K 55 877·61	
b) Quote der Kapitalzinsen .	„ 93 844·74	
c) Wertverminderung der Wasserkraft	„ 5 227·29	
d) Grundsteuer	„ 5·34	
		K 154 954·98
Summe		K 177 739·—
Abzüglich der abzugsfähigen Posten, u. zw.:		
e) Hauszinssteuer	K 1 008·66	
f) Katastralertrag f. Felder	„ 74·24 „	1082·90
Steuergrundlage . . .		K 176 656·10

Entgegen einem Vorgang, wie man ihn nach der Verwaltungs-Gerichtshof-Entscheidung erwarten sollte, daß sich nämlich die Steuerbehörde um den Ertrag des steuerfreien Betriebes gar nicht zu kümmern habe, wird die Summe der Einnahmen aus allen Betrieben gebildet und durch Abziehen der Summe aller Ausgaben der Gesamtgewinn berechnet. Dieser ist aber noch nicht für die Steuerbasis verwendbar, sondern es wird, entsprechend dem zweiten Teile der verwaltungsgerichtlichen Entscheidung sich nun wohl um den steuerfreien Betrieb gekümmert, aber nur wenn er passiv ist. Das Defizit desselben wird nämlich dem Gewinn des steuerpflichtigen Betriebes zugeschlagen und dadurch der „ideelle Gewinn" des steuerpflichtigen Unternehmens errechnet.

Da aber in den betreffenden Summen auch Beträge vorkommen, welche zwar bei der Berechnung des bilanzmäßigen Gewinnes, nicht aber auch bei Berechnung des steuertechnischen Reinertrages berücksichtigt werden, so müssen dieselben diesem ideellen Gewinne teils zugezählt werden (Erwerbsteuern, Kapitalszinsen u. dgl.), teils sind sie als Abzugsposten zu behandeln (nicht vom Betrieb abhängige Steuern für vermietete Ubikationen und verpachtete Felder).

Daraus entsteht endlich die Steuergrundlage, von welcher 10% als Staatssteuern zu entrichten sind, während von den letzteren 75% als Landesumlage und 25% als Gemeindeumlage daraufgeschlagen werden. (Für Klagenfurt.)

Das Verhältnis zwischen den Bruttoeinnahmen aus der öffentlichen Beleuchtung und aus der Gesamterzeugung ist zirka 1:10, genauer 1:10·26 und die Steuer beträgt K 17 780·28. Auch hier sind die Varianten zu untersuchen unter Beibehaltung der unveränderlichen Privatstromeinnahmen.

(Schluß folgt.)

Straßenbeleuchtung mit Halbwattlampen.

Von Dr. Ing. **L. Bloch**, Berlin.

(Schluß von Heft 41/42, Seite 785.)

Während diese Erwägungen hauptsächlich für Gleichstrombetrieb in Betracht kommen, hat man bei Wechselstrom und Drehstrom auch in dem Kleintransformator ein sehr einfaches Hilfsmittel in der Hand, um sich den jeweiligen Betriebsverhältnissen anzupassen, insbesondere sind die Halbwattlampen für niedrige Lichtstärken in Verbindung mit Einzeltransformatoren (Fig. 8) in Wechselstromkreisen von beliebiger Gebrauchsspannung verwendbar. Die Anschaffungskosten dieser Transformatoren sind recht gering, zirka Mk. 15 pro Stück, so daß hiedurch die Installation nicht wesentlich verteuert wird. Auch die Betriebskosten erfahren durch die bei der Umformung entstehenden Verluste keine erhebliche Erhöhung, da der Wirkungsgrad eines Kleintransformators etwa 85 bis 92% beträgt. Leerlaufsverluste kommen nicht in Frage, denn die Transformatoren werden primär ausgeschaltet. Man erhält daher bei der oben erwähnten Lampen für 100 *W* einen Verbrauch von zirka 0·6 an Stelle von 0·53 *W* pro Kerze bei Berücksichtigung der Verluste im Transformator. Der Raumbedarf der einzelnen Transformatoren ist bei kleinen Leistungen sehr gering. Man kann einen Transformator für eine bis drei Lampen in der Armatur selbst oder unmittelbar über derselben unterbringen, ohne daß dies störend auffällt (Fig. 12).

Fig. 12. Straßenbeleuchtung mit Nitralampen für 50 *W* im Anschluß an Einzeltransformatoren.

Die von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft für Straßenbeleuchtungszwecke ausgeführten Reduktoren sind derart konstruiert, daß sie ohne besonderen Schutz im Freien untergebracht werden können und unter den Witterungsverhältnissen in keiner Weise leiden. In der Straßenbeleuchtung mehrerer Berliner Vororte ist eine große Zahl dieser Reduktoren schon einige Jahre im Betrieb, wobei Störungen irgendwelcher Art nicht aufgetreten sind.

Als Sekundärspannung der Reduktoren werden normalerweise 14 oder 25 *V* gewählt.

Bei der Auswahl der Armaturen für die Straßenbeleuchtung mit Nitralampen muß außer auf eine gute Ausnutzung des Lichtes (siehe oben) besonders auch auf Zuverlässigkeit und Dauerhaftigkeit geachtet werden. Die heute schon recht zahlreichen Typen von sehr billigen Armaturen aus ganz dünnem Blech eignen sich für die Straßenbeleuchtung nicht, da sie gegenüber den Witterungseinflüssen nicht genügend widerstandsfähig sind. Die Hochkerzenlampe muß vor dem Eindringen von Regenwasser oder geschmolzenem Schnee in das Innere der Armatur gut geschützt sein, da bei der verhältnismäßig großen in der Lampe konzentrierten Energiemenge eine starke Erwärmung unvermeidlich ist; ein Herabtropfen von Wasser auf die heiße Lampe würde daher zum Bruch des Glases führen. Andererseits muß die Armatur mit Rücksicht auf die Abführung der entwickelten Wärme gut ventiliert sein, damit keine all zu hohe Temperatur in ihrem Innern auftritt. Die Hochkerzenlampe darf im Freien nicht ohne Glocke brennen, während dies bei Lampen unter 200 Kerzen ohne schädliche Folgen bleibt. Für die Glocke wird nur bei sehr großer Aufhängehöhe Klarglas, in den meisten Fällen dagegen Opalglas zu benutzen sein. Die Opalisierung soll jedoch nicht

Digitized by Google

zu dicht sein, da sonst zu viel Licht weggenommen und die schöne weiße Farbe des Lichtes beeinträchtigt wird. Glocken, bei denen der Leuchtkörper gar nicht oder nur in rötlichem Ton durchscheint, sind für Straßenbeleuchtungszwecke nicht geeignet.

Die hochkerzigen Halbwattlampen werden an Masten oder Überspannungen am besten herablaßbar angeordnet, da hiedurch die Reinigung und der Lampenaustausch bedeutend erleichtert ist. Man kann in diesem Falle stets darauf rechnen, daß die Straßenbeleuchtung besser instandgehalten wird, als wenn die Lampen nur von einer Leiter aus zugänglich sind. Soll die Installation möglichst billig werden, und wird auf häufige Reinigung der Lampen kein so großer Wert gelegt, so können dieselben auch fest angebracht und von einer fahrbaren Leiter aus bedient

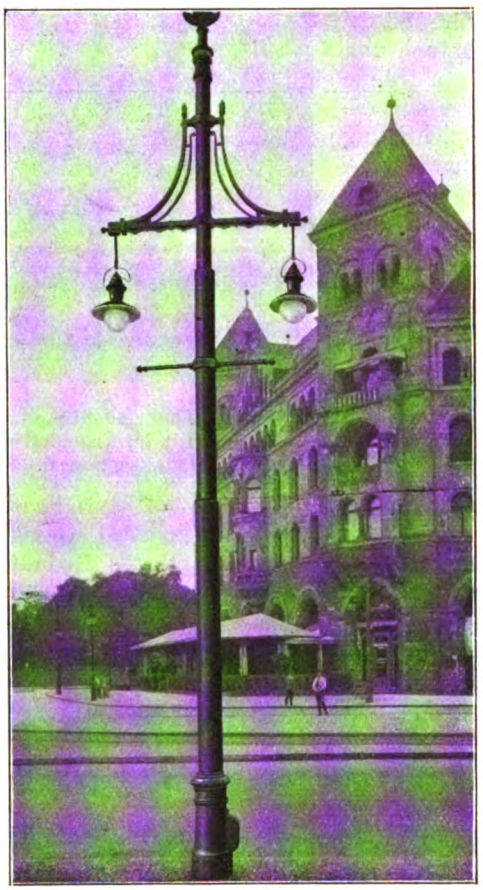


Fig. 13. Straßenbeleuchtung mit 2 Nitralampen an einem Straßenbahnmast in Charlottenburg.

werden, zumal ein Austausch von Lampen nicht häufig in Frage kommt. Die Nitralampen für geringe Lichtstärken bis zu etwa 200 Kerzen werden wohl meist fest angebracht; sie sind bei ihrer niedrigeren Aufhängehöhe ohnedies leichter zugänglich.

Die Straßenbeleuchtung mit Halbwattlampen gibt jetzt auch infolge ihrer verhältnismäßig niedrigen Installationskosten die Möglichkeit, in den späten Nachtstunden eine zwar reduzierte aber ebenso gleichmäßige Beleuchtung, wie in den Abendstunden zu erhalten. Der elektrischen Straßenbeleucthung ist schon häufig von seiten ihrer Gegner der Vorwurf gemacht worden, daß sie zwar abends die Ansprüche an Gleichmäßigkeit befriedigt, aber nachts, wenn jede zweite Lampe ausgeschaltet ist, dafür um so ungleichmäßiger sei. Zwar ist dieser Vorwurf wirklich nicht besonders schwerwiegend; denn an die Gleichmäßigkeit der Nachtbeleuchtung sind wohl kaum sehr hohe Anforderungen zu stellen. Man kann aber doch diesem behaupteten Mangel der elektrischen Beleuchtung bei Verwendung von Halbwattlampen leicht abhelfen. Werden die Lampen an Überspannungen aufgehängt, so kann man an Stelle einer Lampe in der Straßenmitte je zwei Lampen ungefähr am Rande der Bürgersteige an derselben Überspannung aufhängen, was bei dem geringen Gewicht der Lampen und Armaturen sich leicht ermöglichen läßt. In den Nachtstunden wird dann abwechselnd eine Lampe auf der rechten und auf der linken Straßenseite ausgeschaltet. Die Beleuchtung wird dann in den Abendstunden noch gleichmäßiger als bei Verwendung nur einer Lampe in der Straßenmitte und man kann deshalb die Lampenabstände etwas größer als in letzterem Falle wählen, so daß die Mehrkosten für die größere Lampenzahl nicht sehr erheblich ausfallen. In den Nachtstunden ist andererseits dann die Gleichmäßigkeit der Beleuchtung nahezu ebenso gut wie in den Abendstunden. Sind die Lampen an Masten anzubringen, so kann man diese in gleicher Weise wie im vorigen Fall einander gegenüber zu beiden Seiten der Straße anordnen oder man wird in breiten Straßen an Stelle einer Lampe je zwei an einem Mast anbringen und in den Nachtstunden eine von diesen beiden Lampen ausschalten. Man wird dabei zweckmäßig zwei Armaturen für einzelne Lampen wählen, weil bei Unterbringung von zwei Lampen in einer Armatur diese meist plump und unschön ausfallen wird. Eine Anordnung in dieser Art ist beispielsweise in der Tauentzienstraße in Charlottenburg schon längere Zeit in Betrieb; die beiden Armaturen sind hier mittels Auslegern an den Straßenbahnmasten angebracht (Fig. 13).

Gegen Lampenanordnungen dieser Art ist gelegentlich noch der Einwand erhoben worden, daß die Einrichtungskosten für die vergrößerte Lampenzahl zu groß werden. Um dem abzuhelfen, werden jetzt auch Nitralampen ausgebildet, bei welchen in derselben Lampe zwei Leuchtkörper enthalten sind. Diese Lampen erhalten einen Spezialsockel mit drei Stromzuführungen; eine davon ist für beide Leuchtkörper gemeinsam. Mittels eines Serienschalters werden abends beide Leuchtkörper zusammen und nachts nur einer allein eingeschaltet. Die Konstruktion des Serienschalters führt auch von selbst dazu, daß die beiden Leuchtkörper abwechselnd eine um die andere Nacht eingeschaltet sind und deshalb im ganzen gleiche Brennzeit haben. Lampen dieser Art und auch die zuvor erwähnten Anordnungen verlangen normalerweise drei Zuleitungen, für welche man im Interesse möglichst geringer Leitungskosten zweckmäßig die drei Leitungen eines Dreileitersystemes für 2×110 oder 2×55 V wählt. Man kann aber auch mit nur zwei bereits vorhandenen Zuleitungen von der Zentrale aus oder der Hauptverteilung bis zum Mast auskommen und doch diese Umschaltlampen mit zwei Leuchtkörpern mit Hilfe besonderer, zurzeit in der Ausbildung begriffener Schaltapparate, benutzen, die über der Armatur oder in den Lampenmast eingebaut werden.

Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft verdankt die Anregung zu dieser Konstruktion Herrn Direktor Paulsen vom Städtischen Elektrizitätswerk in Halle. Die Straßenbeleuchtung wird hiebei nur durch einen einfachen ein- oder zweipoligen Ausschalter in der Zentrale oder dem Schalthaus betätigt. Im Moment des Einschaltens wird in dem automatischen Schaltapparate eine Feder angespannt und durch einen Elektromagneten festgehalten. Nach dem Ausschalten wird die Feder ausgelöst und betätigt den in dem Automaten eingebauten Serienschalter, so daß beim Wiedereinschalten der Schalter für Nachtbeleuchtung eingestellt ist, wenn er vorher auf Abendbeleuchtung stand. Zum Umschalten von Abend- auf

Digitized by Google

Nachtbeleuchtung und umgekehrt ist daher nur ein momentanes Öffnen und Schließen des Hauptausschalters in der Schaltstelle erforderlich. Auch wenn einer der beiden Leuchtkörper oder eine von den beiden am gleichen Mast aufgehängten Lampen während des Brennens defekt wird, schaltet der Automat die Beleuchtung ganz selbsttätig auf

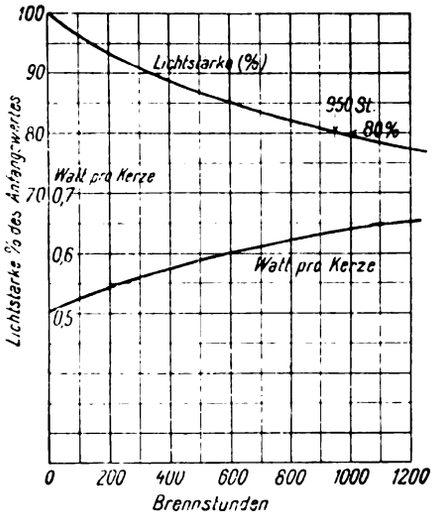


Fig. 14. Änderung der Lichtstärke und des Wattverbrauchs pro Kerze bei 31 Nitralampen verschiedener Typen. (Versuchsergebnisse der BEW.-Versuchsstelle.)

Fig. 16. Platzbeleuchtung mit Nitralampen in Dresden.

den anderen noch intakten Leuchtkörper um. Auf diese Weise gewinnt man auch eine zuverlässige Reserve für die Straßenbeleuchtung; denn diese bleibt solange in Betrieb, als einer von den beiden zusammen brennenden Leuchtkörpern intakt ist. Bei mangelhafter Bedienung und nicht

Fig. 15. Straßenbeleuchtung mit Nitralampen in Stuttgart.

rechtzeitiger Auswechslung der Lampen ist dies ein recht schätzenswerter Vorteil.

Nach den bisherigen Erfahrungen ist übrigens die Nitralampe an sich schon eine Lichtquelle, bei der ein Versagen während des Betriebes verhältnismäßig selten zu erwarten ist. Die Lebensdauer der Halbwattlampen wird im allgemeinen nicht durch irgend einen Defekt an der Lampe begrenzt, sondern sie findet normalerweise durch Auswechseln der Lampen infolge eingetretener Lichtabnahme ihr Ende. Bei der heute üblichen Beanspruchung der Lampen wird eine Nutzbrenndauer von ungefähr 800 bis 1000 Stunden erreicht; nach dieser Brennzeit hat die Lichtsärke um 20% abgenommen und es empfiehlt sich dann der Austausch der Lampen. Man hat jedoch für die Zeit des Austausches einen ziemlich weiten Spielraum, wie aus der Kurve der Lichtabnahme in Fig. 14 hervorgeht. Diese stellt den durchschnittlichen Verlauf der Untersuchungsergebnisse von zehn Gruppen von im ganzen 31 Nitralampen verschiedener Typen dar, die vom Jänner bis Mai dieses Jahres von der Versuchsstelle der Berliner Elektricitätswerke geprüft wurden. Der Hauptteil der Lichtabnahme bis zu etwa 15% vollzieht sich hienach während der ersten 600 Brennstunden; die weitere Abnahme geht nur sehr langsam vor sich. Eine Abnahme um 20% ist im Durchschnitt der hier zusammengefaßten Prüfungen nach 950 Brennstunden, eine Abnahme um 25% erst nach über 1200 Brennstunden eingetreten. Vor Erreichen der Lichtabnahme von 20% wurden bei diesen Versuchen nur 19% der untersuchten Lampen defekt. Die durchschnittliche Anfangsbeanspruchung der untersuchten Lampen war 0·505 *W* pro Kerze hemisphärischer Lichtstärke mit Klarglasglocke und ohne Außenreflektor. Die Änderung der Beanspruchung im Verlauf der Brennzeit geht aus der unteren Kurve der Fig. 14 hervor.

Die hier mitgeteilten Versuchsergebnisse wurden auch durch die Beobachtungen in der Straßenbeleuchtung bestätigt, wofür nur ein Beispiel angeführt sei. In der Straßenbeleuchtung eines Berliner Vorortes sind seit acht Wochen 66 Nitralampen für 1500 Kerzen in Betrieb; während der Installation und im Verlauf der bisherigen Brennzeit sind von sämtlichen Lampen nur zwei defekt geworden.

Eine vergleichende Betriebskostenberechnung zwischen Halbwattlampen und anderen Straßenbeleuchtungsarten soll hier nicht durchgeführt werden, da hiebei die örtlichen Verhältnisse, wie Strom- und Gaspreise, Höhe der Löhne für Bedienung und die mehr oder weniger großen Anforderungen an Reinigung und Instandhaltung der Beleuchtung viel zu sehr mitsprechen. Hier muß stets von Fall zu Fall entschieden werden. Die Halbwattlampe

Digitized by Google

wird weder die Straßenbeleuchtung mit Bogenlampen, noch die mit Gas vollständig ersetzen und entbehrlich machen. Wo es auf eine in den Stromkosten möglichst billige Beleuchtung von Hauptstraßen ankommt, die mit einem niedrigen Gaspreis scharf zu konkurrieren hat, da wird die Flammenbogenlampe besonders in der Gestalt der neuerdings bedeutend verbesserten Dauerbrand-Flammenbogenlampe oder Flammecolampe auch weiterhin noch am Platze sein. Wird dagegen der größte Wert auf ein vollkommen ruhiges Licht, möglichst wenig Bedienung und niedrige Anlagekosten gelegt, dann ist in sehr vielen Fällen die Halbwattlampe auch für die wichtigsten Hauptstraßen besonders geeignet. Wo noch Reinkohlen-Bogenlampen, namentlich solche für Wechselstrom in der Straßenbeleuchtung benutzt werden — und diese Fälle sind noch außerordentlich zahlreich —, da sollte deren Ersatz durch Halbwattlampen so rasch wie möglich durchgeführt werden; denn hier bringen die

Fig. 17. Platzbeleuchtung mit Nitralampen in Lugano.

Ersparnisse an Strom- und Bedienungskosten die Aufwendungen für die Beschaffung der Armaturen in wenigen Monaten wieder ein. Ein äußerst umfangreiches und dankbares Feld findet die Halbwattlampe in der Beleuchtung der Straßen mit mittlerem Verkehr und in den Nebenstraßen, die bisher in sehr vielen Städten fast ohne Konkurrenz der Gasbeleuchtung überlassen wurden. Die Nitralampen für mittlere und für niedrige Lichtstärken werden hier sehr erhebliche Ersparnisse in den Betriebskosten und Verbesserungen in der Beleuchtung erzielen lassen.

Außer in Berlin und seinen Vororten sind die Nitralampen auch schon in einer großen Zahl von deutschen und ausländischen Städten für die Straßenbeleuchtung mit gutem Erfolg zur Verwendung gelangt. Einige Beispiele ausgeführter Anlagen sind in den Fig. 15 bis 17 wiedergegeben.

Elektrische Fernmeldeeinrichtungen in Heiz- und Lüftungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Anlage in der Kaiser Jubiläumskrankenanstalt Wien-Lainz.

Von Ing. **Eduard Goldbacher**, Wien.

(Schluß von Heft 41/42, Seite 789.)

V. Die elektrische Übertragung und Meldung der momentanen Luftfeuchtigkeit bestimmter Stellen (Fernhygrometer).

Eine große Bedeutung in Heizungs- und Lüftungsanlagen kommt auch der Kenntnis der momentanen Luftfeuchtigkeit in den einzelnen Räumen zu. Als Ersatz für die bisher meist benutzten, unzuverlässigen und überdies zur Fernmessung ungeeigneten Hygrometer wird von der Siemens & Halske A.-G. neuerdings ein Fernhygrometersystem Constanz Schmitz ausgeführt*). Es ist nach dem Prinzip der Aspirationspsychrometer konstruiert, der einzigen wissenschaftlich begründeten Methode zur Bestimmung der Luftfeuchtigkeit. An Stelle der Quecksilberthermometer werden hier als Fernthermometer Quarzglaswiderstandsthermometer verwendet, deren Eigenschaften (kleine Dimensionen, zuverlässige Isolation auch bei Befeuchtung usw.) gerade für diesen Zweck besonders vorteilhaft erscheinen. Dort wo die Luftfeuchtigkeit kontrolliert werden soll, sind in einem rohrartigen Behälter zwei solche Quarzglaswiderstandsthermometer angeordnet.

Der Zusammenhang zwischen Feuchtigkeit einerseits, Temperatur und Temperaturdifferenz andererseits, ist wissenschaftlich ermittelt und in Jelineks Psychrometertafeln niedergelegt. Es muß noch erwähnt werden,

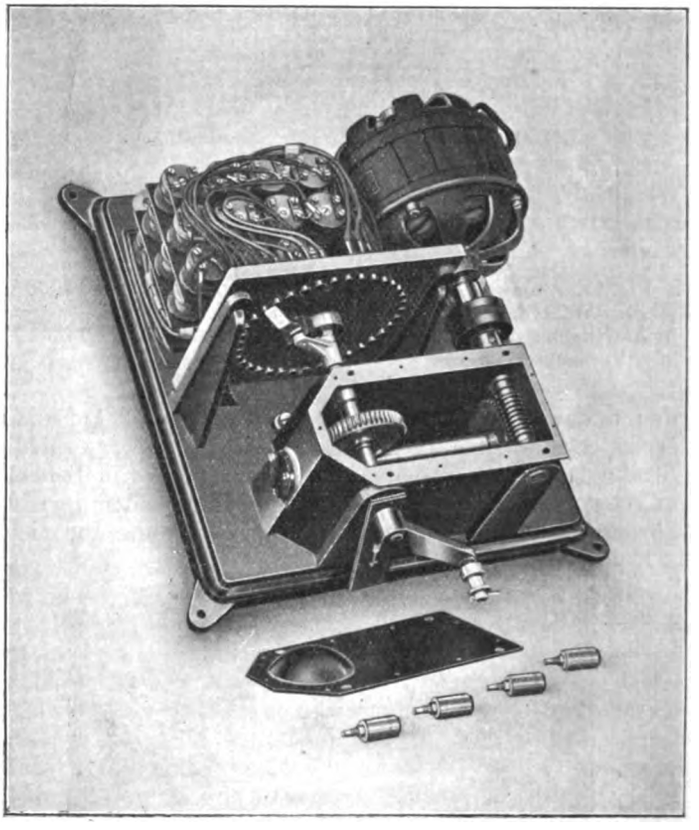


Fig. 18.

daß die ermittelten Werte nur für eine Luftgeschwindigkeit von zirka 1 m oder mehr Gültigkeit haben. In solchen Fällen, wo die zu kontrollierende Luft nicht an sich bereits mit einer Geschwindigkeit von 1 m und darüber zirkuliert, muß durch einen Ventilator dafür gesorgt werden, daß genügend Luftgeschwindigkeit an den Thermometern vorhanden ist. Messungen mit Psychrometern ergeben ohne diese Aspirationsvorrichtung beträchtliche Fehler. Die Einrichtung beim Fernhygrometer, System Constanz Schmitz, ist so getroffen, daß der Ventilatormotor zugleich mit den Thermometern ein- und ausgeschaltet wird, um überflüssigen Stromverbrauch durch Dauereinschaltung zu vermeiden, und zwar geschieht dies durch den gleichen Handgriff, so daß jedes Versehen ausgeschlossen ist.

Zur Temperaturfernmessung dienen die bereits beschriebenen Temperaturfernanzeiger mit Präzisionsmillivoltmeter und Tastenschalter mit automatischer Tastenfixier- und Auslösevorrichtung. Für jedes

*) Siehe E. u. M. 1913, Anhang, Seite 489.

Digitized by Google

trockene und feuchte Thermometer ist eine Drucktaste vorgesehen. Die Temperatur wird nach Einschaltung der Thermometer durch Niederdrücken der Taste, wobei eventuell gleichzeitig der Ventilatormotor in Tätigkeit gesetzt wird, direkt an der Temperaturskala abgelesen. Beim Ablesen der Temperatur am feuchten Thermometer wartet man einige Augenblicke, bis sich der Zeiger auf den durch die Luftzirkulation bedingten niedrigsten Temperaturpunkt der Skala eingestellt hat. Aus den beiden Temperaturablesungen trockene und feuchte Thermometer berechnet man für zusammengehörige die psychometrische Temperaturdifferenz und entnimmt den gesuchten Feuchtigkeitswert einer jedem Apparat beigegebenen Tabelle. Die Messung wird noch einfacher, wenn die Temperatur des trockenen Thermometers nur in engen Grenzen schwankt. In solchem Fall kann man durch eine zweite Messung, statt die Temperatur des feuchten Thermometers zu messen, unter Umgehung der Berechnung und mit erhöhter Genauigkeit die Temperaturdifferenz direkt an einer zweiten Skala des Millivoltmeters ablesen, die in Temperaturgrade oder auch für eine bestimmte Temperatur unmittelbar in Feuchtigkeitsprozente eingeteilt wird. Für Apparate der letzteren Art müssen genaue Normal- und Grenztemperaturen bekannt sein.

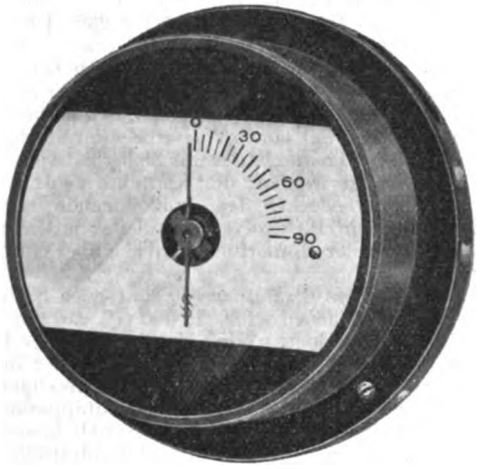


Fig. 19.

Zur Verbindung des Fernanzeigers mit den Widerstandsthermometern sind für jedes Thermometerpaar drei Leitungen erforderlich. Als Meßstromquelle ist am besten ein 4 Volt-Akkumulator geeignet, während der Ventilatormotor mittels zweier weiteren Leitungen über den Schalter des Fernanzeigers an das wohl stets vorhandene Lichtnetz (Gleich- oder Wechselstrom) angeschlossen wird.

Das trockene Thermometer macht ein weiteres Thermometer zur Messung der Raumtemperatur entbehrlich.

VI. Die elektrischen Klappen-, Fernstell- und Rückmeldeeinrichtungen.

Die in großen Luftheizungs- und Lüftungsanlagen vorhandenen Absperrklappen wurden bisher mittels langer Seilzüge und Winden eingestellt. Der bei solchen Anlagen auftretende Übelstand, daß erstens die zur Verwendung kommenden Drahtseile sich im Laufe der Zeit verziehen und nachgestellt werden müssen, außerdem, daß bei sehr ausgedehnten Gebäuden mehrere derartige Klappenzüge, die verhältnismäßig nahe beieinander liegen, örtlich zentralisiert und somit mehrere kleinere Zentralen geschaffen werden, läßt eine Übersicht über die so ausgeführten Anlagen nicht zu.

Die Klappenferneinstellvorrichtung mit Rückmeldung ermöglicht, sämtliche Bedienungsapparate an einer Zentralstelle zu vereinigen und eine jederzeitige bequeme Kontrolle über den Stand der einzelnen Klappen. Die Einrichtung gliedert sich in die maschinelle Klappenverstelleinrichtung mit Meldevorrichtung und den Anzeigeapparat mit Wähler für mehrere Klappen. Die Stelleinrichtung, welche für Gleichstrom, Einphasenwechselstrom- oder Drehstrom als Betriebsstromart der Motoren eingerichtet werden kann, besteht aus einem kleinen Motor (Fig. 18), welcher unter Einschaltung einer doppelten Schneckenradübersetzung mittels Kurbel und Gestänge die Klappe direkt betätigt. Zur Gewährleistung eines dauernd einwandfreien Ganges sind die Schneckenradübersetzungen in ein öldichtes Gehäuse eingebaut und laufen dauernd in Öl. Durch einen an der Kurbelachse angebrachten Schleifkontakt wird das Anzeigeinstrument entsprechend beeinflußt. Letzteres (Fig. 19) hat die normale Form

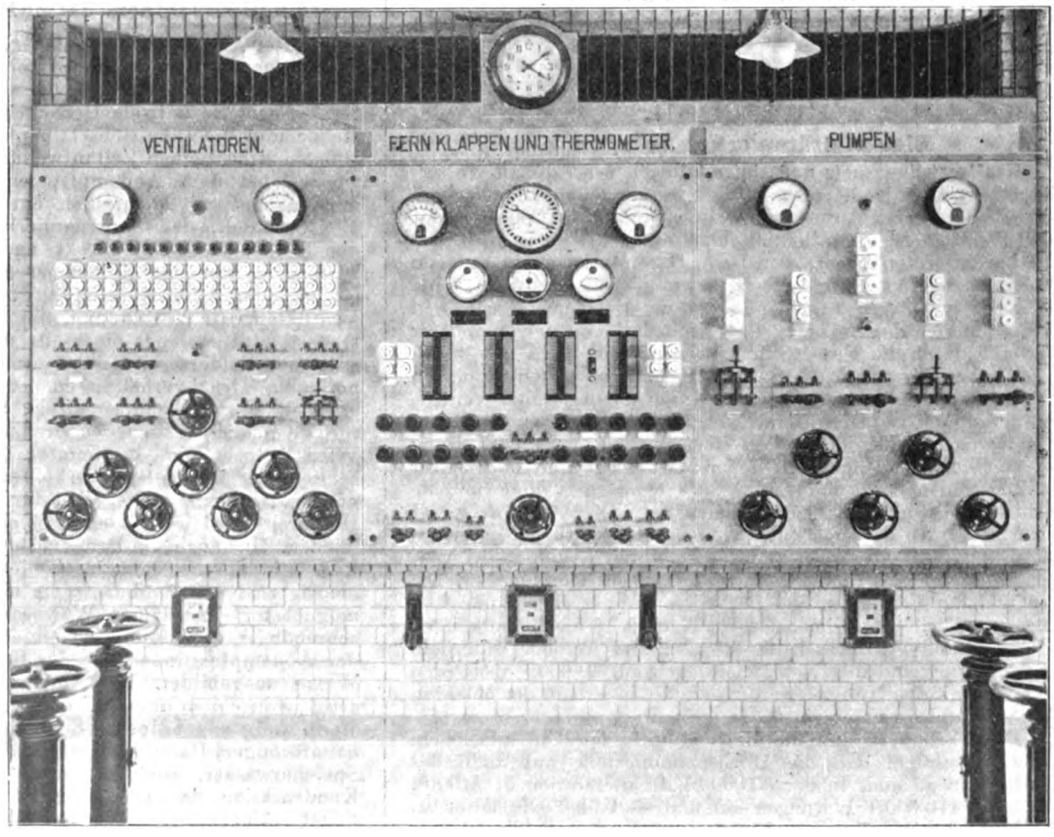


Fig. 20.

Digitized by Google

eines Schalttafelinstrumentes, jedoch ist der Drehpunkt in die Mitte verlegt, so daß der Zeiger ähnlich einer Drehklappe ausgebildet werden konnte und man die Lage der Klappe in den Luftkanälen sofort erkennen kann.

Durch entsprechende Umschalter können die Antriebsmotoren in Betrieb gesetzt und sowohl vorwärts wie rückwärts gesteuert werden, so daß also die Klappe in jeder Lage mehr geöffnet oder geschlossen werden kann. Durch Verwendung eines Tastenschalters wie bei Fernthermometeranlagen, wird wahlweise immer eine Klappenstellvorrichtung an das Anzeigeinstrument angeschlossen und kann an letzterem die Bewegung der Klappe dauernd verfolgt werden.

Als Bedienungsschalttafeln kommen kleine Marmortafeln, ähnlich Temperaturfernanzeigern zur Verwendung, jedoch sind auf diesen die notwendigen Schalteinrichtungen und Sicherungen gleichmäßig aufgebaut.

Durch Verwendung von Kleinmotoren für Spannungen 110 bzw. 220 *V* und der verhältnismäßig geringen Stromstärke dieser Motoren kann man auch bei ziemlich bedeutenden Entfernungen noch mit mäßig starken Leitungen auskommen.

Fig. 20 zeigt die Zentralablesetafel der Heizungs- und Lüftungsanlagen im Rathaus Charlottenburg, auf welcher im mittleren Felde unterhalb des Wasserstandsfernmelders das Anzeigeinstrument für die Fernklappenstellung sowie die zugehörigen Bedienungstafeln ersichtlich sind.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Kraftverteilungsnetz und Unterstationen der Tallulah-Wasserkraftanlage*). E. A. Lof beschreibt die Stromverteilung, die von dem 100 000 *PS*-Kraftwerk der Georgia Railway and Power Company mit 110 000 *V* erfolgt. Die Hauptleitung führt in zwei Leitungsnetzen nach dem 30 km entfernten Atlanta, von dessen Unterstation zwei Leitungen nach Lindale (128 km) und nach Newnan (64 km) führen; eine zweite vom Kraftwerk ausgehende Leitung reicht bis Easley. In allen Endpunkten des Netzes ist dieses mit den Kraftnetzen anderer Kraftwerke durch die Unterstationen verbunden.

Die Leitung nach Atlanta ist auf 20 m hohen Gittermasten von 6 m Seitenbreite am Boden und 1·5 m an der Spitze verlegt, und zwar sind die drei Drähte einer Leitung auf einer Mastseite 2·7 m weit und von der auf der zweiten Mastseite angeordneten Leitung 4·8 m weit abstehend montiert. Jeder Mast wiegt 2·5 t und ist für einen Zug von fast 2 t am Ende eines Querarmes und für eine vertikale Belastung von 680 kg berechnet. Die Spannweite ist 180 bis 210 m. An der Mastspitze sind zwei Erdleitungen, galvanisierter Eisendraht, verlegt. Die Hauptisolatoren bestehen aus vier, die Zugisolatoren aus fünf Tellern von je 36 cm Durchmesser. Die beiden anderen Leitungen sind der vorgenannten gleich, nur sind die Maste etwas leichter dimensioniert. Nach je 16 bis 25 km können die Netze durch Sektionsschalter abgeschaltet werden. Unterhalb der Kraftleitung sind die Telephonleitungen auf 40 000 *V*-Isolatoren verlegt und mit den Kabinen verbunden, die innerhalb der Maste in 6·5 km Abstand errichtet wurden.

Bemerkenswert sind die Einrichtungen der Unterstationen, und zwar dadurch, daß die Hochspannungsteile außerhalb des Gebäudes verlegt sind. In der 60 000 *kVA*-Unterstation in Atlanta treffen zwei 110 000 *V*-Leitungen ein und sind über Ölschalter an zwei Sammelschienengruppen verbunden, die parallel geschaltet werden können; die zwei ausgehenden Leitungen sind ebenfalls über Ölschalter an diese Schienen angelegt. In drei Gruppen von je drei Transformatoren zu 3333 *kVA*, die in zwei Reihen nebeneinander stehen, zwischen welchen ein breiter Weg mit zwei Geleisen frei bleibt, erfolgt die Spannungserniedrigung auf 11 000 *V*. Hinter jeder Transformatorreihe ist ein Eisengerüst für die Sammelschienen und sonstigen Hochspannungsleiterteile aufgestellt, von denen Leiter zu den untenstehenden Ölschaltern führen. Die Sammelschienen sind aus Kupferrohren zusammengesetzt, die an einem in einer Kettenlinie hängenden Stahlseil angeklemmt sind; von dem Eisengerüst sind sie durch siebentellerige Zugisolatoren isoliert. Die Sekundären der Transformatoren führen ebenfalls zu Sammelschienen, die auf einem Gitterwerk hinter der Transformatorenreihe montiert sind; von diesen gehen durch einen gemauerten Kanal gelegte Niederspannungsleitungen (25 mm starke Kupferrohre) in das Innere der Unterstation, die nunmehr bloß ein Schalthaus darstellt. Die Transformatoren mit Wasserkühlung sind beiderseits in Dreieck geschaltet und haben Abzweigstellen für 2·5% Spannungsänderung; die Temperaturerhöhung bei Vollast ist 40° C beim Verbrauch von 73 l Wasser von 15° C pro Minute und steigt bei 25% Überlastung nur auf 55° C bei 108 l Wasserverbrauch. Bei $\cos \varphi = 0{\cdot}8$ ist der Spannungsabfall 4·4%. Die Prüfspannung zwischen beiden Spulen war 200 000 *V*; der Transformator wiegt mit Ölfüllung 25 *t*. Durch Rohre kann jeder Transformator mit einem Ölbehälter und einem Ölfilter verbunden werden, ebenso mit einem Wasserbehälter, in den eine Pumpe ständig Wasser hebt. Trennschalter mit Sicherheitssperre können vom Boden aus betätigt werden; die Kontakte sind mit einer Haube als Wetterschutz bedeckt. Jede zukommende und abgehende Leitung ist mit einem Elektrolyt-Blitzableiter mit vier Zellen, einer Drosselspule und einer Hörnerfunkenstrecke über einen Trennschalter verbunden.

Im ersten Stockwerk des Schalthauses sind vier Sätze von Niederspannungs-Sammelschienen für 11 000 *V* zu zwei Sätzen zusammenschaltbar angeordnet, so daß sie ein doppeltes **U** bilden, und mit den Transformatorsekundären über Ölschalter im zweiten Stock verbunden; diese sind für 15 000 *V* zur Unterbrechung von 500 *A* bestimmt und mit Zeitrelais versehen. Die Schaltapparate werden vom Schalttisch aus beherrscht. Sowohl die Sammelschienen als auch die ausgehenden Leitungen sind mit elektrolytischen Blitzableitern verbunden; die ersteren sind im Schaltgebäude, die letzteren außerhalb desselben aufgestellt.

Ähnlich der vorgenannten sind die Unterstationen in Gainsville, Newnan, Marietta, Cartersville und Lindale eingerichtet; sie sind je für 12 000 *kVA* bemessen und haben vier Reihen von Transformatoren. (Gen. El. Rev., Juli 1914.)

*) Vergl. E. u. M. 1914, Heft 8, S. 168.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Der Abdampfakkumulator, System Rateau-Morison. Die Wärmespeicher nach dem System Rateau, bei denen der gesamte Abdampf in das Speicherwasser geleitet wird, weisen insoferne Nachteile auf, als Druckverluste bezw. Energieverluste entstehen und die Inbetriebsetzung der Abdampfturbine immer mit einem beträchtlichen Zeitaufwand verbunden ist. Diese Nachteile werden bei dem Abdampfspeicher Rateau-Morison vermieden und mit demselben ein besserer Wirkungsgrad in der Weise erzielt, daß ein regulierbarer Teil des Abdampfes von den Kolbenmaschinen direkt nach der Abdampfturbine geleitet wird. Die von den Kolbenmaschinen kommende Auspuffleitung ist mit der Admissionsleitung zur Abdampfturbine durch eine Ventilklappe in Verbindung, die durch einen kleinen Kolben gesteuert wird, welcher einerseits unter dem Einfluß der Abdampfspannung, andererseits unter atmosphärischem Druck steht. Bei normalen Druckverhältnissen ist diese Klappe geöffnet, so daß ein Teil des Abdampfes direkt zum Einlaßventil der Abdampfturbine gelangen kann, wodurch deren Anlassen erleichtert wird. Wird jedoch ein bestimmter Dampfdruck überschritten, so schließt der kleine Regulierkolben die Klappe und der Abdampf wird gezwungen, seinen Weg durch den Akkumulator zu nehmen. Hiedurch wird jeder überflüssige Dampf- und Druckverlust vermieden. Um auch die Druckverluste des durch das Akkumulatorwasser hindurchströmenden Teiles der Abdampfmenge möglichst niedrig zu halten und trotzdem einen schnellen, gründlichen und möglichst gleichmäßigen Wärmeaustausch ohne viel Energie verzehrende Wirbelbildung zu erzielen, wurden die Einströmdüsen des Abdampfes innerhalb der Speicherflüssigkeit in besonderer Weise ausgebildet. Der Abdampf gelangt aus mehreren tellerartig je in einem unten offenen, vertikalen Rohr eingebauten, mit sternförmig angeordneten Spalten versehenen Düsen, in dünnen, bandförmigen Dampfstrahlen und in vertikaler Richtung in das Speicherwasser, wodurch eine feine Dampfverteilung, rasche Kondensation des Dampfes und beste Wasserzirkulation stattfindet. Auch die Größe des Wasserwiderstandes im Wärmespeicher kann beträchtlich verringert werden, indem man die Düsenöffnungen sehr nahe an der Wasseroberfläche anbringt. In Anlagen, wo der von den Kolbenmaschinen kommende Abdampf im Überschusse vorhanden ist, bezw. von der Abdampfturbine nicht voll ausgenutzt werden kann, wird derselbe aus der Zuführungsleitung in einen besonderen am Akkumulator angeordneten, jedoch von demselben vollkommen getrennten Behälter geleitet, wo derselbe zur Speisewasservorwärmung ausgenutzt wird. Die Düsen sind hier ebenso wie beim eigentlichen Wärmespeicher ausgebildet, jedoch behufs Erzielung eines größeren Wasserwiderstandes wesentlich tiefer unterhalb des Wasserspiegels angeordnet. Durch diese Einrichtung wird eine weitere Erhöhung der Gesamtökonomie des Wärmespeichers erzielt. (Z. f. Dampfkessel u. Maschinenbetrieb, Heft 23, 1914.)

Digitized by Google

Die Gartner-Feuerung. Dipl. Ing. v. Pasinski. Diese neue Feuerungsbauart für Dampfkessel ist eine Vorfeuerung mit muldenartigem Rost und vereinigt in geschickter Weise die Bedingungen einer wirtschaftlichen und einer rauchfreien Verbrennung. Bei der Gartner-Feuerung fällt die Kohle durch einen schrägen Mauerschacht aus den seitlich gelagerten Bunkern in die Rostmulde, unterliegt am Muldenrand einer Vorvergasung und gelangt im Hinabgleiten zur Rostmitte vollständig zur Entgasung. Über dem Rost spannt sich in genügender Höhe, und zwar zum Kessel hin etwas ansteigend, ein Gewölbebogen. Dadurch entsteht ein großer Feuerraum, der nicht nur die freie Entfaltung der Flamme gasreichster Kohle ermöglicht, sondern auch durch die strahlende Wärme der Gewölbe günstig auf die Verbrennung wirkt. Die Luft tritt vor der Stirnwand des Kessels in einen über dem Gewölbe des Feuerraumes übergebauten breiten Kanal, erwärmt sich beim Überstreichen des Gewölbes und gelangt durch weite Vertikalkanäle der Stirnwand der Feuerung unter den Rost. Damit die Feuerung den wechselnden Betriebsverhältnissen in weitestem Maße angepaßt werden kann, ist von dem gesamten Rost je ein seitlicher Streifen mit gesonderter Luftzuführung versehen, welche durch Schieber absperrbar ist. Hiedurch ist es möglich, die aktive Rostfläche ohne Beeinträchtigung des Verbrennungsvorganges zu verändern. Zur Verfeuerung einer sehr gasreichen Kohle sind die seitlichen Gewölbe mit Zweiluftzuführung versehen, die gleichfalls durch Schieber absperrbar ist. Versuche, die der Rheinische Dampfkessel-Überwachungsverein in Düsseldorf an einem Kessel, der mit der Gartner-Feuerung versehen war, vornahm, ergaben eine Kohlenersparnis von 29% gegenüber dem früheren Planrostbetrieb. Dabei arbeitete die Feuerung fast vollständig rauchlos. Wie der Verfasser berichtet, beabsichtigt der Erfinder seine Feuerung auch bei größeren Reihen-Kesselanlagen zu verwenden und sind diesbezügliche Versuche im Zuge. Es wird auch beabsichtigt, die Gartner-Feuerung auf industrielle Feuerungen jeder Art anzuwenden. Nach Ansicht des Verfassers stellt die Gartner-Feuerung vom Standpunkt der Rauchverminderung und einer besseren Ausnutzung der Brennstoffe einen entschiedenen Fortschritt dar.

(Z. f. Dampfkessel u. Maschinenbetrieb, Heft 34, 1914.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Berechnung der Wasserstrahl-Luftpumpen. Dr. Ing. C. Pfleiderer. Der Verfasser untersucht die grundlegenden Bedingungen zur Berechnung und Konstruktion der heute so vielfach bei Kondensationsanlagen usw. verwendeten Wasserstrahl-Luftpumpen (nach Bauart Westinghouse-Leblanc, Thyssen-Pfleiderer und andere). Aus den Grundgleichungen wird auf rechnerischem Wege festgestellt, daß die Querschnitte der Fangdüsen dieser Pumpen ähnlich wie bei der Lavalschen Dampfdüse anfangs abnehmen und dann zunehmen müssen und daß der Druck an der engsten Stelle vom Ansaugedruck unabhängig und nur vom Enddruck abhängig ist, genau entsprechend dem Verhalten des Druckes an der engsten Stelle bei der Lavalschen Düse.

Um gewisse Erscheinungen, die beim Betriebe der Strahlpumpen auftreten, erklären zu können, muß daran festgehalten werden, daß sich die Strahlpumpen innerhalb eines weiten Gebietes ähnlich verhalten, wie die Kolbenpumpen mit unendlich kleinem schädlichen Raume. Aus der Schaulinie für die Verdichtungsarbeit für 1 m^3 Luft in Abhängigkeit vom Ansaugedrucke ergibt sich, daß bei hoher Luftleere die Geschwindigkeitsenergie der eintretenden Wasserstrahlen nicht so groß zu sein braucht wie bei geringer Luftleere. Der Kraftbedarf der Pumpe ist also von einer gewissen Luftleere an um so geringer, je höher die Luftleere ist. Da nun Schwankungen in der Luftleere unvermeidlich sind, so folgt hieraus, daß Strahlpumpen, die für hohe Luftleeren bestimmt sind, im Betriebe nie im Bereiche ihres günstigsten Wirkungsgrades verwendet werden dürfen, sondern der beste Wirkungsgrad bei einem Saugdruck vorhanden sein muß, der höher ist als der Betriebsdruck. Je weiter der Betriebsdruck vom Druck des günstigsten Wirkungsgrades entfernt ist, um so zuverlässiger ist der Betrieb, um so ungefährlicher sind starke Schwankungen der Luftleeren, aber um so schlechter ist der Wirkungsgrad der Pumpe. Der Druck, bei dem die zu leistende Verdichtungsarbeit einschließlich der Förderarbeit des Wassers den größten Teil der Arbeit der Wasserstrahlen ausmacht, wird als der kritische Druck bezeichnet. Aus dem Diagramm, welches den Kraftbedarf der Strahlpumpe in Abhängigkeit vom Ansaugedrucke anzeigt, ergibt sich, daß man bei Strahlpumpen den kritischen Druck vollkommen beherrscht, da man nur das Wassergewicht entsprechend zu wählen braucht. Bei kleinen Wassermengen im Vergleich zum Luftvolumen, das heißt bei hohen Wasserdrücken in der Düse und großen Wassergeschwindigkeiten ist der kritische Druck größer und nähert sich dem Höchstwerte $\frac{p_{max}}{e}$, wobei p_{max} den Enddruck und $e = 2{\cdot}71828$ die Grundzahl der natürlichen Logarithmen bedeutet.

Es werden weiters die Umstände klargelegt, die auf das bei schwankender Luftleere häufig beobachtete und im Betriebe sehr lästige Abschnappen der Pumpen Einfluß haben, und ein Verfahren entwickelt, das rasch die zur Vermeidung des Abschnappens erforderlichen Wassermengen und Wassergeschwindigkeiten ergibt. Ferner werden die Wirkungsgrade bestimmt und insbesondere gezeigt, daß eine Strahlpumpe um so günstiger arbeitet, je höher die Wassergeschwindigkeiten und je geringer die Wassermengen sind, wobei aber die Wassermenge noch so groß sein muß, daß sie im Stande ist, die zu fördernde Luftmenge einzuschließen und festzuhalten. Das bei der Berechnung von Strahlpumpen einzuschlagende Verfahren wird an Beispielen vorgeführt, wobei zwischen Fangdüsen mit gerader Mittellinie und Ringdüsen unterschieden wird, weil bei letzteren das Kreisen des Wassers die Ableitung besonderer Gleichungen erfordert.

(Z. d. V. D. I., Hefte 24 u. 25, Jahrg. 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Synchrone Boostermaschinen in Wechselstromnetzen. L. Hagood. Zur Spannungsregulierung in Wechselstromkreisen empfehlen sich sehr gut an Stelle von teueren, für den Betrieb in Hochspannungskreisen unbrauchbaren Regulierapparaten, synchrone Generatoren, die in Reihe mit der von der Zentrale zur Unterstation führenden Leitung eingeschaltet und durch Synchronmotoren angetrieben werden; durch Regelung ihrer Erregung werden diese Maschinen befähigt, wenn sie synchron mit dem Netz laufen, Spannungen in stark variierender Größe abzugeben. Natürlich bringt die Einrichtung Verluste mit sich, aber die Vorteile, welche durch die Verbesserung des Leistungsfaktors durch den antreibenden Synchromotor erzielt werden, heben diese Verluste auf. Der Verfasser beschreibt eine derartige Boosteranlage in einem 11 000 V-Netz, das über 10 000 kVA-Transformatoren aus einer 110 000 V Fernleitung mit Drehstrom von 60~ gespeist wird. Auf einer Welle sitzt der Synchrongenerator, der Synchronmotor und für jede Maschine eine besondere Erregermaschine. Im Erregerkreis der Boostermaschine, die nur bei Nullspannung in die Linie durch einen verriegelbaren Schalter eingeschaltet werden kann, ist ein von Hand zu regelnder Widerstand angeordnet. Im Erregerkreis des antreibenden Synchronmotors ist ein automatischer Spannungsregler und ein durch ein Überspannungsrelais beeinflußter Widerstand angeordnet, der bei plötzlich eintretender Spannungserhöhung im Netz das Feld des Motors schwächt.

Die Anordnung von Zusatzmaschinen am Konsumpunkt ermöglicht es, die Spannung an demselben stets in richtiger Höhe zu halten; dadurch kann auch das Kraftwerk sich leichter in seiner Spannung den Verhältnissen anpassen. Dazu kommen noch die Vorteile der Verbesserung des Leistungsfaktors. Der Betrieb eines solchen Boostersatzes macht keine Schwierigkeiten.

(Gen. El. Rev., August 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Apparat zum Schutz gegen Überspannungen. F. Fröhlich beschreibt den von Ferrari und Pizzuti angegebenen Überspannungsschutz, der bezweckt, in einer Leitung jenen Punkt festzulegen, an welchem die höchsten Überspannungen auftreten müssen, so daß dort ein Ableiter zuverlässig die Überspannung zur Erde abführen kann. Die eine Belegung des mit der anderen an Erde gelegten Kondensators A, B ist in Reihe mit einer Spule B, C in die Leitung vor der zu schützenden Anlage geschaltet. Der Teil A, B der Leitung hat einen kleinen, der Teil BC einen hohen natürlichen Widerstand. Die von der Leitung kommende Welle wird bei B reflektiert, dort tritt ein Spannungsbauch auf und ein dort angelegter Ableiter (Funkenstrecke mit Widerstand) vermag die Überspannung zur Erde zu leiten; ein Teil der Überspannung wird auch durch den Kondensator zur Erde geführt. Die Teile A, B und B, C sind so dimensioniert, daß die Zeit, welche eine von B nach C sich fortpflanzende Welle braucht, gleich groß oder größer als die Zeit ist, welche die reflektierte Welle von B nach A braucht; die Überspannung ist dann von B schon abgeführt, bevor die Welle nach C kommt. Will man auch gegen Überspannungen schützen, die durch Abschalten in der Anlage auftreten, so ordnet man zwei Kondensatoren und zwischen diesen die Spule B an, an deren beiden Enden Ableitungen zur Erde gehen. Etwa 100 solche von der Firma Luigi Magrini in Bergamo in Typen für 12, 30, 50 und 90 kV ausgeführte Apparate sind bei großen italienischen Anlagen mit Erfolg in Verwendung.

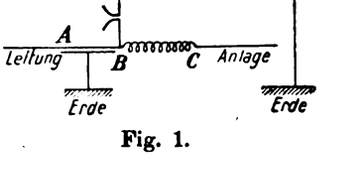


Fig. 1.

(E. T. Z. Heft 33, 1914.)

Digitized by Google

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Über die Reflexion elektromagnetischer Wellen an Drähten. W. Arkadiew, Moskau, hat Messungen der Energie der an dünnen Drähten reflektierten elektromagnetischen Wellen ausgeführt, um die magnetischen Eigenschaften des Eisens bei schnellen elektrischen Schwingungen zu untersuchen. Die analogen Messungen der Permeabilität von Klemenčič mit Wellen, die nicht kürzer als 3·3 m waren, und andere haben gezeigt, daß bei einer Wellenlänge von einigen Metern die Permeabilität des Eisens noch sehr groß ist, jedoch viel kleiner, als in konstanten oder langsam wechselnden Feldern. Nach einem Gedanken von P. Lebedew, hat Arkadiew die damals soeben entdeckte Eigenschaft der undichten Hertzschen Gitter, die Energie der elektromagnetischen Wellen merkbar zu absorbieren, benützt. Diese Absorption ist desto größer, je weiter die Drähte voneinander entfernt sind. Arkadiew berichtet über Messungen an aus vier Drähten bestehenden Gittern und beschreibt eine besondere Methode, die die Untersuchung der Wirkung eines einzelnen Drahtes ermöglicht. Die erst kürzlich vollendeten Untersuchungen ergaben folgendes: Die magnetischen Eigenschaften aller untersuchten ferromagnetischen Metalle stehen bei schnellen elektrischen Schwingungen ($3 < \lambda < 30$ cm) merklich in demselben Verhältnis, wie in konstanten Feldern, verringern sich mit der Wellenlänge und streben, wie die graphische Extrapolation zeigt, bei der Wellenlänge von zirka 1 cm zu verschwinden.

(Ann. d. Phys. Nr. 17, 1914.)

Elektrische Apparate.

Die elektrolytische Metallabscheidung in Ventilzellen. Günther Schulze, Berlin. Wird eine Ventilzelle mit dem Elektrolyten Na_2SO_4 und den Elektroden Tantal und Platin mit Wechselstrom belastet, so wird sie für die Stromrichtung Tantal-Platin (Tantal Anode) undurchlässig, das heißt die Tantalelektrode formiert sich. Wird als Elektrolyt $CuSO_4$ (Kupfersulfat) verwendet, so sollte man das Ausbleiben dieser Formierung erwarten, da stets, wenn Tantal Kathode ist, Kupfer auf ihm abgeschieden wird und der Strom entgegengesetzter Richtung genügen sollte, das Kupfer wieder aufzulösen, so daß die Zelle nach beiden Richtungen durchlässig bleibt. Trotzdem tritt hier die Formierung ebenso schnell ein wie bei einer Na_2SO_4-Zelle. Das Tantal bleibt blank und der Elektrolyt wird allmählich durch pulverförmiges metallisches Kupfer getrübt, das in der Nähe des Tantals ausgefällt wird und langsam zu Boden sinkt. Nach der Formierung wird in der durchlässigen Richtung (Ta Kathode) nur ein Teil (35%) des gesamten Kupfers in elektrolytisch wirksamer Form ausgeschieden, der Rest ist der wie erwähnt ausgefällte. Der wirksam abgeschiedene Teil wird zu Anfang der undurchlässigen Richtung wieder gelöst, wobei die Zelle durchlässig bleibt; nach vollendeter Auflösung wird die Zelle undurchlässig. Der Betrag des elektrodisch wirksam abgeschiedenen Teiles ist von der Formierungsspannung oder Dicke der wirksamen Tantalschicht, der Stromdichte (bei größeren Stromdichten) und der Elektrolytenkonzentration unabhängig, wächst hingegen mit der Temperatur bei geringeren Stromdichten mit abnehmender Stromdichte und mit abnehmender Stärke der Säure des verwendeten Salzes. Werden andere Elektrolyte der $CuSO_4$-Lösung zugesetzt, so verringert sich die gesamte Kupferabscheidung um so mehr, je niedriger die Mindestspannung der zugesetzten Elektrolyte ist. Die Kationen der Schwermetalle ordnen sich nach der Größe der elektrodisch wirksam abgeschiedenen Bruchteile in eine Reihe, die für die Nitrate, Sulfate und Azetate identisch ist. Da sich Tantal in den Lösungen der Schwermetallsalze mit Wechselstrom formiert, so müssen sich die beobachteten Erscheinungen bereits an frisch poliertem, das heißt nur mit einer Oxydhaut molekularer Dichte überzogenem Tantal abspielen. Aluminium zeigt in unvollständiger Weise die gleichen Erscheinungen wie Tantal, entsprechend der unvollständigen Ventilwirkung dieses Metalles in den in Frage kommenden Elektrolyten. Eine Erklärung der Erscheinungen wäre angesichts des Mangels nötiger Daten verfrüht. Immerhin könnte folgendes angenommen werden: Nach Schulzes Theorie der elektrolytischen Gleichrichtung wird die Ventilwirkung durch eine Doppelschicht auf der formierten Elektrode bedingt, die aus einer ungemein dünnen Sauerstoffschicht in den Poren einer sich gleichzeitig ausbildenden dickeren Oxydschicht auf dem Metall besteht. Die Gasschicht wird in der durchlässigen Richtung vom Strom in der Form freier Elektronen durchflossen, die durch die Mindestspannung vom Metall zum Elektrolyten getrieben werden. Sie erlangen bei den Schwermetallen mit einer Mindestspannung von 20 bis 30 V eine beträchtliche kinetische Energie, die sie an die Ionen des Elektrolyten abgeben, diese entladend und heftig von der wirksamen Schicht in den Elektrolyten hineinschleudernd. Dies würde die Ausfällung der Metalle im Elektrolyten in einiger Entfernung vom Tantal und dessen Blankbleiben erklären. Ein Teil der Ionen gewinnt hingegen aus der kinetischen Energie der Wärmebewegung eine auf das Tantal gerichtete, vom elektrischen Felde verstärkte Geschwindigkeit, unter deren Einfluß sie unter Umständen die wirksame Schicht zu durchdringen vermögen und so den elektrodisch wirksamen Teil der Metallabscheidung bilden.

(„Ann. d. Phys." Nr. 15, 1914.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Vergleichende Untersuchungen über die Verwendung von gedämpften und ungedämpften Schwingungen für funkentelegraphische Großstationen. H. Rein untersucht diese Frage an den Ergebnissen von Großstationen für 4000 km Reichweite also zumindest 75 kW Antennenenergie. Vier solcher Stationen (Poldhu, Clifden, Glacebay, Coltano) arbeiten mit gedämpften Wellen (System Marconi), die Goldschmidt-Station in Eilvese ist mit Hochfrequenzmaschinensendern für ungedämpfte Wellen ausgerüstet und die Station Nauen ist für beide Systeme eingerichtet. Der Vergleich bezüglich der Größen der Energien und der Wirkungsgrade beschränkt sich also praktisch auf die Funken- und Maschinensender. Man kann sagen, daß der Wirkungsgrad der Sendestation, das ist das Verhältnis der in Strahlung und Wärmeentwicklung verbrauchten Energie zu der der Maschinenwelle zugeführten, 60 bis 70% bei beiden Systemen beträgt. Bei ungedämpften Wellen von 100 kW Leistung ist die Antenne höchstens mit 40 kV beansprucht, bei Funkensendern mit der 3·5fachen Spannung; die Leistungsfähigkeit einer gegebenen Antenne ist also bei ungedämpften Wellensendern stets größer als bei gedämpften. Bezüglich der Verluste bei der Energieausbreitung durch den Raum kann man nach dem heutigen Stand der Frage noch nichts Bestimmtes sagen. Stellt man aber auf Grund vorhandener Messungen, insbesondere von Austin*) und Barkhausen**), einen Vergleich an, so ergibt sich als das Verhältnis der Energieaufnahme A_u bei ungedämpften Wellen zu der bei gedämpften Wellen A_g die Beziehung

$$\frac{A_u}{A_g} = \frac{1}{4}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2}}\right)^2,$$

wobei ϑ_1 das logarithmische Dämpfungsdekrement der Sendeantenne, ϑ_2 das Gesamtdekrement des Empfängers bedeuten. Die durchgeführte Rechnung zeigt, daß bei gleicher Sendeenergie und Wellenlänge die ungedämpfte Schwingungsform allen anderen überlegen ist, und daß es sich empfiehlt, um große Detektorleistungen zu erzielen, den Empfänger schwach zu dämpfen. Die Sender für gedämpfte Schwingungen haben den einzigen Vorteil, daß sie leicht eine große Wellenskala ermöglichen, man braucht nur die Eigenschwingungen zweier Kreise entsprechend einzustellen; bei Maschinensendern besteht keine so große Leichtigkeit in der Einstellung einer neuen Welle. Hingegen zeigt die Erfahrung, daß Stationen mit Hochfrequenzmaschinen benachbarte Funkenanlagen in ihrem gegenseitigen Verkehr nicht stören. Was endlich die Art des Betriebes der beiden Typen von Sendestationen anlangt, so kann nicht geleugnet werden, daß Funkenstationen größere Betriebsschwierigkeiten ergeben als Maschinenstationen; bei ersteren steigen die Betriebsschwierigkeiten mit wachsender Leistung (in Nauen sind 150 Funkenstrecken in Reihe gelegt) bei den Hochfrequenzmaschinen, wo man nur auf die Konstanthaltung der Tourenzahl und das Tasten größerer Energiemengen zu achten hat, nehmen die Schwierigkeiten im Betrieb mit der Größe der Station ab. Der Vergleich fällt also zugunsten der ungedämpften Wellen aus.

(E. T. Z. Heft 31, 1914.)

Funkenfrequenz und Telephonempfindlichkeit in der Radiotelegraphie. M. Vos, Marburg i. H. Die Ergebnisse der Versuche von Rayleigh, Wien und Austin über die Empfindlichkeit des Telephons bei sinusförmiger Erregung der Membran ließen erwarten, daß durch die Anwendung einer hohen Impulsfolge die Empfindlichkeit des Telephons wesentlich erhöht werde. Daran knüpfte sich auch die Hoffnung auf eine Steigerung der Reichweite in der Radiotelegraphie durch Einführung der Hochfunkenfrequenz bei Verwendung von integrierenden Detektoren. Austin hat jedoch selbst experimentell nachgewiesen, daß diese erwarteten Wirkungen nicht eintreten. Die Telephonempfindlichkeit ist bei 120 und 1000 Funken pro Sekunde ungefähr die gleiche, und zwar dieselbe wie bei der empfindlichsten Frequenz bei sinusförmiger Erregung. Austin nimmt zur Erklärung an, daß die Funken bei langsamer Folge immer vielfach sind, wodurch höhere, einer gesteigerten Telephonempfindlichkeit entsprechende Töne erzeugt werden oder daß die Membran durch die kurzen, scharfen Rucke, denen sie im Falle der Funkenentladung unterworfen ist, wirkungsvoller bewegt wird als durch die Sinusschwingungen. Gegen die

*) Vergl. E. u. M. 1911, S. 1052.
**) Vergl. E. u. M. 1914, Heft 24, S. 514.

Digitized by Google

erste Annahme macht V o s geltend, daß die bei langsamer Funkenfolge fast stets verwendeten Resonanzinduktorien im Falle richtiger Einstellung der Funkenstrecke kaum Partialentladungen (vielfache Funken) liefern können, da die Spannung an der Primärkapazität erst allmählich die Entladespannung erreicht. Die zweite Annahme hingegen scheint von Bedeutung. Hier handelt es sich in Anbetracht der Kürze der Impulse nicht mehr um eine sinusförmige, sondern um eine periodisch ballistische Erregung der Membran. V o s entwickelt nun die Theorie einer solchen Einwirkung auf die Telephonmembran, aus der sich das Ausbleiben der erwarteten Wirkungen vollkommen erklärt. Aus der Theorie ergibt sich für die Empfindlichkeit der Telephonmembran bei verschiedenen Impulsfrequenzen folgendes: Als Empfindlichkeit des Telephons kann der reziproke Wert desjenigen Stromes definiert werden, der es gestattet, bei den verschiedenen Impulsfrequenzen Striche und Punkte des Morsealphabetes gerade noch zu unterscheiden. Die Empfindlichkeit bei gegebener Impulsfrequenz wird dann durch drei Momente bestimmt: durch die Größe der Membranelongationen für eine bestimmte Stromintensität, durch die relative Stärke der im Ton enthaltenen Obertöne und durch die spezifische Empfindlichkeit des menschlichen Ohres für diese einzelnen Obertöne. Die Theorie zeigt, daß die Amplituden der Membranelongationen bei allmählicher Änderung der Impulsfrequenz zwischen einer Reihe von Maxima und Minima hin und her schwanken. Denselben Schwankungen wird die Empfindlichkeitskurve für die verschiedenen Impulsfrequenzen unterworfen sein, welche Empfindlichkeitsschwankungen noch dadurch verstärkt werden, daß an allen Stellen maximaler Amplitude der Membranschwingungen der Eigenton der Telephonmembran vorherrscht, wobei die Eigentöne der praktisch verwendeten Telephone völlig im Bereich der Tonhöhen liegen, für die das Ohr am empfindlichsten ist. An den Stellen minimaler Amplitude hingegen ist der Eigenton der Membran im Ton überhaupt nicht enthalten und die nächstliegenden Obertöne sind schon so weit entfernt, daß die spezifische Empfindlichkeit des Ohres für sie schon wesentlich abnimmt. Daraus ergibt sich, daß die Empfindlichkeit der praktisch verwendeten Telephone ein Maximum ist, wenn die Eigenfrequenz der Membran ein ganzes Vielfaches der Impulsfrequenz ist. Versuche von W r a t z k e (Marburg) bestätigen dieses Ergebnis der Theorie. Was die Frage anbelangt, ob langsame oder schnelle Funkenfolge für die Empfangslautstärke bei gleicher Senderleistung günstiger sei, so muß nach dem obigen die Funkenfrequenz so gewählt werden, daß sie ein ganzer Bruchteil der Eigenfrequenz der Telephonmembran ist, da in diesem Falle die Empfindlichkeit des Telephons ein Maximum ist. (Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 11, 1914.)

Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen.

Elektrische Tastensperren und Gleichstromblockfelder. B e c k e r. Die elektrischen Tastensperren und Gleichstromblockfelder haben in neuerer Zeit bezüglich Fernhaltung äußerer Einwirkungen wesentliche Verbesserungen erfahren. Angestellte Versuche haben ergeben, daß die elektrische Tastensperre nur dann gegen äußere Einwirkungen unempfindlich ist, wenn die Überbindung zwischen Anker- und Verschlußhalter etwa 2·5 mm beträgt und eine in Länge und Spannung richtig bemessene Ankerabreißfeder besitzt. Die diesen Bedingungen entsprechenden Sperren sollen durch 50 M. A. Stromstärke noch nicht, durch 60 M. A. jedoch unbedingt ausgelöst werden. Um diese elektrischen Werte und die Sicherheit der Tastensperren gegen äußere Einwirkungen zu gewährleisten, müssen Ankeranschlag und Federaufhängung unverstellbar sein. Um weiter an den Sperren gewaltsame äußere Einwirkungen ohne Hinterlassung merklicher Spuren auszuschließen, wird künftig der Schutzkasten so ausgebildet, daß zwischen Gußkörper der Sperre und Blechdeckel des Schutzkastens ein Zwischenraum von 10 mm vorhanden ist. Die neu verbesserten Gleichstromfelder sind gegen äußere Einwirkungen unempfindlich, wenn die Überbindung zwischen Anker und Verschlußhalter 2 mm beträgt und die unbedingte Auslösung der Sperre bei einer Stromstärke von 60 M. A. eintritt, was aber bei den bisher allgemein gebräuchlichen von 50 M. A. noch nicht der Fall sein darf. In Ausnahmsfällen ist eine Stromstärke für die Auslösung der Gleichstromfelder und auch der elektrischen Tastensperren bis zu 65 M. A. zugelassen. Falls diese nicht ausreicht, ist die weitere Verstärkung der Stromquellen nicht erlaubt.

(Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbahnen, Heft 15, 1914.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Elektrische Kaligewinnung. Die Gesamtmenge des in verschiedenen Gesteinen, zum Beispiel Feldspat, enthaltenen Kalis übertrifft diejenige der Kalilager um ein Vielfaches. Jetzt soll es, wie wir in der „Polyt. Rundschau" lesen, in Schweden gelungen sein, durch Behandlung von Feldspat und anderen kalihaltigen Gesteinen im elektrischen Ofen das Kali in eine kalireiche, als Düngmittel geeignete Schlacke überzuführen. Das dabei angewendete Verfahren besteht darin, daß der Feldspat in einem bestimmten Verhältnisse mit Kohle und Eisen vermengt, im elektrischen Ofen geschmolzen wird. Das durch Reduktion der Kieselsäure der Silikate gebildete Silizium vereinigt sich mit dem Eisen zu Ferrosilizium, während das Kalium in der Schlacke angereichert wird. Die in der gemahlenen Schlacke enthaltenen Kaliverbindungen sind leicht löslich und werden von den Wurzeln der Pflanzen leicht aufgenommen. Auch vermag man aus diesem als Elektrokali bezeichneten Produkt reine Kaliumverbindungen zu gewinnen.

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Abgeschnittene Funken. A. O c c h i a l i n i, Pisa, steht auf dem Standpunkte, daß die Anfangsphase des gewöhnlichen Funkens von allen übrigen vorübergehenden Formen der Leitung in Gasen, durch die die Bogenform angestrebt wird, sich nicht unterscheidet. In einer früheren Arbeit hat er auch nachgewiesen, daß alle wesentlichen Kennzeichen des gewöhnlichen Funkens in diesen Übergangsformen zum Lichtbogen wieder zu finden sind, und schließt daraus, daß auch die Endphase des oszillatorischen Funkens ein richtiger Lichtbogen sein müsse. Um dies nachzuweisen, muß gezeigt werden, daß zur Existenz der letzten Phase des Funkens die Bedingungen des Lichtbogens (glühende Kathode) gegeben sein müssen. Beseitigt man die Möglickeit des Glühens an einer der Elektroden, so muß der durch den Lichtbogen erfolgende Teil der Entladung verschwinden. O c c h i a l i n i hat dies durch folgende Versuchsanordnung verwirklicht. Einer Metallelektrode steht ein zylindrisches Messinggefäß gegenüber, das mit einer Kupferplatte bedeckt werden kann, deren obere Fläche mit der Randebene des Gefäßes zusammenfällt. Nach Entfernung der Platte kann das Gefäß mit einer Kupfersulfatlösung genau bis zum Rande gefüllt werden. Diese Vorrichtung wird in den Entladungskreis eines Glasplattenkondensators eingeschaltet. Der Funke springt zwischen der Metallelektrode und der Kupferplatte oder der Flüssigkeitsoberfläche über, wobei die Durchbruchsentfernung und die Verteilung des elektrischen Feldes in beiden Fällen dieselbe ist. Schon der bloße äußere Anblick zeigt die Verschiedenheit der Funken in beiden Fällen; die Funken zum Elektrolyten („abgeschnittene Funken") sind weit heftiger und lauter, doch wesentlich weniger hell. Die genauere Untersuchung ergibt jedoch ganz charakteristische Unterschiede und zeigt, daß die Endphase einer oszillatorischen Entladung tatsächlich nur bei glühfähigen Elektroden vorhanden ist und fehlt, wenn eine der Elektroden von einer elektrolytischen Lösung gebildet wird, ihr also die Möglichkeit des Glühens benommen ist. Die Endphase ist also ein Bogen. (Phys. Zeitschr. Nr. 17, 1914.)

Strahlungslehre.

Zusammenhang zwischen Absorption und Wellenlänge bei Röntgenstrahlen. M a n n e S i e g b a h n, Lund (Schweden). Die Röntgenstrahlen werden gewöhnlich durch ihre Absorption, etwa in Aluminium, charakterisiert. Da man aber jetzt imstande ist, die Wellenlänge zu bestimmen, so gewinnt die Frage nach dem Zusammenhange des älteren Maßes, der Absorption in Aluminium, mit dem neuen, der Wellenlänge, Interesse und Bedeutung. M a n n e S i e g b a h n gelangt zu der Formel

$$\log\left(\frac{\mu}{\sigma}\right)_{Al} = B + x \log \lambda,$$

worin $\left(\frac{\mu}{\sigma}\right)_{Al}$ den absoluten Absorptionskoeffizienten in Aluminium bedeutet. B und x sind Konstanten. Man kann der Beziehung die Form geben

$$\left(\frac{\mu}{\sigma}\right)_{Al} = A \cdot \lambda^x,$$

wenn $B = \log A$ gesetzt wird. x ergibt sich für kürzere Wellenlängen zu 2·78, für längere zu 2·87; die entsprechenden Werte von A sind 13 und 19. Die Beziehung scheint auch für andere Metalle und für Gase zu gelten, und zwar mit demselben Wert von x. B a r k l a und S a d l e r sowie O w e n haben schon früher Gesetzmäßigkeiten auf demselben Gebiete ermittelt. Nach B a r k l a und S a d l e r ist das Verhältnis der Absorptionskoeffizienten für eine gewisse homogene Strahlung in zwei verschiedenen Elementen eine Konstante, das heißt unabhängig von der Wellenlänge. O w e n sagt, daß die Absorbierbarkeit der charakteristischen Strahlungen in einem Gase umgekehrt proportional der fünften Potenz des Atomgewichtes des strahlenden Elementes ist. Beide Relationen lassen sich aus der Beziehung von M a n n e S i e g b a h n ableiten.

(Phys. Zeitschr. Nr. 16, 1914.)

Literatur-Bericht.

Handbuch der Feuerungstechnik und des Dampfbetriebes mit einem Anhang über allgemeine Wärmetechnik. Von Doktor Ing. Georg H e r b e r g. Berlin 1913. Verlag von Julius Springer. 310 Seiten. Mit dem vorliegenden Werk wird beabsichtigt, eine möglichst vollständige Darstellung des Gebietes des Kesselbau-

Digitized by Google

betriebes und der Feuerungstechnik zu geben, um diesbezügliche Lücken in der bisherigen einschlägigen Literatur auszufüllen. — Es soll gezeigt werden, daß dieser Zweig der Technik, der erst in dem letzten Jahrzehnte beachtet worden ist, sich die Forschungen und Ergebnisse der Wissenschaft wohl zu eigen gemacht hat und mit diesen letzteren, entsprechend seinen eigenen Bedürfnissen, erfolgreich zu arbeiten in der Lage ist. Das Handbuch gliedert sich in sechs Abschnitte, von welchen die Abschnitte I und III den wissenschaftlichen Teil der Materie behandeln, während sich die Abschnitte II, IV, V und VI mit wärmewirtschaftlichen und sonstigen praktischen Fragen des betreffenden Gebietes befassen.

Im Abschnitte I werden vorerst die Einrichtungen der Kesselhäuser beschrieben und die bei einer rationellen Kesselhausanlage zu befolgenden Grundsätze erörtert. Hieran schließt sich eine Besprechung der Brennstoffe, deren Eigenschaften, Zusammensetzung usw. sowie eine ausführliche Behandlung aller bei der Verbrennung der Brennstoffe im Feuerungsraume vorkommenden Vorgänge vom Standpunkte der heutigen wissenschaftlichen Erkenntnis und unter Berücksichtigung der neuesten Versuchsergebnisse. Es werden die Zustandsgleichungen für vollkommene Gase und die Verbrennungsgleichungen aufgestellt und wird hieraus die Anwendung auf die verschiedenen Brennstoffe gezogen. In weiteren Unterabschnitten folgen Erörterungen über die Verbrennungsluftmenge, den Luftüberschuß, Gehalt der Verbrennungsgase, Verbrennungstemperatur, Wärmeverluste im Kesselbetriebe usw. Im Abschnitte II bespricht der Verfasser alle derzeit bei Kesselanlagen bestehenden wärmewirtschaftlichen Einrichtungen wie: Dampfüberhitzer, Rauchgasvorwärmer (Ekonomiser), abgasbeheizte Kessel, Abdampfvorwärmer, den Kondensatrückgewinn und die Dampfentölung. Der dritte Abschnitt enthält mehr theoretische Betrachtungen über allgemeine Wärmetechnik und behandelt den Wärmeübergang und Durchgang infolge Berührung und Leitung, sowie die Wärmeabgabe durch Strahlung und gleichzeitig durch Berührung.

Den Gegenstand des vierten Abschnittes bildet eine Besprechung der Rohrleitungen, und zwar Formeln und Tabellen über die Wärmeabgabe geheizter nackter Rohre an Luft, über den Abkühlungsverlust durch Berührung und Strahlung beim Strömen von gesättigtem und überhitztem Dampfe durch nackte und isolierte Leitungen, Angaben über die Berechnung von Dampfleitungen und der Druckverluste beim Strömen von Dampf und beim Strömen von Luft durch Rohrleitungen.

Im fünften Abschnitt wird das noch wenig bekannte Gebiet über den Einfluß des Kesselstein- und Ölbelages der Heizflächen auf den Wärmedurchgang und die Festigkeit der Bleche behandelt, während im sechsten, dem letzten Abschnitt, wertvolle Winke für die Vornahme von Messungen, Verwertung der Meßergebnisse, Überwachung des Betriebes gegeben werden, an welche sich eine Kesselhausbetriebs-Unkostenaufstellung anschließt.

Der Verfasser, der auf eine durchaus klare, streng sachliche und übersichtliche Darstellung der Materie besondere Sorgfalt verwendet, hat in dem vorliegenden Handbuch das sich gesteckte Ziel, eine möglichst vollständige Darstellung des Gebietes des Kesselhausbetriebes und der Feuerungstechnik zu geben, voll und ganz erreicht.

Besonderen Wert gewinnt das Buch für den praktischen Ingenieur dadurch, daß das „wirtschaftliche" Moment als Ergänzung der rein technischen Seite stets ausreichende Beachtung findet, so daß der Praktiker leicht in die Lage versetzt wird, den wirtschaftlichen Wert der verwendeten Stoffe gegenüber den rein technischen Möglichkeiten richtig abzuschätzen und seinen Betrieb dementsprechend rationell und ökonomisch einzurichten.

Die in dem Werk zahlreich angeführten Beispiele aus der Betriebspraxis und Diagramme nach Versuchsergebnissen geben nicht nur einen klaren Überblick über die Vorgänge, sondern beleben das Formel- und Zahlentafelmaterial des Buches in dankenswerter Weise.

Das Werk kann sowohl technischen Studierenden, als auch Kesselbauingenieuren und allen Praktikern auf dem Gebiete der Feuerungstechnik auf das Wärmste empfohlen werden.

Rubricius.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektromaschinenbau.

(Fortsetzung aus Heft 41/42, Seite 796.)

Wechselstromgeneratoren.

Eine Erfindung der General Electric Company in New York bezieht sich auf die Ausgestaltung von Mehrphasengeneratoren mit innerem rotierenden Feld und einem Stator, der aus mehreren Teilen besteht. Wenn die Armatur unsymmetrisch gewickelt ist, so daß keine Armaturspule eine Trennungsfuge des Stators überdeckt, dann erhält man infolge Auftretens einer unbalancierten Selbstinduktion in Teilen der Wicklung Unsymmetrien der Phasenspannungen, und zwar sowohl bezüglich der Phasenrichtung als auch bezüglich der Größe. Zur Vermeidung dieser Übelstände werden gemäß der Erfindung geeignete zusätzliche Spannungen in den Wicklungen erzeugt. In Fig. 22 sind 1′ und 2′ die Spulen der zwei Phasen der Armatur. Man kann den Stator zum Beispiel nach der Linie 3, 3′ teilen, ohne irgendeine Spule entfernen zu müssen. Die Fig. 23 veranschaulicht den Gegenstand der Erfindung. 4, 5, 6 sind die drei Armaturphasen eines Generators mit unsymmetrischen EMKen. Um die EMKe zwischen 4′, 5′, 6′ symmetrisch zu machen, werden in die Wicklungen zusätzliche Spannungen eingeführt. Zur Erzeugung dieser Spannungen wird ein Transformator verwendet mit einem

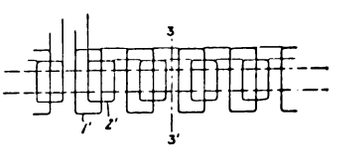


Fig. 22.

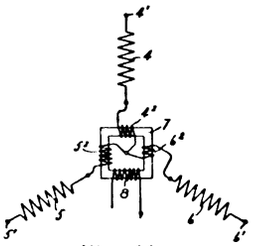


Fig. 23.

Kern 7, der Sekundärwicklungen 4^2, 5^2, 6^2 mit geeigneter Windungszahl trägt in Serie mit den Armaturwicklungen. 8 ist eine von einer besonderen Stromquelle gespeiste Primärwicklung.

(U. S. P. Nr. 1 079 502.)

Von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin rührt ein Wechselstromgenerator her, von dem man die einfache und mehrfache Periodenzahl erhalten kann, bei dem jedoch die Eisenverluste durch das Erregerfeld stets nur der einfachen Periodenzahl entsprechen. Der Ständer (Fig. 24) trägt die induzierten Wicklungen und hat die Polteilung t_2, der Induktor hat die Polteilung t, während die Polbreite von Ständer und Läufer gleich t_4 ist. Bei relativer Bewegung von Ständer und Läufer erhält man im Wicklungssystem *I* die Feldkurve nach Fig. 24*a* und im Wicklungssystem *II* eine Feldkurve nach Fig. 24*b* von der gleichen Form, die aber zeitlich um 180° versetzt ist. Sind die Wicklungssysteme hinter einander geschaltet, so erhält man

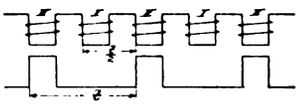


Fig. 24.

Fig. 24*a*.

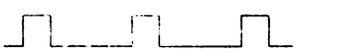


Fig. 24*b*.

Fig. 24*c*.

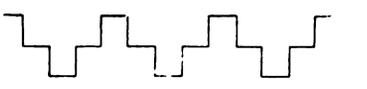


Fig. 24*d*.

die doppelte Periodenzahl (Fig. 24*c*), sind sie dagegen gegeneinander geschaltet, so erhält man die einfache Periodenzahl (Fig. 24*d*), vorausgesetzt, daß der Wicklungssinn der Spulen gleichsinnig ist, wie in Fig. 24 dargestellt ist. Hat das Wicklungssystem *II* den entgegengesetzten Wicklungssinn wie das Wicklungssystem *I*, so erhält man bei Hintereinanderschaltung der Spulen die einfache Periodenzahl, bei Gegeneinanderschaltung die doppelte Periodenzahl. Will man im allgemeinen von der Maschine die n-fache Periodenzahl bei einfachen Eisenverlusten erhalten, so muß der Ständer n Wickelsysteme und n Polsysteme haben, wobei eine Ständerpolteilung gleich t/n und die Polbreite von Ständer und Rotor gleich $t/2\,n$ ist. (D. R. P. Nr. 273 182.)

I. L. Woodbridge in Philadelphia gibt einen Einphasengenerator an, dessen Strom sich proportional mit der Gleichstromerregung der Maschine ändert und so lange konstant ist, als die Erregung konstant bleibt. Die Maschine (Fig. 25) besitzt ein vierpoliges Feld und einen zweipolig gewickelten Anker *K* mit einem Kommutator *V*. 34 und 35 sind zwei mit Schleifringen 1, 2 verbundene Punkte der Ankerwicklung, von denen der Wechselstrom abgenommen wird. Die Feldwicklung 21 liegt an den Leitungen 28, 29, die von der Erregermaschine *E* mit Strom versorgt werden. Die Wicklungen 21 sind so verbunden, daß die vier Pole ein zweipoliges Feld in der Richtung des Pfeiles *I* erzeugen. Die kurzgeschlossenen Bürsten 32, 33 schleifen auf dem Kommutator an Punkten größten Potentials. Der Strom, der durch den Kurzschlußleiter 48 geschlossen wird, erzeugt ein Sekundärfeld senkrecht zum Felde *I*; dieses Sekundärfeld erzeugt erst die Einphasenspannung an den Punkten 34 und 35. Der im Anker fließende Einphasenstrom erzeugt eine MMK, deren eine Komponente im Drehsinn des Ankers rotiert und deren andere entgegengesetzt rotiert, durch die Ankerrotation jedoch stillgesetzt wird. Die Größe des von 34 und 35 abgenommenen Stromes ist so groß, daß diese stationäre Komponente nahezu ausreichend ist, um die MMK der Wicklung 21 auszubalancieren, so daß nur ein kleiner Restbetrag bleibt, der genügt, den Stromfluß zwischen den Bürsten 32 und 33 zu erzeugen. Der von den Punkten 34, 35 abgenommene Strom ist praktisch proportional der von der Wicklung 21 gelieferten Erregung. Um die mit der doppelten Geschwindigkeit

Digitized by Google

rotierende zweite Komponente der MMK des Einphasenstromes zu zerstören, wird die ruhende Käfigankerarmatur U angeordnet.

(U. S. P. Nr. 1 084 723.)

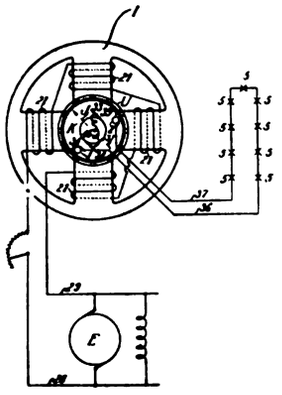


Fig. 25.

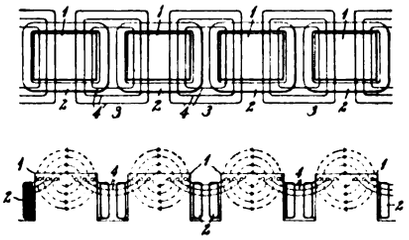


Fig. 26.

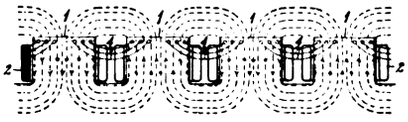


Fig. 27.

Umformer.

Von B. G. Lamme in Pittsburgh wird eine Dämpfereinrichtung für die Feldmagnete rotierender Umformer und anderer Synchronmaschinen angegeben. Die Polvorsprünge 1 (Fig. 26) der Feldmagnete sind mit Magnetisierungsspulen 2 und mit einer Dämpferwicklung versehen, die aus Gruppen 3 konzentrischer, kurzgeschlossener Spulen 4 besteht, die zwischen den Polen liegen. Die in Fig. 26 gestrichelt eingezeichneten Querfluxe wirken auf die Kurzschlußspulen induzierend. Dadurch haben diese Spulen eine stark dämpfende Wirkung auf diese Fluxe. Auf den Hauptflux haben die Kurzschlußspulen keinen Dämpfereffekt, weil die Hauptfelder, wie aus Fig. 27 hervorgeht, auf die Kurzschlußspulen keine resultierende Induktion ausüben können.

(U. S. P. Nr. 1 082 532.)

Um die EMKe in der primären und sekundären Wicklung eines Gleichstromumformers zu induzieren, ist ein Querfeld notwendig, welches bei einer Umformermaschine mit rotierendem doppeltbewickeltem Anker in der gewöhnlichen Weise im feststehenden Feldmagneten erregt wird. Will man den Anker ohne Luftspalt herstellen, dann muß man den induzierenden Kraftfluß im Anker selbst erzeugen. Zu diesem Zwecke legt man in Querlage zu den gleichachsigen primären und sekundären Bürsten auf einem der beiden Kollektoren oder auch auf den Kollektor einer besonderen Wicklung Hilfsbürsten auf und sendet den erregenden Gleichstrom durch die Stromkreise zwischen den letzteren Bürsten. Diese Einrichtung hat sich aber praktisch nicht bewähren können, weil die Kommutierung an den Bürsten der Erregerstromkreise wegen der ungewöhnlich hohen Reaktanz äußerst schwierig ist. Eine Erfindung von Dr.-Ing. Max Déri in Baden bei Wien gestattet, den induzierenden Kraftfluß (Querfeld) im Umformer in einer Wicklung ohne Kollektor, also ohne Kommutierung hervorzubringen. Der Kreis 1 in Fig. 28 ist die primäre Wicklung mit dem Kollektor 2, 3 sind die Bürsten und 4 die primären Zuleitungen. Der Kreis 5 bedeutet die sekundäre Wicklung mit dem Kollektor 6; 7 sind die Bürsten und 8 die sekundären Leitungen. Der Kreis 9 ist eine Dreiphasenwicklung, die auf demselben Anker wie die Wicklungen 1 und 5 angebracht und mit diesen magnetisch verkettet ist. Die Wicklung 9 ist in Dreieckschaltung mit den Schleifringen 10, 11 und 12 verbunden. Durch die Bürsten 13, 14 und 15 und die Leitungen 16, 17 und 18 ist die Dreiphasenwicklung 9 des Umformers außen über Kondensatoren 19, 20 und 21 geschlossen, die Spannungen mit voreilenden Phasen erzeugen. In der gemeinsamen Achse der Bürstenpaare 3 und 7 entsteht nach Maßgabe der Differenz der primären und sekundären Amperewindungen von 1 und 5 ein schwaches Feld. Dieses induziert in der Dreiphasenwicklung 9 Spannungen, deren Resultierende räumlich um $\pi/2$ gegen die gemeinsame Bürstenachse verschoben liegt. Die Resultierende der Dreiphasenströme würde, wenn man die Phasen der Wicklung 9 kurzschließen wollte, infolge der durch Selbstinduktion verursachten Phasenverzögerung einen stumpfen Winkel gegen die Bürstenachse einschließen. Über die Kapazitäten 19, 20 und 21 geschlossen, wird aber die Phasenverzögerung aufgehoben, vorausgesetzt, daß die Kapazitäten mit Rücksicht auf die Resonanz der Stromkreise bemessen wurden, und folglich wird auch die Resultierende der Ströme in der gewünschten Lage, das ist um $\pi/2$ gegen die Bürstenachse verschoben bleiben. In derselben Querlage wird also der durch die Mehrphasenwicklung erzeugte Kraftfluß im Anker verlaufen. Das Differenzfeld in der Bürstenachse, von welchem die Stärke dieses Kraftflusses abhängt, kann durch die Komponente des Querfeldes, wenn eine solche in der gleichen oder entgegengesetzten Richtung übrig bleibt, verstärkt oder geschwächt werden. Diese Komponente kann man aber durch Einschaltung von Kapazität und Selbstinduktion verändern und dadurch die Felderregung beeinflussen. Man kann den Kraftfluß quer zur Bürstenachse des Umformers auch mit Hilfe einer Wechselstrommaschine erregen, welche synchron mit dem Umformer gedreht wird und Mehrphasenspannungen erzeugt, die man der Erregerwicklung des Umformers in solcher Richtung und Phase aufdrückt, daß sie ein Drehfeld in der gewünschten Lage zur Bürstenachse hervorbringen. (Ö. P. Nr. 65 157.)

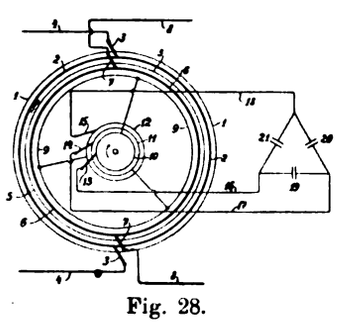


Fig. 28.

Von P. M. I. Boucherot in Paris rührt ein Gleichstromtransformator her, dessen Prinzip durch die Fig. 29 veranschaulicht wird. A ist eine beliebige Gleichstromquelle. T^1 und T^2 sind gewöhnliche ruhende Transformatoren. C^1 und C^2 sind zwei umlaufende Stromwender, welche auf derselben Welle aufgekeilt sind, sich also mit genau gleicher Geschwindigkeit drehen. Jeder dieser Stromwender ist ein Doppelumschalter und schaltet die beiden Transformatoren während eines Teiles der Umlaufperiode parallel. Infolge des durch den Kommutator C^1 bewirkten Wechsels der Verbindungen verläuft die Spannung an den Primärklemmen eines der Transformatoren nach der Kurve der Fig. 29*a*, die Spannung des anderen Transformators ähnlich, aber um eine Viertelperiode verschoben. Es entstehen also zwei zweiphasige Spannungen, die aber nicht sinusoidal sind. Die sekundären Spannungen sind von der gleichen Gestalt, aber größer oder kleiner, je nach dem Transformationsverhältnis, und da der Stromwender C^2 die gleichen Vorgänge veranlaßt wie C^1, nur in umgekehrtem Sinne, erhält man zwischen den Klemmen B eine Gleichspannung wie bei der Stromquelle A, aber von anderem Werte. Man kann zwischen den Klemmen B einen Gleichstrom abnehmen, welcher gegenüber dem der Stromquelle A transformiert ist.

(D. R. P. Nr. 274 290.)

Fig. 29.

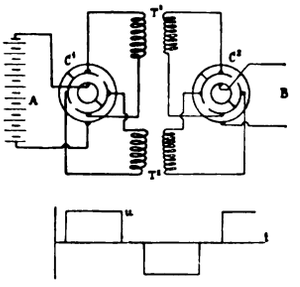


Fig. 29*a*.

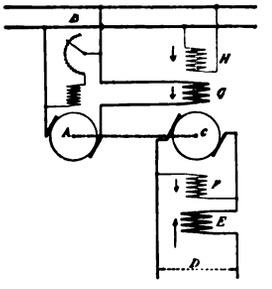


Fig. 30.

Eine Erfindung der Elsässischen Maschinenbau-Gesellschaft in Mülhausen i. Els. betrifft einen Gleichstromumformer, der es ermöglicht, den mit konstanter Netzspannung gelieferten Strom in einen solchen von konstanter Stromstärke umzuwandeln, wie groß auch der Widerstand der durchflossenen Leitung sein möge. Derartige Umformer dienen dazu, Stromstöße in Anlagen zu vermeiden, bei denen der Widerstand schnelle und beträchtliche Änderungen erleiden kann, so zum Beispiel in Anlagen für Bogenlampenbeleuchtung. In Fig. 30 ist A ein Gleichstrommotor mit konstanter Geschwindigkeit, der vom Netz B mit konstanter Spannung gespeist wird. Der mechanisch mit A gekuppelte Stromerzeuger C liefert Strom an das Netz D, in dem konstante Stromstärke herrschen soll. C ist mit vier Erregerwicklungen versehen, von denen E eine Erregergegenwicklung darstellt, F die Nebenschlußwicklung, G die in Reihe mit A und schließlich H die am Netz B in konstanter Spannung liegende Wicklung. E wirkt dabei in entgegengesetztem Sinne wie die drei übrigen Wicklungen. Es sei n die Hälfte der Amperewindungen, die zur Erregung des Stromerzeugers C bei voller Belastung nötig sind. Bei Vollast liefern F, G und H $3n$ Amperewindungen und E — n-Amperewindungen, daher alle drei zusammen $2n$ Amperewindungen. Bei Belastung 0, also Kurzschluß von C, kommen folgende Amperewindungszahlen in Betracht. Für $E = -n$, für $F = 0$, für $G = 0$ und für $H = +n$; das gibt zusammen = 0. Das entspricht der Spannung 0 an den Klemmen von C. Bei anderen Widerständen im Stromkreise D paßt sich die Erregung und folglich auch die Spannung der Maschine C dem Widerstande des Stromkreises an, der infolgedessen dauernd von einem Strome gleicher Stärke gespeist wird. Bei halber Belastung von C muß die Hälfte der Erregung vorhanden sein und es ergeben sich die Amperewindungszahlen für $E = -n$, für $F = n/2$, für $G = n/2$ und für $H = +n$, zusammen also $= n$. Beim Belasten des Generators C erfolgt die Zunahme der Erregung ohne weiteres auf Grund der Wirkung der festen Erregerwicklung H, die ja dauernd unter Spannung steht.

(D. R. P. Nr. 274 910.)

C. Lorenz A. G. in Berlin beschreibt ein Verfahren zur Frequenzumwandlung durch ruhende Transformatoren mit Eisenkern und Hilfssättigung durch Gleichstrom her, bei welchem die Kurve doppelter Frequenz neben einer möglichst großen Amplitude auch eine möglichst reine Form besitzt. In Fig. 31 sind w_1, w_1' die primären Wechselstromwicklungen, g, g_1' die Wicklungen für den Gleichstrom, welcher die Grundsättigung erzeugt, und w_2, w_2' die gegeneinander geschalteten Wicklungen für die Entnahme des Stromes doppelter Periodenzahl. Bei dem neuen Verfahren ist die Hilfssättigung so bemessen, daß die diese Hilfssättigung über- und unterschreitenden Maximalwerte der magnetischen Wechselinduktion sich verhalten wie 1 : 1·8 oder annähernd wie diese Werte. Da die beiden in den Wicklungen w_1 und w_1' entstehenden verzerrten EMKe als Summe die sinusförmige Spannung geben, welche primär aufgedrückt wird, so müssen auch die Einzelfelder eines jeden der Transformatoren zusammen ein ideelles Summenfeld von Sinusform geben, welches der resultierenden Spannung entspricht. Es soll angenommen werden, daß der momentane Wert i des Magnetisierungsstromes die Amplitude des ideellen Gesamtfeldes ergibt. Die konstante Gleich-

Digitized by Google

strominduktion hat den Wert B, C (Fig. 31*a*). Da der Strom i in beiden Transformatoren in entgegengesetzter Richtung wirkt, erhält man durch Abtragen von $G\,B = B\,H = i$ die Punkte E und F, und damit die zusätzlichen maximalen Wechselinduktionen n_1 und n_2 in beiden Transformatoren, welche als Summe die Amplitude N der ideellen Gesamtinduktion ergeben. Ist nun die Spannung und somit auch N gegeben, so kann man durch Verschieben des Punktes C das Verhältnis der Amplituden in weiten Grenzen ändern. Das günstigste Verhältnis wird durch die Bedingung gegeben, daß die Spannung doppelter Frequenz möglichst groß ist und eine möglichst reine Kurvenform besitzt.

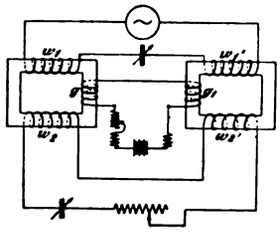


Fig. 31.

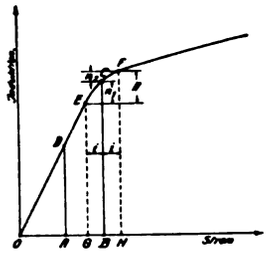


Fig. 31*a*.

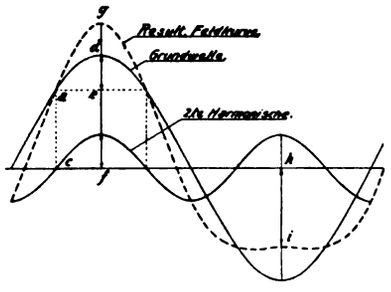


Fig. 31*b*.

In Fig. 31*b* sei $a\,c$ die Ordinate der Grundwelle, welche dem Nullpunkt der Welle doppelter Frequenz entspricht; nimmt man nun die Amplitude der doppelten Frequenz $e\,d = d\,f - a\,c$, wo $d\,f$ die Amplitude der Grundwelle bezeichnet, so ist infolge der Eigenschaften der Sinuslinie die Sattelbildung bei der resultierenden Kurve ganz verschwindend. Setzt man $d\,f = 1$, so ist $a\,c = 1 . \sin 45^0 = 0{\cdot}707$ und $d\,c = 0{\cdot}293$. Das Verhältnis des positiven und negativen Maximalwertes der resultierenden Feldkurve ist dann $\frac{g\,f}{h\,i} = \frac{1 + 0{\cdot}293}{1 - 0{\cdot}293} = 1{\cdot}83$.

Die Relativlage der Punkte E, C und F der Fig. 37 ist daher so zu wählen, daß möglichst die Bedingung $n_1/n_2 = 1{\cdot}8$ erfüllt ist. Die Erfüllung dieser Bedingung ist bei gegebener Wechselspannung durch die Wahl der Hilfssättigung, der Amperewindungen und durch Abmessung der Eisenkörper zu erreichen. Im allgemeinen wird man praktisch etwas über dem genannten Wert bleiben, weil der flache Verlauf der Feldkurve nach Fig. 31*b* eine zu flach verlaufende Magnetisierungskurve über dem Knie verlangt. (D. R. P. Nr. 275 448.)

Beim direkten wechselstromseitigen Anlassen rotierender Umformer mit Wendepolen bei abgeschaltetem Gleichstromnetz tritt ein starkes Bürstenfeuer auf, so daß man bisher die Bürsten vor dem Anlassen vom Kollektor abgehoben und erst wieder aufgesetzt hat, nachdem der Umformer auf Touren gekommen ist. Bei diesem wechselstromseitigen Anlassen findet das Ankerdrehfeld in den Bürstenzonen einen durch die Hilfspole fast geschlossenen Eisenweg. Das Drehfeld bildet sich an diesen Stellen stark aus und erzeugt einen starken Strom in den durch die Bürsten kurzgeschlossenen Windungen. Gemäß einer Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin wird das Bürstenfeuer beim Anlassen dadurch vermieden, daß man die Bürsten vor dem Anlauf um wenige Segmente aus der Stellung verschiebt, in der sie beim normalen Lauf stehen, so daß kein störender Einfluß der Wendepole eintreten kann. Sobald der Umformer synchronisiert ist, werden die Bürsten wieder in ihre normale Lage gebracht. (D. R. P. Nr. 274 956.)

Transformatoren.

Die Temperatur des Öles von Öltransformatoren ändert sich mit der Belastung und es ist wünschenswert, die Volumsänderung des Öles zu verhindern, damit keine Luft in das Ölgefäß eingesaugt wird. Eine Erfindung der Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H. in Berlin dient diesem Zweck. In Fig. 32 bedeutet t das Transformatorgehäuse, das mittels der Rohrleitung t^1 mit dem Ölexpansionsgefäß a verbunden ist. Das Gefäß a ist mit einem zweiten Gefäß verbunden, das zwei Räume b und c umfaßt und in Kombination mit der Platte c^1 einen Ölverschluß bildet. Die Räume über den Oberflächen in den Gefäßen a und b sind durch ein Rohr g miteinander verbunden, das Luft enthält. Wenn das Transformatoröl sich abwechselnd erhitzt und abkühlt, dann steigen und fallen die Ölspiegel in den Gefäßen a und b in umgekehrter Richtung. Das Öl in c macht eine entsprechende Bewegung, aber es ist mit dem Öl im Transformatorkasten in keiner Verbindung und kann allein nur mit der Außenluft in Berührung kommen. Wenn der Ölspiegel in c genügend angehoben wird, dann kann der Innenraum des Transformatorkastens einen so hohen Druck erhalten, daß der Eintritt von Luft durch Ritzen im Gefäß t vermieden ist.

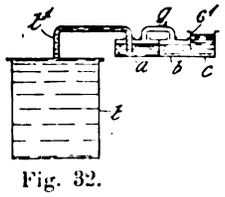


Fig. 32.

(B. P. Nr. 24 117. A. D. 1913.)

Von Dr. Max Breslauer in Berlin-Hoppegarten rührt ein mit einer Gegenstromwicklung ausgestatteter Transformator her zur Erzeugung kurzer Hochspannungsstromstöße. Die Primärwicklung des geschlossenen Transformators wird mittels kurzer, gleichgerichteter Stromstöße erregt. Zur Überwindung der Remanenz des Transformators kann in dem Momente, in dem der Unterbrecher ausschaltet, eine MMK in Tätigkeit treten, welche der MMK des Unterbrecherstromes entgegenwirkt. Diese MMGK kann nun mittels einer Gegenstromwicklung erzeugt werden, die im richtigen Augenblick mittels eines Schalters geschlossen wird. Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Gegenstromwicklung ununterbrochen mit Gleichstrom gespeist, so daß die entgegengesetzte MMK dauernd wirkt und kleiner sein muß als die des Hauptstromes. Um die Induktion der Gegenstromwicklung durch die Transformatorkraftlinien wechselnder Richtung zu bekämpfen, kann die Gleichstromwicklung von einer Spannung erregt werden, welche wesentlich größer ist, als zur Erzeugung des Gleichstromes in der Gegenwicklung erforderlich ist und auch groß ist im Verhältnis zur erzeugten Wechselspannung, so daß die hiedurch entstehenden Pulsationen keinen merkbaren Einfluß mehr haben. Man kann auch, zur Vermeidung von Vorschaltwiderständen, in den Gleichstromkreis eine starke Selbstinduktion einschalten, die den übergelagerten Wechselstrom mehr oder weniger unterdrückt. Schließlich kann auch die Gegenwicklung so angeordnet werden, daß zwischen ihr und dem eigentlichen Transformatorstromkreis genügende Streuung hervorgerufen wird (Fig. 33). Die Gegenwicklung d ist auf dem zweiten Kern b des Transformators angebracht. Zwischen den Kernen a und b befindet sich ein regelbarer Eisensteg e, mit dem die Streuung so eingestellt werden kann, daß sie zur Unterdrückung des Wechselstromes im Gleichstromkreis hinreicht, ohne die Wirkung von d zu sehr zu schwächen. (D. R. P. Nr. 270 072.)

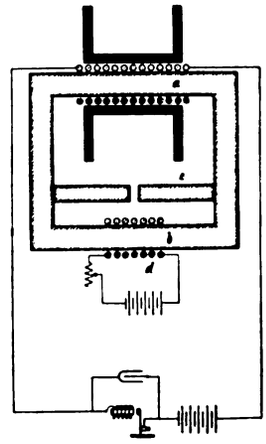


Fig. 33.

(Schluß folgt.)

Elektrotechnischer Verein in Brünn.

Einladung zu den Vorträgen des Herrn k. k. Baurat Ing. Stephan Riedel: „Die neue Telephonzentrale in Brünn“ (mit Lichtbildern und Experimenten) am 10. November, 1. und 15. Dezember 1914, 7 Uhr abends, im Sitzungssaale des Landeskulturrates (Neues Landhaus), Radwitplatz Nr. 3/5. Das Reinerträgnis des Vortragszyklus wird Kriegsfürsorgezwecken gewidmet. Der Preis der Eintrittskarten für den ganzen Zyklus beträgt für Mitglieder K 2. Für Nichtmitglieder werden Einzelkarten zum Preise von K 1 für jeden einzelnen Vortrag ausgegeben.

Der Vorstand.

Vereins-Nachrichten.

Hilfs- und Fürsorgeaktion des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

In Ergänzung der in Heft 41/42, Seite 796, abgedruckten Liste verzeichnen wir nachstehend die noch bis zum 29. Oktober eingelaufenen Spenden im Betrage von K 1463. —. Einschließlich der bereits ausgewiesenen Summe von K 2591 sind der Vereinsleitung für ihre Fürsorgeaktion nunmehr K 4054.— zugekommen. — Auf Seite XXIV des Anzeigenteiles dieses Heftes sind die Anzeigen betreffend die Stellenvermittlung enthalten.

2. Verzeichnis der Spender. Österr. Siemens-Schuckert-Werke, Wien; Kom. G. Guido Rütgers, Wien; Die Beamten der Akkumulatorenfabrik „Tudor“, Ges. m. b. H., Kgl. Weinberge, zum Andenken des in Frankreich gefallenen Majors Wilhelm Gebhard; Hofrat Viktor Edler v. Lang, Wien; Elektra, Apparatebau-Gesellschaft m. b. H., Wien; Dir. L. Hoor, Wien; Dir. W. Schmuck, Wien; Hofrat Dr. Max Déri, Baden; Ober-Ing. Ernst Rudolph, Wien; Ing. H. B., Wien; F. Machek & Ges., Wien; Ing. Eduard Scheichl, Oberbaurat, Wien; Dr. Richard Hiecke, Wien; Dr. Hugo Koller, Wien; Hauptmann Franz Steindl, Wien; Karl Kröttlinger, Wien; Friedrich Kubik, Steyr; Dr. Schweighofer, Lunz; Elektrizitätswerke der Stadt Mähr.-Schönberg; Otto Exner, Siersza Wodna; Georg Püringer, Baby bei Nachod; Franz Motz, St. Pölten; Ing. Felix Bollinger, Wien; Ing. Fritz Krauss, Inspektor, Wien; Eduard Müller, Maschinenmeister, Brünn; B. Albl, Lustenau; Hans Radmann, Sillwerke, Innsbruck; Ing. H. Stützner, Kapfenberg; Ing. Karl Hruby, Frain; Franz Pischinger, Mürzzuschlag; Ing. Heinrich Smetana, Wien; Ober-Ing. Prokurist Emil Futter, Wien; G. Swoboda, Prokurist, Wien; Ing. Rudolf Marx, St. Wolfgang; F. Förster, Betriebsleiter, Parschnitz; Gustav Vogel, Bruck a. d. L.; Max Endler, Neustadt a. d. T.; Dir. H. Altmann, Wien.

Schluß der Redaktion am 27. Oktober 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie **Redaktion, Administration** und **Expedition** der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der **Jahresbeitrag** beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige **Eintrittsgebühr** beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. **Bezugspreise:** Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die **Bezugspreise** sind im **vorhinein** zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro *mm* Höhe und Spalte (45 *mm* Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Die elektrische Bahn Wien—Preßburg.
Von Dr. Ing. E. E. Seefehlner, Wien 813
Steuerfreie Betriebe im Elektrizitätswerk. Von W. v. Winkler.
(Fortsetzung) 821
Rundschau:
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 823
Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger . . 823
Dynamomaschinen, Transformatoren 824
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 824
Leitungen 824
Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen 825
Funkentelegraphie und -Telephonie 825
Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen 825
Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie 826
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 826
Strahlungslehre 826
Literatur-Bericht 826
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues: Elektromaschinenbau (Fortsetzung) 827
Vereinsnachrichten 828
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *481—488*

Das nächste Heft der Zeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau", Nr. 47/48, erscheint am 29. November.

Die elektrische Bahn Wien—Preßburg.

Von Dr. Ing. **E. E. Seefehlner,** Wien.

Zeitgemäßes Vorwort.

Durch die welterschütternden Ereignisse der Gegenwart wird auch das technische Denken mit patriotischen Empfindungen durchsetzt. Jeder Beruf stellt sich und muß sich die Frage stellen, ob die eigenen fachlichen Schöpfungen der großen Sache der Landesverteidigung unmittelbar oder mittelbar nützlich und dienlich sind.

Das Verkehrswesen im allgemeinen und das Eisenbahnwesen und von diesem die Bahnen mit elektrischem Betrieb im besonderen kommen diesbezüglich in zweifacher Richtung wirksam zur Geltung, obliegt doch denselben in aktiver Hinsicht die rasche und klaglose Durchführung der Truppentransporte, in mittelbarer Wirkung die möglichst ungestörte Aufrechterhaltung des Wirtschaftslebens des Staates zum Selbstzweck und als Quelle für die Ressourcen der Kombattanten.

Zufolge der Inanspruchnahme der im Privatbesitz befindlichen Zugtiere und Kraftfahrzeuge gewinnen die elektrischen Straßenbahnen, dank ihrer großen Leistungsfähigkeit bei verhältnismäßig geringen Ansprüchen in bezug auf die Zahl und fachliche Eignung des Personales erhöhte Bedeutung, insbesondere in großen Städten.

Dieser wohl allgemein gültige Gedankengang trifft ganz besonders für Wien mit seinem ausgedehnten, unter einheitlicher Verwaltung stehenden Straßenbahnnetz zu, dessen Bedeutung durch zwei Umstände gesteigert wird. Die Linien der Wiener Straßenbahnen strecken ihre Fühler weit über das eigentliche Gebiet der Stadt Wien hinaus, einzelne Linien stehen in direkter Geleiseverbindung mit anderen Überlandlinien und dem Bahnnetz der Niederösterreichischen Landesbahnen. Diesem Umstande ist es vornehmlich zu danken, daß die Approvisionierung Wiens selbst in den bewegtesten Tagen der Mobilisierung und vollständigen Sperrung der Eisenbahnen für den Zivilverkehr keine Störung erfahren hat. Daß die Straßenbahn auch zum Transport Verwundeter herangezogen wird, ist selbstverständlich.

In zweiter Reihe war das Wiener Straßenbahnnetz für die Bevölkerung deshalb von größter Bedeutung, weil auch die vielgenannte Wiener Stadtbahn, die seinerzeit vornehmlich aus strategischen Beweggründen gebaut wurde, zeitweilig für den öffentlichen Verkehr ganz gesperrt war. In dieser Beziehung ist Wien natürlich viel schlechter daran als andere Großstädte, die bereits ausgedehnte Stadtbahnnetze, die mit dem übrigen Vollbahnnetz in keinem Zusammenhang stehen, besitzen und die in schweren Zeiten helfen, das Wirtschaftsleben aufrechtzuerhalten.

Das ist ein Gebiet des Eisenbahnwesens, wo die Landesverteidigung zwecks Stärkung des Wirtschaftslebens dringende Abhilfe erfordert.

Von diesem Gesichtspunkt liegt es auch im Interesse der Landesverteidigung, das Zustandekommen solcher Überlandsbahnen zu fördern, die selbständige, außerhalb der staatlichen Fernbahnnetze stehende Unternehmungen bilden, im Anschluß an die Straßenbahnnetze großer Städte stehen und aus diesen hinaus in die für die Verpflegung der Städte wichtige Umgebung dringen.

Für diese Zwecke können nur elektrisch betriebene Bahnen und Unternehmungen mit mehr oder weniger privatem Charakter in Betracht kommen.

Digitized by Google

Auf den elektrischen Betrieb ist vom gegenständlichen Gesichtspunkt nicht etwa aus den zur Genüge bekannten Vorzügen dieser Betriebsart Wert zu legen, sondern deshalb, weil der elektrische Betrieb für bestimmte Verkehrsleistungen weniger Personal benötigt und dieses bei Bedarf rasch ergänzt werden kann, weil die Ansprüche an die physischen Eigenschaften und fachlichen Kenntnisse viel geringer sind als bei Dampfbetrieb.

Die Bedeutung dieser Umstände, die bislang dank der langen Friedenszeiten bei der Bewertung der elektrischen Zugförderung nicht beachtet wurden, ist für den Kriegsfall augenfällig: Der kriegsbrauchbare Eisenbahner kann ohne Störung der Interessen und Aufgaben des Bahnbetriebes der Armee zugeführt, andererseits kann ein etwa durch Brachliegen seines Gewerbes brotlos gewordener Mann in Kürze als Ersatz herangezogen werden.

Daß derartige Bahnen tunlichst im Besitze von privaten Gesellschaften sein sollen, soll deshalb als Grundsatz gelten, weil diese schon in Friedenszeiten dank ihrer weniger rigoros gehaltenen Aufnahmsbedingungen, solche Bewerber berücksichtigen können, die von den staatlichen Betrieben aus formalen Gründen abgewiesen werden müssen, trotzdem sie sachlich für den leichteren Bahndienst geeignet wären. Da außerdem bei solchen Personen in den meisten Fällen auch die Tauglichkeit für den Militärdienst fehlen wird, sichert die Bahn durch dieses Prinzip von vorneherein auch für den Kriegsfall den zur Aufrechterhaltung des Betriebes nötigen Mannschaftsstand.

Die nicht zu unterschätzende Wichtigkeit dieser Umstände, deren Erkenntnis auf den Erfahrungen der kaum verflossenen Zeiten fußt, muß für die Zukunft zur Folge haben, daß der Staat, die Länder und die Städte das Zustandekommen und Gedeihen derartiger Verkehrsunternehmungen mit allen Mitteln fördern, anstatt wie es bislang des öfteren geschehen ist, diesen unter dem Titel der „Konkurrenz" schwere Lasten aufzuerlegen.

Alle diese Betrachtungen können eine zutreffende Nutzanwendung auf die Wien—Preßburger Bahn finden, die, von allen Seiten bekämpft, erst nach 13jährigem Werdegang, nach Annahme von ihr auferlegten schweren Lasten dem öffentlichen Verkehr übergeben werden konnte. Nach kaum halbjährigem Betrieb ist dieses Unternehmen schon in der Lage, alle jene, die ihr einen Mangel an Verkehrsbedürfnis weissagten, Lügen zu strafen. Schon in den Friedenszeiten übertraf der Verkehr alle Erwartungen, so daß sich das Land Niederösterreich als Garant des Unternehmens zu einer Vermehrung des Fahrparkes um 70% entschließen mußte.

Der Kriegszustand hat dem Unternehmen eine unvorbereitete Prüfung auferlegt, die es mit bestem Erfolg überstanden hat. Jeder Zug führte vom frühen Morgen bis zum späten Abend doppelte Last. Einen Begriff von der Inanspruchnahme der Fahrzeuge kann man sich machen, wenn man bedenkt, daß alle Züge statt wie als „normal" projektiert, mit zwei Wagen, mit vier Wagen gefahren sind, die — wie stichweise durchgeführte Zählungen bewiesen haben — statt mit dem vorschriftsmäßigen Fassungsraum von 60 Personen bis 186 Personen besetzt waren.

Die Züge verkehrten ohne nennenswerte Verspätungen trotz gleichzeitig gesteigertem Güterverkehr für die Verpflegung Wiens und trotzdem ein Großteil des Personals zur Kriegsdienstleistung einberufen wurde und Ersatzleute zum Dienst herangezogen werden mußten. Erwähnung verdient, daß auf der ungarischen Anschlußstrecke sogar der Direktor, dessen Sohn und Tochter Lokomotivführerdienste geleistet haben.

Die Wechselstromlokomotiven bewältigten diesen Verkehr, trotzdem auch das mit der Wartung und Erhaltung betraute Werkstättenpersonal stark vermindert wurde und in den den Kriegsausbruch vorhergehenden Verkehrsmonaten einzelne Lokomotiven Leistungen bis zu 10010 km (!) in einem Monat zu bewältigen hatten. Das sind Leistungen, die selbst bei größeren Geschwindigkeiten und Fernbahnen mit langen, ohne Lokomotivwechseln durchfahrenen Strecken im Dampfbetrieb kaum zu erzielen sein dürften.

Für die Kriegsbrauchbarkeit der elektrischen Bahnen außerhalb der Linie ist hervorzuheben die Entlastung der Fernlinien von Kohlentransporten bei Verwertung der Kohle an der Grube, ein Fall, der auch für Wien in Kürze eintreffen wird und für industrielle Betriebe seit Eintritt des Kriegszustandes von größter Bedeutung war.

Noch vor Kriegsausbruch hatte man bei der Wien—Preßburger Bahn Gelegenheit, die Folgen einer schwerwiegenden Leitungsstörung kennen zu lernen. Ein Wirbelsturm entwurzelte in einer Ausdehnung von etwa 800 m die die längs der Bahn sich hinziehende Reichsstraße einsäumenden Bäume, wobei der Bahnkörper verlegt und die Leitung mehrfach gerissen wurde. Mit Ausnahme des direkt gestörten Bahnteiles ruhte der Verkehr nur eine Stunde und in weiteren drei Stunden war selbst diese schwere Störung behoben. Aber auch diese verhältnismäßig kurze Dauer hätte verringert werden können, wenn der Wirbelsturm gleichzeitig nicht auch alle staatlichen und bahneigenen Korrespondenzmittel zerstört hätte.

Es ist zu hoffen, daß sich diesen unleugbaren Tatsachen selbst diejenigen Regierungskreise nicht verschließen werden, auf die es zurückzuführen ist, daß die Einführung des elektrischen Betriebes auf den Vollbahnen in Österreich bisher auf sich warten ließ. Es kann nicht bezweifelt werden, daß den hier angeführten Umständen im Betrieb der Vollbahnen eine erhöhte Bedeutung zukommt, namentlich der Steigerung der Leistungsfähigkeit, trotz Verminderung der Zahl und Eignung des Personales der Zugförderung und Entlastung der Linien und des Fahrparkes von den Kohlentransporten. Freilich werden die bisher von den elektrischen Einrichtungen wenig beachteten Bedingungen der zünftigen Eisenbahner nicht außer acht zu lassen sein und wird sich der elektrische Betrieb auf diejenigen Gebiete zu beschränken haben, die außerhalb der vom Feinde bedrohten Zonen gelegen sind.

Allgemeines und Betriebssystem.

Die in einer Entfernung von rund 70 km liegenden Städte Wien und Preßburg besitzen in der Staatsbahnlinie über Marchegg am linken (nördlichen) Donauufer und der Donau selbst stark frequentierte Verkehrswege. Bahnlinien in und durch das hochkultivierte Gebiet südlich der Donau bestanden schon seit lange in den Lokalbahnlinien Bruck a. d. Leitha—Hainburg und Klein-Schwechat—Fischamend—Götzendorf. Diese Linien sind jedoch keine vorteilhaft benutzbaren Verkehrswege in den, in der Hauptsache in Betracht kommenden Richtungen von und nach Wien und Preßburg. (Fig. 1.)

Digitized by Google

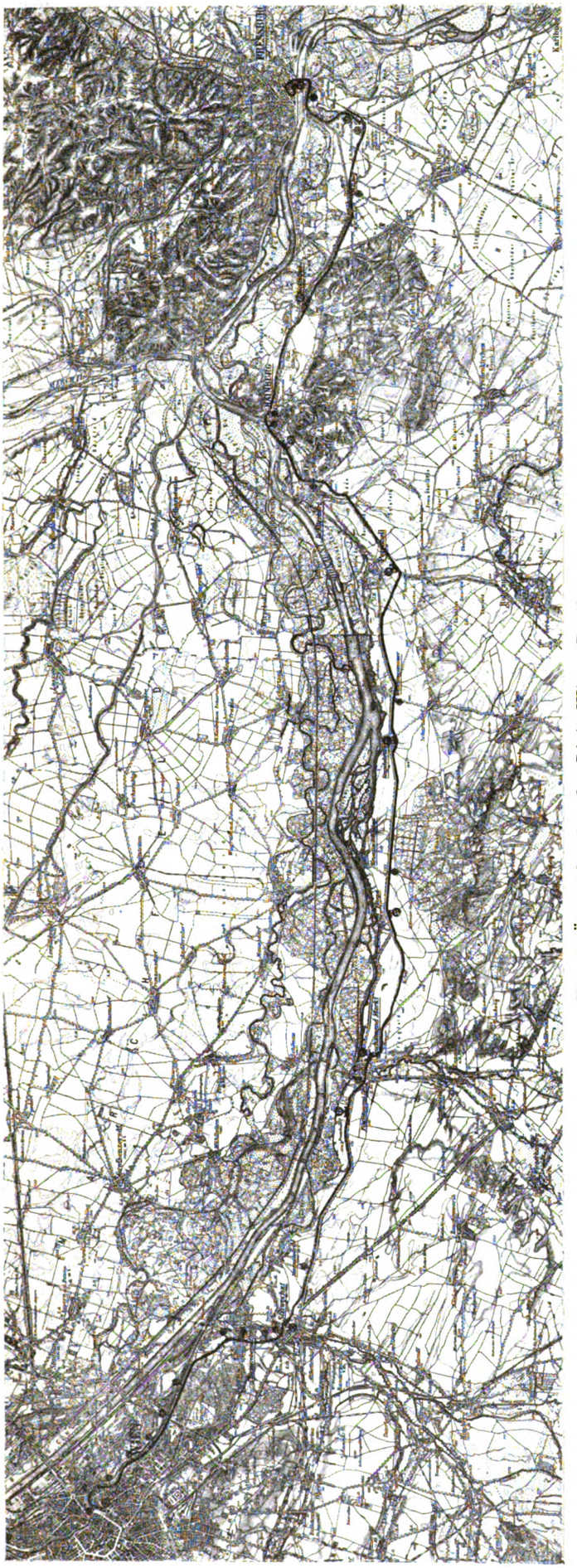


Fig. 1. Übersichtsplan der Linie Wien – Preßburg.

Es schien daher wünschenswert, eine direkte Verbindung zwischen Wien und Preßburg zu schaffen, die außerdem die zahlreichen Orte am rechten Donauufer berührt. Leider wurde dieses Projekt eine Beute der politischen Agitation, worauf es zurückzuführen ist, daß der an sich gesunde und Vorteil versprechende Projektsgedanke erst nach einem qualvollen Werdegang von über zehn Jahren verwirklicht werden konnte.

Das Gelände, das die Bahn durchfährt, bot bautechnisch keinerlei Schwierigkeiten, um so weniger, als derjenige Streckenteil, der besondere Kunstbauten erforderte, in der mitbenutzten Staatsbahnlinie Bruck—Hainburg, im Gebiete der letztgenannten Stadt, schon vorhanden war.

Die Wahl des zweckmäßigsten Betriebssystems erforderte dagegen eingehendste Studien, da aus den örtlichen Verhältnissen sich zahlreiche mehrfach widersprechende Bedingungen ergaben. Die diesbezüglichen Schwierigkeiten sind an Hand der Trassenbeschreibung zu erkennen.

Die Bahn nimmt im Stadtinnern von Wien an der Grenze des ersten Bezirkes als Straßenbahn ihren Anfang. Die an die Peripherie der Stadt Wien führenden direkten Straßen waren alle schon von Straßenbahnlinien besetzt und stark frequentiert, so daß ein nicht gerade in kürzester Strecke aus der Stadt führender Straßenzug längs des Donaukanales zu wählen war. Die ausgeführte Trasse ist mit Straßenverkehr wenig belastet, ermöglicht daher eine verhältnismäßig hohe Fahrgeschwindigkeit anzuwenden. Um vom Straßenverkehr bei frequenten Kreuzungen nicht behindert zu sein, wurden diese in zwei Fällen durch Unterfahrungen vermieden, nichtsdestoweniger wird das Netz der Wiener Straßenbahnen viermal gekreuzt. Erschwerend für den Betrieb ist ferner der Umstand, daß scharfe Bogen von 27 m Halbmesser öfter vorkommen.

Diese erste im Gemeindegebiet von Wien und Kaiser-Ebersdorf befindliche, in Groß-Schwechat endigende, fast ausschließlich öffentliche Straßen benutzende Strecke ist 12·5 km lang, wovon sich etwa die Hälfte in offenem, nicht bebautem Gelände befindet. In diesem Streckenteil sind je nach dem jeweiligen Charakter der Straße Stundengeschwindigkeiten von 18 bis 30 km zugelassen worden. Die Fahrzeit zwischen Wien (Großmarkthalle) und Groß-Schwechat beträgt vorläufig — insolange 40 km/Std. noch nicht zugelassen sind — 36 bis 39 Minuten.

Das Verkehrsprogramm sieht für die Fernzüge Wien—Preßburg eine kürzeste Zugfolge von einer Stunde vor. In der eben geschilderten ersten Teilstrecke fahren außerdem die Straßenbahnzüge. Die Ausweichstellen sind im bebauten Stadtgebiet für $7^1/_2$ Minuten Zugfolge dieser Züge, im Verkehr nach Schwechat für 15 Minuten Folge eingelegt worden.

In Groß-Schwechat ändert die Bahn ihren Charakter und wird zu einer Vollbahn, für welche von vornherein mit Fahrgeschwindigkeiten von 60 bis 70 km/Std. gerechnet wurde.

Dieser Streckenteil endigt auf ungarischem Gebiet in Köpcsény, ist 50·5 km lang, eingeleisig auf eigenem Bahnkörper, mit 6 Haltestellen und 11 Stationen bezw. Ausweichstellen, die mit Ausnahme einer einzigen drei- oder mehrgeleisig ausgeführt sind.

Der erste Teil der Strecke Groß-Schwechat—Fischamend—Reichsstraße in einer Ausdehnung von 8·5 km ist eine in Staatsbesitz befindliche Lokalbahn,

Digitized by Google

auf welcher trotz des elektrischen Betriebes der Dampfbetrieb aufrecht erhalten wird und im Sommer täglich 5 bis 6 gemischte Dampfzüge verkehren.

Im weiteren Verlaufe mitbenutzt unsere Bahn eine zweite Staatsbahnstrecke Petronell—Hainburg in 8·1 km Ausdehnung. Schließlich befindet sich in Köpcsény ein Geleiseanschluß an die königl. ung. Staatsbahnen. An die staatlichen Vollbahnnetze stehen somit insgesamt fünf Anschlüsse zur Verfügung. Unbeschadet der Besitzverhältnisse ist die Strecke Groß-Schwechat—Köpcsény in technischer Beziehung als einheitliches System behandelt worden. Soweit nötig, wurden der Höhenplan und die Richtungsverhältnisse der bestandenen Strecken verbessert, der Oberbau durch 31·3 kg/l. m. schwere Stahlschienen für eine Tragkraft von 14 t für die Achse ersetzt, Schranken, Semaphore usw. errichtet. Jenseits Köpcsény betritt die Bahn das Gebiet der Stadt Preßburg und verwandelt sich unter ausschließlicher Benutzung öffentlicher Straßen wieder in eine Straßenbahn.

In diesem Streckenteil muß ein kostspieliger Kunstbau, die 340 m lange Donaubrücke befahren werden, um das Endziel, das am Nordufer der Donau befindliche Stadtgebiet, zu erreichen.

In beiden Städten Wien und Preßburg sind Straßenbahnen mit 500 bis 600 *V* Gleichstrombetrieb vorhanden und werden von unserer Bahn gekreuzt und berührt; für diese Streckenteile war damit das gleiche Stromsystem festgelegt. Frei blieb nur die Wahl für die 50·5 km lange Fernstrecke Schwechat—Köpcsény.

Ohne einläßliche Untersuchung erschiene am naheliegendsten, für diese Fernstrecke entsprechend der gesteigerten Geschwindigkeit Gleichstrom mit dem Mehrfachen der Spannung der beiden Endstrecken zu wählen und direkte Motorwagen zwischen Wien und Preßburg durchlaufen zu lassen.

Diese Lösung erwies sich als undurchführbar, weil die Bauart der Preßburger Donaubrücke einen höchsten Achsdruck von nur 6·5 t zuließ; nachdem weiterhin von Seiten der Stadt Wien aus Gründen des übrigen öffentlichen Verkehres der Bahn die Einschränkung auferlegt wurde, daß die Züge nur aus höchstens drei Fahrzeugen bestehen dürfen, mußte man trachten, den Personen führenden Fahrzeugen, unter Ausnutzung der Gewichtsgrenze, möglichst große Dimensionen zu geben. Es hat sich als unmöglich herausgestellt, motorische Fahrzeuge zu bauen, die einerseits die Gewichtsgrenze nicht überschreiten, andererseits in der Leistung für Geschwindigkeiten bis 60 bis 70 km/Std. ausreichen.

Einleuchtend wird diese Sachlage, wenn man sich die erzielten Gewichtsverhältnisse der schließlich ausgeführten Wagen gewärtigt. Für den Fernverkehr sind vierachsige Anhängewagen mit einem Fassungsraum von 60 Personen (Sitze), 14·35 m Kastenlänge, 850 mm Rädern angeschafft worden, die leer 16·5 t, vollbesetzt mit 100 Personen 22·0 t wiegen. Für die elektrische Ausrüstung waren somit etwa 4 t frei. Dieses Gewicht reicht nicht einmal in dem Falle aus, als die Leistung der Motoren nur für einen Wagen allein bemessen würde. Abgesehen davon, daß reiner Motorwagenbetrieb aus Gründen der hohen Anschaffungskosten nicht in Erwägung gezogen werden konnte, ist noch zu beachten, daß der Wagen als Triebfahrzeug kräftiger und schwerer gebaut hätte werden müssen.

Eine Durchrechnung der Wirtschaftlichkeit des reinen Motorwagenbetriebes ergab aber auch in bezug auf den Stromverbrauch gegenüber dem schließlich gewählten Lokomotivbetrieb kein ungünstiges Ergebnis. Es darf eben nicht übersehen werden, daß bei der verhältnismäßig großen Ausdehnung (26%) der mit 500 bis 600 *V* bedienten Stadtstrecken der Nutzeffekt der mit einer Drittel- oder Viertelspannung laufenden Motoren ein sehr schlechter wäre.

Die erörterten Umstände führten zur Wahl des reinen Lokomotivbetriebes mit Maschinenwechsel. Die Triebfahrzeuge konnten daher in bezug auf Leistung und Geschwindigkeit dem jeweiligen Charakter der drei Streckenteile der Bahn angepaßt werden. Dies bedingt einen zweimaligen Maschinenwechsel — in Schwechat und Köpcsény — was jedoch absolut betrachtet, keine Nachteile bringt.

Durch geeignete Geleiseanlagen in den Wechselstationen ist der hiedurch verursachte Zeitverlust auf je zwei Minuten beschränkt worden; dieser Verlust wird in der Fahrt leicht eingeholt, weil die Leistung der Lokomotiven, bei welchen eine solche Gewichtsbeschränkung wie bei Motorwagen nicht vorlag, so reichlich bemessen werden konnte, daß die normierte Höchstgeschwindigkeit in allen Steigungen bis etwa 20‰ erreicht werden kann. Andererseits erwies sich diese Lösung auch in bezug auf die Anschaffungskosten als die wirtschaftlichste. Diesbezüglich ist zu beachten, daß die Länge der Strecken mit Straßenbahncharakter zwar nur etwa ein Viertel der Gesamtlänge beträgt, zur Befahrung aber die gleiche Zeit benötigt wird wie für die Fernstrecken. Hieraus folgt, daß bei durchlaufendem Motorwagenbetrieb die doppelte Anzahl der für den Fernverkehr bemessenen Fahrzeuge nötig wäre, als wenn die Unterteilung erfolgt.

Bei diesem Resultat der Untersuchung der Betriebsverhältnisse blieb nur noch die Frage offen, welche Stromart für die Fernstrecke vernünftigerweise zu wählen ist.

Die ursprüngliche Absicht, für die Bahn etwa in der Mitte ein eigenes Kraftwerk zu bauen, wurde aus wirtschaftlichen Gründen fallen gelassen; die Rechtslage des Unternehmens war im übrigen auch eine solche, daß man mehr oder weniger gezwungen war, den Strom vom Wiener Städtischen Elektrizitätswerk zu beziehen. Dieses liegt zwar ungünstig — am Bahnende in Wien — bot dagegen einen verhältnismäßig günstigen Preis, der außerdem derselbe sein sollte, ganz gleichgültig, ob hochgespannter Gleichstrom oder Wechselstrom in Betracht kam. Die Entscheidung fiel, und wie dies die inzwischen tatsächlich eingetretene Verkehrsgestaltung erwies, mit Recht zugunsten des hochgespannten einfachen Wechselstromes.

Die bekannten Wiener Verkehrsverhältnisse ließen erwarten, daß die Bahn an Sonn- und Feiertagen einen großen Stoßverkehr, der das Vielfache des mittleren Verkehrs beträgt, zu bewältigen haben wird. Zu diesem Zwecke hätte man bei den praktikablen Gleichstromspannungen unverhältnismäßig große Kupfermengen aufwenden müssen, im Gegensatz zu dem für Vollbahnen normalisierten Wechselstromsystem mit einer Betriebsspannung von 15 000 bis 16 000 *V*, bei welcher innerhalb 5 bis 10% Spannungsverlust nur diejenigen Leitungsquerschnitte nötig waren, die aus mechanischen Gründen und vom Standpunkt der Betriebssicherheit erforderlich sind.

Digitized by Google

Offen blieb weiters die Frage, wie der Übergang der Züge von den Gleichstromstrecken auf die Wechselstromstrecke zu bewerkstelligen ist.

Zu diesem Behufe beabsichtigte man, die Übergangsstationen mit Gleichstrom, III. Schiene und Hochspannungsoberleitung oder mit einer Gleichstromoberleitung und Niederspannungswechselstrom in der III. Schiene auszurüsten. Erstere Anordnung kam in Köpcsény, wo nur zwei Geleise doppelt auszurüsten waren, zur Ausführung. In der Station Groß-Schwechat, die gewissermaßen die Zentralstelle für die Zugsmanipulationen bildet und in welcher der Maschinenwechsel nicht von vornherein auf wenige bestimmte Geleise beschränkt werden konnte und auch Dampfzüge verkehren, mußte von einem III. Schienensystem Abstand genommen werden. Es fand sich für den Übergang eine andere ungezwungene Lösung. Die für die Gleichstromstrecke entworfenen Lokomotiven sollten mit Rücksicht auf die vorhandenen Rampen mit etwa 6 t Ballast ausgerüstet werden. Durch Ersatz dieses Ballastes durch eine Akkumulatorenbatterie war es ohneweiters möglich, aus den mit 15 000 *V* Oberleitung ausgerüsteten Geleisen der Station Schwechat mit Gleichstromlokomotiven herauszufahren oder die Züge, die von Wien kommen, hereinzuschleppen. Der Fahrdraht in der Gleichstromstrecke ist 6 *m* hoch montiert, in der Station Schwechat 7 m hoch, so daß es ausgeschlossen ist, daß der Bügel eines Gleichstromfahrzeuges mit hochgespanntem Wechselstrom in Berührung kommen kann.

Der Lageplan der Station Groß-Schwechat läßt erkennen, wie sich der Verkehr abspielt. (Fig. 2.)

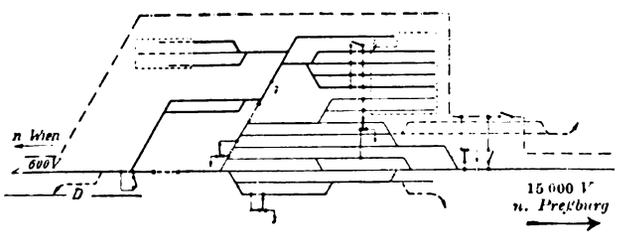


Fig. 2. Lageplan der Station Groß-Schwechat.

Eine kurze Rechnung erbringt im übrigen auch den rechnerischen Beweis der wirtschaftlichen Überlegenheit des gewählten Betriebssystems, namentlich in bezug auf die Wirtschaftlichkeit des Stromverbrauches. Unter gegebenen Geschwindigkeitsverhältnissen ist hiefür das Gewicht der Fahrzeuge maßgebend. Um ein einheitliches Maß für den Stromverbrauch zu gewinnen, ist die mit Personen besetzbare Fläche der Wagen und daraus das Gewicht für das Quadratmeter zu ermitteln. Das Gewicht für den Sitzplatz ist keine Vergleichsbasis, weil je nach den Wagenklassen und dem Bestreben, auch Stehplätze zu schaffen, die Ausnützung eine verschiedene ist.

Einläßliche Erhebungen führten zu dem Ergebnis, daß ein Motorwagen, der vollbesetzt den Achsdruck von 6·5 t nicht überschreitet, bei einer Kastenlänge von 11·5 m, Breite von 2·6 m, leer 22·5 t schwer sein würde und etwa 46 Sitze fassen könnte. Das Gewicht für das Quadratmeter Grundfläche beträgt 0·750 t. Die elektrische Ausrüstung dieses Wagens könnte nur den Motorwagen (ohne Anhängelast) mit 60 bis 65 km/Std. befördern, wobei mit einem Nutzeffekt von etwa 85% zu rechnen ist; in den Stadtstrecken, wo mit 15 bis 30 km/Std. gefahren werden muß, fällt der Nutzeffekt auf etwa 72% und steigt in dieser Proportion der Stromverbrauch. Die Verhältniszahl des Stromverbrauches für eine Fahrt bei Motorwagenbetrieb von Wien nach Preßburg errechnet sich somit wie folgt:

$$50{\cdot}5 \,.\, 0{\cdot}750 \,.\, 1{\cdot}0 + 17{\cdot}8 \,.\, 0{\cdot}750 \,\frac{85}{72} = 54.$$

Im Falle Lokomotivbetriebes ist für die Rechnung zu berücksichtigen, daß die Lokomotive für den Stadtbetrieb 24 t wiegt und zwei bis drei vierachsige Wagen zieht, die bei 16·5 t Leergewicht 60 Personen fassen und eine Grundfläche von 37·3 m² bei 2·6 m Breite und 15 m Länge aufweisen. Die Lokomotiven der Fernstrecke sind 55 t schwer und ziehen bis fünf Wagen. Die Verhältniszahl für den Stromverbrauch beträgt bei einem Zweiwagenzug 73·1, für einen Dreiwagenzug schon 54·5, schließlich bei einem Fünfwagenzug 47·2.

Wenn man bedenkt, daß die Lebensfähigkeit unserer Bahn davon abhängt, ob ein Stoßverkehr gut bewältigt werden kann und daß meistens mit drei Wagen gefahren wird, kann bei diesem Resultat der Rechnung die Überlegenheit des gewählten Lokomotivbetriebes nicht in Frage kommen, abgesehen davon, daß die Anschaffungs- und Erhaltungskosten der erforderlichen Anzahl Motorwagen geradezu unerschwinglich gewesen wären.

Die einläßliche Betrachtung des gewählten Betriebssystems schien von Interesse einerseits, weil hiefür Vorbilder bei elektrischen Bahnen nicht bekannt sind, andererseits auch Fachkreise Bedenken über die Zweckmäßigkeit geäußert haben. Es darf hier wieder hervorgehoben werden, daß der mehrmonatliche Betrieb, trotzdem die Frequenz ein Mehrfaches der Erwartungen erreicht hat, sich glatt abwickelt und die Erwartungen gerechtfertigt hat.

Mit durch die Gewichtseinschränkung knapp bemessenen Motorwagen wäre es nicht möglich gewesen, zu gewissen Stunden den Verkehr derartig zu steigern, wie es jetzt nicht jeden Sonn- und Feiertag, sondern alltäglich der Fall ist.

Abgesehen von all diesen Gesichtspunkten rein eisenbahn- und verkehrstechnischer Natur muß auch vom konstruktiven Standpunkt das Bestreben, Universalmaschinen für solche äußerst verschiedene Verhältnisse zu bauen, verworfen werden. Die Zwitterausrüstung (Wien—Baden, New York—New Havenbahn und andere Überlandbahnen in Amerika), die Produkte derartiger Bemühungen, haben gewiß nicht dazu beigetragen, das Ansehen der elektrischen Traktion zu fördern. In dieser Hinsicht ist an dem bewährten Grundsatz der Zugförderung mit Dampfkraft festzuhalten; keinem Zugsförderungstechniker wird es in den Sinn kommen, eine Lokomotive bauen zu wollen, die Schnellzüge mit 90 bis 100 km/Std. in der Ebene und mit 20 bis 30 km/Std. in 25 bis 30‰ Steigung zu fördern imstande ist. Obzwar gerade in dieser Beziehung die elektrische Lokomotive der Dampfmaschine weit überlegen ist.

Der wenig ausgeglichene Höhenplan der Wien—Preßburger Bahn mit Steigungen bis 3% und gleichzeitigen Bögen von 250 m Halbmesser beweist, daß der mit der Trassierung der Linie betraute Ingenieur diese Eigenschaft der elektrischen Lokomotive sehr gut kannte und zur Herabsetzung der Baukosten verwertete. Der Ausgleich des Höhenplanes wäre bei Dampfbetrieb, sofern die beabsichtigte Leistungsfähigkeit nicht beeinträchtigt werden sollte, unvermeidlich gewesen, womit große Erdbewegungen und kostspielige Kunstbauten notwendig geworden wären.

Digitized by Google

Nur durch die überlegte technische Auswertung der Eigenschaften des elektrischen Betriebes war es möglich, mit dem vor 14 Jahren veranschlagten und nicht erhöhten Baukosten bei gleichzeitiger Verdoppelung der Verkehrsleistung das Auslangen zu finden.

Stromversorgung und Leitungsanlage.

Für die zwei in Österreich gelegenen Teilstrecken liefert, wie bereits angedeutet, das Elektrizitätswerk der Stadtgemeinde Wien, das bei Km. 6·0 der Bahn gelegen ist, den Strom. Der Gleichstrom für das Endstück in Ungarn wird von der Preßburger Straßenbahngesellschaft bezogen.

Die Leitungsanlage der Teilstrecke Wien—Schwechat unterscheidet sich im allgemeinen in keiner Weise von einer gewöhnlichen Straßenbahnanlage; bemerkenswert ist nur der Umstand, daß die einzelnen, mit Kabel gespeisten Teilstücke in das übrige mit dem Dreileitersystem mit $\pm$ 600 V gespeiste Straßenbahnnetz der Gemeinde Wien eingefügt sind, infolgedessen sind die in Betracht kommenden Streckentrenner und die isolierten Kreuzungen mit der städtischen Straßenbahn mit 1200 *V* Betriebsspannung in Anspruch genommen. Für die Streckentrennungen mußte eine neue Type geschaffen werden, weil diese außer der Verdoppelung der Betriebsspannung die Befahrung durch in Steigung anfahrende Züge von 100 t Gewicht ohne Stromausschaltung auszuhalten haben. Die in Fig. 3 dargestellte Bauart hat sich als betriebssicher bewährt.

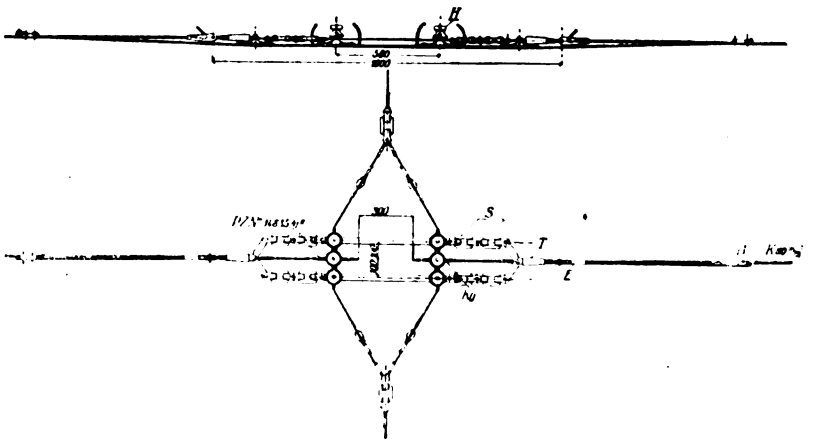


Fig. 3. Streckentrennung für 12 000 *V*.

Die Oberleitung besteht durchwegs aus zwei Achterdrähten von 80 mm² Querschnitt, ist für Bügelbetrieb eingerichtet und mit tiefsten Lagen von 3·5 m normal in einer Höhe von 6 m angeordnet. Die Speisung erfolgt an vier Stellen.

Die mit Wechselstrom betriebene Strecke nimmt außerhalb des Gemeindegebietes, 6 km vom Elektrizitätswerk entfernt, ihren Anfang. Der Strom wird vom Werk an die Bahn direkt mit der Fahrdrahtspannung von maximal 16 500 *V* geliefert.

Die Speiseleitung ist doppelpolig, beide Leitungen isoliert auf dem Bahngestänge (Fig. 4) montiert, welches außerdem noch eine Drehstromindustrieleitung von 3 $\times$ 35 mm² für 35 000 *V* trägt.

Der einpolige unmittelbare Anschluß an die Schienen nächst dem Elektrizitätswerk wurde vermieden, um vagabundierenden Wechselströmen und damit in Verbindung der Störung der Schwachstrombetriebe vorzubeugen. Der Erdpol, der auf einfachen Porzellanglocken an den Mastspitzen montiert und erst jenseits der Station Schwechat an die Schienen, die gegen Wien isolierte Unterbrechungen haben, angeschlossen ist, hat einen Querschnitt von 100 mm² und dient unter einem als Blitzschutzdraht.

Der Fahrleitungspol speist die Fernstrecke knapp jenseits der Station Groß-Schwechat, wo einerseits diese Station, dann eine bis jenseits Hainburg, Frachtenbahnhof (39 km von Groß-Schwechat) am Bahngestänge geführte Verstärkungsleitung von 50 mm² Querschnitt und schließlich der Fahrdraht selbst von 80 mm² Querschnitt, alle abschaltbar, angeschlossen sind.

Vom Standpunkt der zulässigen Spannungsverluste reicht, dank der hohen Spannung, der Fahrdraht allein aus; die Betriebssicherheit einer Bahnanlage von mehr als 50 km Längenausdehnusg darf jedoch vernünftigerweise einem einzigen Draht nicht anvertraut werden, ganz abgesehen davon, daß es unzulässig wäre, wegen einer irgendwo nötigen geringfügigen Revision oder Reparatur die ganze Bahnanlage stillegen oder die Vornahme der fraglichen Arbeit selbst auf die Gefahr einer Vergrößerung des etwaigen Defektes bis nach Betriebsschluß verschieben zu müssen.

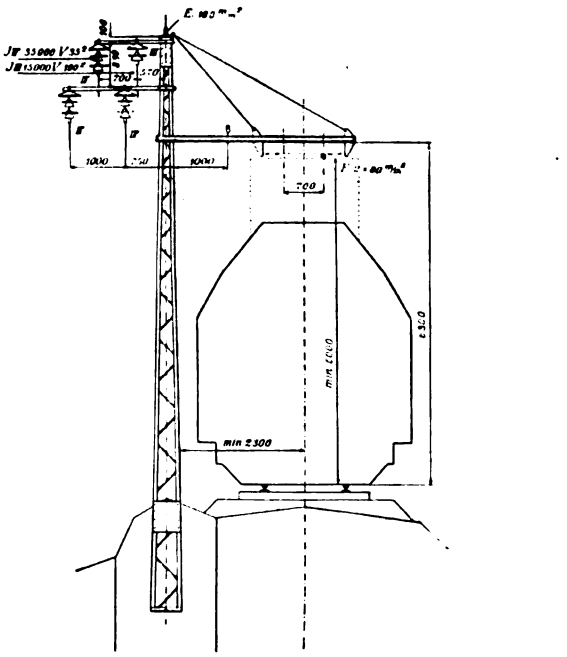


Fig. 4. 15 *kV* Bahnspeiseleitung und 35 *kV* Drehstromleitung auf einem Bahnmast der Gleichstromstrecke.

Aus diesen Motiven ist die Verstärkungsleitung gebaut worden, die gleichzeitig auch als Umgehungsleitung für die abschaltbaren Stationen dient; ihre Zweckmäßigkeit hat sich erwiesen. Im Interesse des elektrischen Zugförderungswesens sollte man überhaupt auf den Grundsatz einer doppelten Speisungsmöglichkeit niemals verzichten; dabei kann, wie es auch bei dieser Bahn geschehen ist, in der Einrichtung dieser Leitung die größte Sparsamkeit obwalten. Es sieht zwar auf den ersten Blick sinnwidrig aus, es ist aber ganz gerechtfertigt, daß die Verstärkungsleitung nur einfache Isolatoren erhält, trotzdem sie auf demselben Tragwerk angeordnet ist und elektrisch denselben Beanspruchungen unterliegt, wie die zu ihr parallel geschaltete Fahrleitung. Die mechanische Beanspruchung der letzteren ist eben eine unvergleichlich ungünstigere, was die doppelte Isolation rechtfertigt. Die Verstärkungsleitung wird von Stützisolatoren ge-

Digitized by Google

tragen, die zum mechanischen Schutz mit gußeisernen Kappen armiert sind; der Isolator verträgt bei Regen 45 000 *V*.

Die Richtungsverhältnisse der Fernstrecke sind keine ungünstigen, für die Fahrleitung konnte man daher mit Aussicht auf eine klaglose Wirkungsweise ein System mit selbsttätiger Gewichtsnachspannung wählen. Auch die geplante Fahrgeschwindigkeit von 60 bis 70 km/Std. bedingt eine knick- und durchhangfreie Anordnung des Fahrdrahtes zwecks guter Stromabnahme; dabei sollte in allen Anordnungen die größtmögliche Einfachheit ohne Einbuße an der Betriebssicherheit gewahrt bleiben.

Die AEG.-Union-Elektrizitätsgesellschaft in Wien brachte ihr zweidrähtiges Fahrleitungssystem in Anwendung, bei welchem die den Fahrdraht tragende Kette und auch der Fahrdraht mit Gewichten gespannt

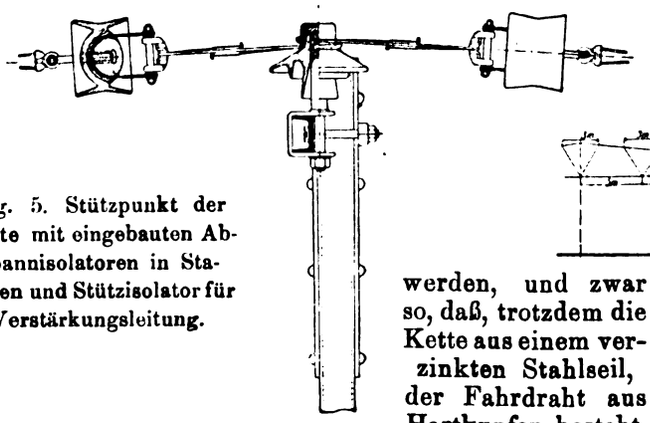


Fig. 5. Stützpunkt der Kette mit eingebauten Abspannisolatoren in Stationen und Stützisolator für Verstärkungsleitung.

werden, und zwar so, daß, trotzdem die Kette aus einem verzinkten Stahlseil, der Fahrdraht aus Hartkupfer besteht, demnach bei Temperaturwechsel verschiedene Ausdehnungszahlen in Betracht kommen, das Kettenwerk unverzerrt bleibt.

Die Spanngewichte erzeugen die vorausberechneten Kräfte im Tragseil und Fahrdraht; diese Kräfte bleiben bei allen Temperaturen im Seil und Fahrdraht aufrecht, indem die beiden sich gegeneinander frei bewegen können.

Die gegenseitige, ungestörte und die Kräfteverhältnisse nicht beeinflussende Beweglichkeit von Fahrdraht und Kette, die bei senkrechten Hängedrähten nicht vorhanden wäre, ist dadurch erreicht, daß die Tragdrähte in Dreieck gespannte Schlingen bilden, in welche der Fahrdraht mittels Rollen in Entfernungen von je 5 m aufgehängt ist. Die beiden Enden der in senkrechter Ebene befindlichen Tragdrähte — richtiger Seile — sind in einer Entfernung von 3 m an das Tragseil festgeklemmt; in dieser Schlinge hängt mittels einer Metallrolle der Draht. Tritt irgendeine Veranlassung zur gegenseitigen Verschiebung von Kette und Fahrdraht ein, kann sich die Rolle in der Schlinge in einer Ellipsenbahn, deren Brennpunkte die beiden festgeklemmten Ecken der im Dreieck gespannten Schlinge bilden, frei bewegen. Infolge der großen Brennweite, 3 m, dieser Ellipse ist der Krümmungsradius des geometrischen Ortes, auf welchem die Rolle wandert, ein verhältnismäßig großer, demnach die Höhenänderung des Fahrdrahtes sehr gering.

Die selbsttätig nachgespannten Abschnitte der Fahrleitung sind etwa 1000 m lang; hiebei tritt beim höchsten Temperaturunterschied von 60° C (von — 20° bis + 40°) im letzten Spannfeld, gerechnet vom festverankerten Ende, ein Ausdehnungsunterschied zwischen Kette und Fahrdraht von 360 mm ein, weil sich der Fahrdraht um 1020 mm, die Kette aber nur um 660 mm streckt. Zufolge der gewählten Ellipsenaufhängung entspricht dieser äußersten Grenze im letzten Spannfeld nur eine Hebung des Fahrdrahtes um 40 mm bei Stützpunkt und 20 mm in der Mitte des Spannfeldes.

Die Schwankungen in der Höhenlage des Fahrdrahtes sind praktisch unerheblich; es kann daher füglich behauptet werden, daß bei diesem Aufhängungssystem die Fahrdrahtlage bei allen Temperaturen unverändert bleibt. In der Fig. 6 ist die grundsätzliche Anordnung und die Veränderungen im Kettenwerk bei Temperaturschwankungen dargestellt.

Die selbsttätige Nachspannung setzt als selbstverständlich voraus, daß das Gewicht vom Kettenwerk und Fahrdraht unter allen Umständen unveränderlich bleibt. In der Wirklichkeit trifft dieser Fall, wie bei unserer Bahn schon in den ersten Wochen nach der Eröffnung beobachtet wurde, nicht zu. Die eigentümlichen atmosphärischen Verhältnisse verursachen Eisbildungen an allen Drähten, die im verflossenen Winter einige Male 50 bis 60 mm Durchmesser erreichten und das Metergewicht von Draht und Kette um je etwa ein Kilogramm (!) steigerten.

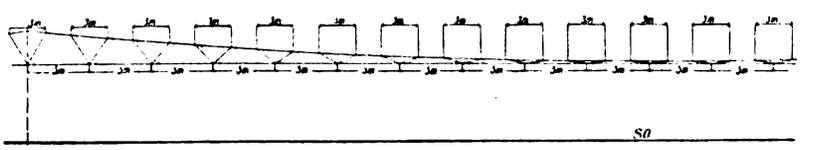


Fig. 6 *a*.

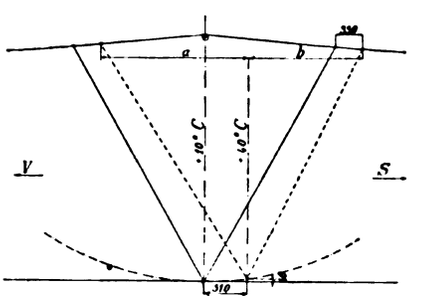


Fig. 6 *b*.

Fig. 6. Kettenwerk der Fahrleitung, System AEG.-Union Wien, bei Temperaturwechsel.

Um zu verhindern, daß das ganze System durch eine solche Eislast in Unordnung gerät oder der Durchhang ein unzulässiges Maß erreicht, sind die Spanngewichte verankert.

Die Kette besteht aus einem verzinkten Stahlseil, aus sieben Litzen zu sieben Drähten, 8·5 mm Durchmesser, 4600 kg Bruchfestigkeit und 0·3 kg Metergewicht. Das Seil wird stets in ununterbrochenen Fabrikationslängen von 1000 m Längen verwendet. Dieser Grundsatz vereinfacht die Montage und erhöht die Betriebssicherheit.

Die Stützpunkte, auf welchen das Seil über Rollen von 175 mm Durchmesser geführt wird, befinden sich in Entfernungen von höchstens 100 m; in Bögen sind zur Einhaltung der notwendigen Drahtlage seitliche Abzüge oder Druckstreben angeordnet.

Die Kettentragrolle hängt mittels Gelenk auf dem Isolator, kann sich daher frei einstellen.

Zur Isolation sind wieder dieselben, von der AEG. - Union Elektrizitäts-Gesellschaft entwickelten Kettenglied- und Stütz-Isolatoren verwendet worden, die bei der Mittenwaldbahn mit bestem Resultat in Betrieb stehen und über die ausführlich berichtet wurde*).

In den Stationen und überall, wo keine selbsttätige Nachspannung angeordnet wurde, ist die Ober-

*) Siehe E. K. B. 1913, Heft 6 und 7.

Digitized by Google

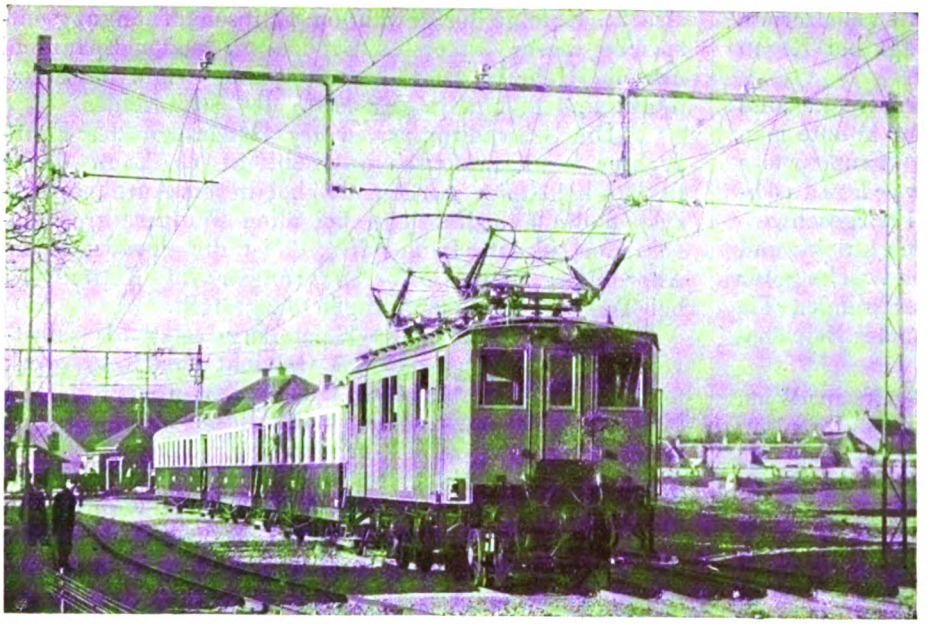


Fig. 7. Fahrleitung in der Station Fischamend.

leitung in allen Bestandteilen identisch mit derjenigen der Mittenwaldbahn. (Fig. 7.)

Die Aufhängung der durchlaufenden Kette besteht aus einem nach allen Richtungen beweglichen Gehänge aus zwei Kettenglied-Isolatoren, die die Rolle tragen. (Fig 8.) Gegen das von der Eisenkonstruktion des Tragwerkes ablaufende Regenwasser sind die Isolatoren durch einen verzinkten Blechschirm geschützt, der auch insoferne die elektrischen Eigenschaften verbessert, als das elektrische Feld gleichmäßiger wird. In Bögen ist nicht nur der Fahrdraht, sondern auch die Kette seitlich abgestützt. (Fig. 9.)

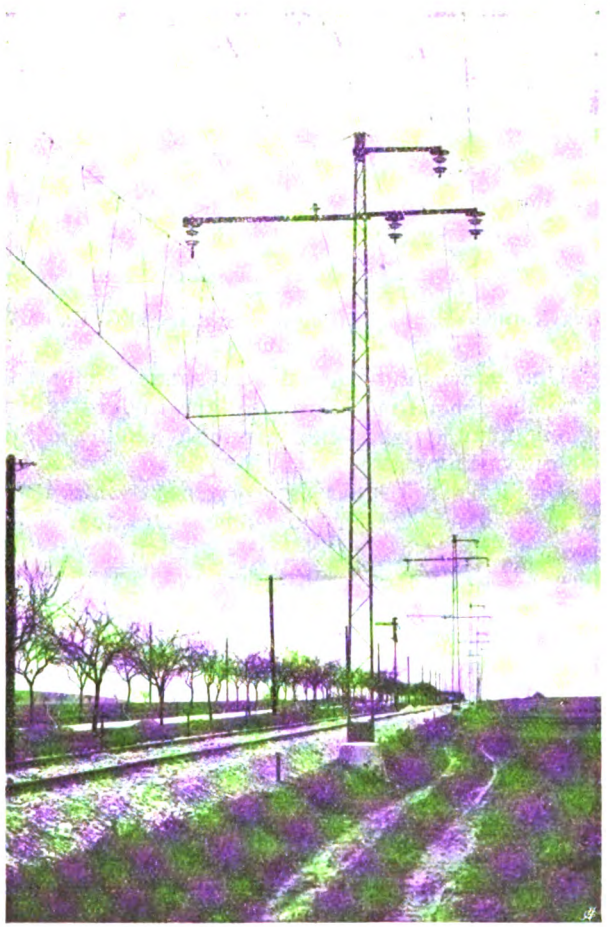


Fig. 8. Anordnung der Leitungen in gerader Bahn.

Alle Befestigungs- und Klemmbestandteile der Fahrleitung sind sorgfältig galvanisch verzinkt.

Die beiden Figuren lassen auch die Anordnung der Verstärkungs- und der Drehstromindustrieleitung erkennen. (Fig. 10.)

Letztere ist insoferne bemerkenswert, als sie wohl die erste für nur 35 *kV* gebaute Industrieleitung sein dürfte, bei welcher der technische Grundsatz, in allen Bestandteilen elektrisch und mechanisch tunlichst die gleiche Sicherheit zu erzielen verwirklicht wurde*).

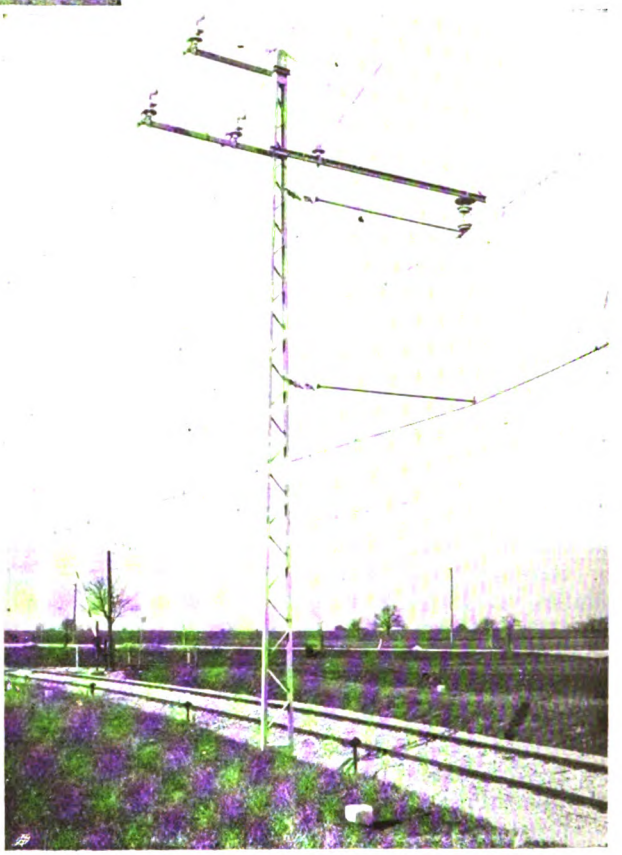


Fig. 9. Anordnung der Leitungen in Bögen.

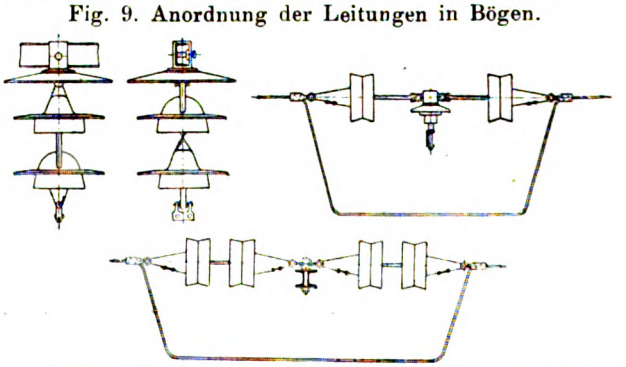


Fig. 10. Isolatoren der 35 *KV*-Drehstromleitung Wien—Hainburg.

*) Siehe E. T. Z. 1913, Heft 6 und 8 sowie E. u. M. 1913, Heft 8.

Digitized by Google

Die Isolation ist zu diesem Behufe unterteilt und besteht in Geraden aus zwei Kettengliedglocken, in Bögen mit mäßiger seitlicher Beanspruchung, aus einem armierten Stütz- und zwei Abspannisolatoren, bei starken Zügen, Bahn- und Straßenkreuzungen aus vier Abspannisolatoren.

Es bedarf keiner besonderen Motivierung, daß das ganze Tragwerk ausschließlich aus Eisen besteht; Holzmaste sind grundsätzlich vermieden worden.

(Schluß folgt.)

Steuerfreie Betriebe im Elektrizitätswerk.

Von W. v. Winkler.

(Fortsetzung von Heft 43/44, Seite 801.)

III. Einfluß des Verhältnisses von steuerfreien und steuerpflichtigen Betrieben.

a) Es werde angenommen, daß die aus der Stromlieferung an Private resultierenden Einnahmen die gleichen bleiben, daß aber aus was immer für Gründen die Einnahmen aus der öffentlichen Beleuchtung sehr zusammenschrumpfen, das heißt fast gleich Null werden. Dies entspricht fast genau der kostenlosen Beistellung der öffentlichen Beleuchtung und es darf ein Betrag für dieselbe nur deshalb nicht ganz verschwinden, weil sonst die derzeitige Berechnungsbasis der Steuergrundlage nicht aufrecht erhalten werden könnte. Wir wollen annehmen, daß die Einnahmen aus öffentlicher Beleuchtung von K 36 200 auf ein Hundertstel dieses Wertes, das ist auf K 362 sinken, so daß das Verhältnis der steuerfreien zur steuerpflichtigen Bruttoeinnahme zirka 1 : 1000 bezw. 1 : 999 ist.

In diesem Falle entsteht bei der Privatstromabgabe ein Defizit, das Defizit aus der öffentlichen Beleuchtung wird aber noch größer, denn wenn auch außer den Einnahmen auch die Ausgaben gesunken sind, so geschah das letztere wegen der Stammposten nicht in dem gleichen Maße, wie das erstere. Die Bruttoeinnahme ist nur um ganz Geringes größer als die Einnahme aus dem steuerpflichtigen Betrieb für die private Stromabgabe allein. Die bei der heutigen Auslegung der Steuervorschriften und die bei dem derzeit festgesetzten Aufteilungsschlüssel errechnete Steuerbasis ist geringer geworden und nahe an die Grenze derjenigen gekommen, welche dem reinen steuerpflichtigen Betrieb entspricht. Die Steuer beträgt K 16 513.

b) Hätte man wirklich gar keine Straßenbeleuchtung eingeführt, so würden die Ausgaben für dieselbe entfallen und die gemeinsamen Ausgaben, soweit sie nicht vermindert werden, würden ganz von der Privatstromabgabe zu tragen sein. Man erhält hiebei nahezu das gleiche Bild wie im Fall *a*), weil die speziellen Auslagen für die öffentliche Beleuchtung so viel ausmachen, daß die Quoten der aufgeteilten Auslagen keinen wesentlichen Einfluß mehr haben. Es war ja zu erwarten, daß Fall *a* den Grenzfall darstellt.

Auf jeden Fall ist bezeichnend, daß ein Gesamtverlust von K 53 940 dieselbe Besteuerung ergibt, wie ein solcher von K 887.

Es darf nicht Wunder nehmen, wenn man angesichts dieser Abnormitäten vorzieht, keine elektrische öffentliche Beleuchtung einzuführen.

c) Die Einnahmen aus der öffentlichen Beleuchtung steigen bis zur Deckung der auf dieselbe entfallenden Ausgaben. Das Konto sei noch nicht aktiv, wohl aber hart an dieser Grenze. Dann steigen auch die Gesamteinnahmen und die Steuer wird auf K 18 107 anwachsen.

d) Es sollen die Einnahmen aus dem steuerfreien Betrieb der Straßenbeleuchtung erheblich steigen, so daß derselbe schließlich mit hohem Gewinn abschließt. Dann gilt die Bestimmung, daß sich der steuerpflichtige Betrieb um den steuerfreien nicht zu kümmern hat und daß nur der Gewinn aus dem ersteren versteuert wird. Da aber der Gewinn des steuerfreien Betriebes die gesamte Einnahme erhöht, so ergibt sich, daß es trotz der „Steuerfreiheit" eines Betriebsteiles für die Besteuerung gleichgültig ist, ob der steuerfreie Betrieb aktiv oder passiv ist; es muß auf jeden Fall für Gewinn oder für Verlust desselben Steuer gezahlt werden.

Bei diagrammatischer Behandlung ergibt sich in den praktischen Grenzen eine nahezu vollständige Proportionalität der Steuervermehrung über den Grenzfall *a* mit den gesamten Bruttoeinnahmen und daraus ist wieder zu erkennen, daß die Steuerfreiheit wertlos ist, wenn durch Auslegungen und Zahlenschiebungen eine vom Gesetzgeber beabsichtigte Wohltat zur Förderung gemeinnütziger Anstalten ins Gegenteil verkehrt wird.

e) Die öffentliche Beleuchtung sei nicht steuerfrei. In diesem Falle werden alle Einnahmen und alle Ausgaben zusammengezogen und einander gegenübergestellt, und es ergibt sich für die Verhältnisse des Jahres 1905/06 eine Steuer von K 17 679, also sogar etwas weniger, als bei „steuerfreier" öffentlicher Beleuchtung.

Auch daraus ersieht man wieder, wie eine willkürliche Auslegung einer an sich vernünftigen Bestimmung, welche im besten Sinne allgemein förderlich sein könnte, das Gegenteil der Absicht erzielt, und man darf sich nicht wundern, wenn die Steuerzahler gegenüber der Steuerbehörde sich sehr zweifelnd und vorsichtig verhalten und sich bemühen, die Schädigungen zu paralysieren. Leider nimmt sich selten jemand die Mühe, die Sache gründlich und umfassend zu studieren; man begnügt sich vielmehr bei zu hoch erscheinender Steuergrundlage zu rekurrieren und läßt sich oft beim ersten Mißerfolg davon abchrecken, die Rechtsmittel bis zum Ende zu verfolgen.

Wenn man aber die Ergebnisse des Studiums kennen lernt und sich über alles Rechenschaft gibt, so verliert man um so mehr die Lust, wirtschaftlich wertvolle Unternehmungen, insbesondere solche, die nicht bloß auf Gewinn ausgehen, sondern durch ihre Erzeugnisse (Strom) die Allgemeinheit befruchten, zu gründen, als man bei allem Risiko nicht oft in der Lage ist, einen zufriedenstellenden Gewinn zu erzielen und den Löwenanteil desselben an die Steuerbehörde ablassen muß. So beträgt das im Klagenfurter Elektrizitätswerk arbeitende Kapital K 4 550 000 und hat in zwölfjährigem Bestand des Werkes über Verzinsung, Tilgung und alle Spesen und Abschreibungen rund K 400 000 kommerziellen Reingewinn abgeworfen, aber zirka K 416 000 Steuern und Umlagen gezahlt.

Da der Gesamtertrag, zu dem noch rund K 150 000 Kapitalzinsen und Tilgung kommen, ohne Steuern also im Jahresdurchschnitt K 190 000 beträgt, so entspricht dies einer nicht ganz 4·3%igen Gesamtverzinsung; man fragt sich daher wohl mit Recht, wozu man die Arbeit und das Risiko auf sich genommen hat, wenn kein anderer Ertrag zu erzielen ist, als in einer Sparkassa erzielbar gewesen wäre, und kann eine beruhigende Antwort nur darin finden, daß die Verhältnisse in den letzten Jahren schon besser waren als im Durchschnitt und daß auch eine weitere

Digitized by Google

stetige Besserung sicher vorauszusehen ist. Manche Elektrizitätswerke sind aber nicht in einer solchen Lage.

Nicht ohne Interesse ist eine Aufstellung der Verluste, welche das städtische Elektrizitätswerk Klagenfurt im Laufe der Jahre im steuerfreien Betrieb erlitt, weil sie ein Bild geben, um wieviel Steuer zu viel gezahlt wurde.

Dieselben betrugen:

Im Bilanzjahr	1903/04	1904/05	1905/06
	K 10 978	K 15 718	K 11 816
„ „	1906/07	1907/08	1908/09
	K 13 595	K 13 610	K 18 664
„ „	1909/10	1910/11	1911/12
	K 16 751	K 13 901	K 14 967
„ „	1912/13		
	K 7395		

Dies gibt zusammen einen Verlust von K 137 395.

Da aber für die Grundlage der Steuerbemessung der in der Betriebsrechnung ausgewiesene Reingewinn um den Verlust des steuerfreien Betriebes vermehrt wird, weil es ja bei gewöhnlicher Addition ohne Abhängigkeit der Posten voneinander gleichgültig ist, an welcher Stelle eine derselben zugezählt wird, so erhalten wir eine zuviel gezahlte Steuersumme von K 137 395. NB. ohne Landes- und Stadt-Umlagen, die 100% ausmachen.

Während also ein nicht steuerfreies Unternehmen vom Gewinn besteuert wird, ergibt sich hier die paradoxe Erscheinung, daß bei einem steuerfreien Betrieb der Verlust der Besteuerung unterzogen wird.

Das kann unmöglich im Sinne des Steuergesetzgebers gelegen sein. Es wäre interessant, zu erfahren, ob ausländische Steuerbehörden ähnlich vorgehen.

f) Im Gegensatz zur gesetzlichen Bestimmung der Aufteilung der Ausgaben nach dem Bruttoeinkommen werde der Aufteilungsschlüssel nach dem Anschlußwert bestimmt. Dann ergibt sich, daß das Verhältnis der öffentlichen Beleuchtung zur privaten Stromabgabe 1:99 ist und es resultiert eine Steuer von K 17 219, also etwas weniger, als die derzeit bemessene Steuer; ein nennenswerter Vorteil ist dabei nicht zu erzielen, wohl aber der Nachteil des genauen Nachweises, so daß man hinsichtlich der Preise bezw. der Einnahmen keine Elastizität der Kontierung hat. Wenn aber der Aufteilungsschlüssel sich ändert, so treten eben Verschiebungen der Posten hinsichtlich der Gesamteinnahmen auf und ein erhoffter Vorteil auf der einen Seite wird auf der anderen wieder paralysiert.

g) Da die Anlage der öffentlichen Beleuchtung in zehn Jahren seit ihrem Bestand entwertet wurde bezw. zufolge der Nachschaffungen zwölf Jahre danach mit dem Buchwert Null erscheint, war es von Interesse, zu studieren, welchen Einfluß das Entfallen der Entwertungsquote dieses steuerfreien Betriebszweiges auf die Steuer hat. Es ergibt sich, daß von dem erwähnten Zeitpunkt an K 17 717 an Steuer zu zahlen sein wird, also gegenüber dem heutigen Zustand eine Ersparnis von ganzen K 63. Es ist eben das ganze System der Besteuerung so raffiniert, daß man absolut nicht herauskommen kann; die letzterwähnten Änderungen haben fast gar keinen Einfluß, weil die Beträge, um welche die Ausgaben des steuerfreien Betriebes sinken, auch bei den Gesamtausgaben entfallen und damit der Ertrag im ganzen wieder steigt. Auch die Varianten, welche nicht das Einkommen aus dem steuerpflichtigen Betrieb, sondern das gesamte Einkommen als konstant annehmen, ergeben keine namhafte Änderung der Steuerbasis bezw. Steuer; bei gleichgebliebenem Aufteilungsschlüssel tritt vielmehr eine Erhöhung der letzteren ein, weil der Ausfall an Einkommen des steuerfreien Betriebes als Zuwachs bei dem steuerpflichtigen Betrieb erscheint.

Bei genauer Betrachtung der Resultate findet man, daß die Steuersteigerung nahezu dem gesamten Bruttoeinkommen proportional ist und daß es bei gleichem Gesamtbruttoeinkommen ganz gleichgültig ist, ob der steuerfreie Betrieb aktiv oder passiv ist oder ob er ganz entfällt bezw. dieser Betriebszweig auch besteuert wird. Wenn aber diese Erkenntnis gewonnen wurde, so liegt es auf der Hand, welche Gegenmittel gegen diese abnorme Erscheinung zu ergreifen sind. Man muß bestrebt sein, das Konto ein klein wenig aktiv zu gestalten; wenigstens hat man dann doch bilanzmäßig einen Vorteil und weiß, daß man nicht für einen bilanzmäßigen Verlust besteuert wird.

Wodurch man dieses Ziel erreichen kann, soll an der Hand der Tabelle für jede einzelne Post untersucht werden.

IV. Einfluß der Veränderung der einzelnen Posten.

Aus der letzten Aufstellung ersieht man, daß das Defizit des steuerfreien Betriebes des Jahres 1912/13 erheblich kleiner geblieben ist, als jenes der früheren Jahre. Die Ursache hievon war die Erhöhung der Einnahmen; aber auch der Einfluß jeder einzelnen Ausgabspost auf die Steuergrundlage war nicht ohne Bedeutung.

Einnahmen. Die Erhöhung der Einnahmen bietet zweierlei Vorteile; einerseits wird an sich bei als gleichbleibend vorausgesetzten Ausgaben das Konto der öffentlichen Beleuchtung früher bezw. mehr aktiv, läuft also weniger Gefahr, einen Verlust besteuert zu sehen, andererseits zieht diese Erhöhung einen größeren Teil der gemeinsamen Ausgaben an sich und es steigt daher der Gewinn aus dem steuerpflichtigen Einkommen, wogegen man gewiß nichts einwenden wird. Die Erzielung eines aktiven Kontos geschieht durch Vermehrung und Verbesserung der Beleuchtung, Verminderung der Ausgaben für dieselbe und durch entsprechende Dotierung des Beleuchtungsfonds, welche also immer erst nach sorgfältigen Berechnungen vorgenommen werden sollte.

Ausgaben. *a*) Wenn die Instandhaltungskosten reduziert werden können, so erreicht man damit, daß sowohl der Anteil des steuerfreien Betriebes an diesen gemeinsamen Posten, als auch die entsprechende Post für den steuerfreien Betrieb allein geringer wird, wodurch wieder ein höherer Aktivsaldo entsteht.

b) Bei den Kapitalzinsen ist voraussichtlich eine Besserung nicht zu erreichen, da das investierte Kapital festgesetzt ist; es kann hier auch bei der Wahl eines anderen Aufteilungsschlüssels kein Erfolg erzielt werden, denn wie bereits angedeutet, bedingt eine höhere Quote des steuerfreien Betriebes auch einen höheren Anteil an den gemeinsamen Auslagen dieser Post und aller anderen gemeinsamen Posten, wodurch die Bilanzierung des steuerfreien Betriebes mit einem geringeren Passivum bezw. höheren Aktivum abschließen kann.

Die Investitionskosten für den steuerfreien Betrieb herabzusetzen, hat insofern einen Wert, als die gesammten Kosten dadurch geringer werden und eine geringere Gesamtverzinsung erfordern.

c) Hinsichtlich der Verwaltungsspesen kann behauptet werden, daß dieselben durch die öffentliche Beleuchtung nicht um einen Heller beeinflußt werden. Trotzdem ist die Aufteilung nach dem Schlüssel gesetzlich bedingt und es wäre schon eine Errungenschaft, wenn wenigstens hier sowie bei den Betriebsspesen der Anteil

Digitized by Google

der Überlandbetriebe ausgeschieden bezw. nur auf den steuerpflichtigen Betrieb überschrieben würde. Vorstellungen daß doch nach den Aufschreibungen die Aufteilung für steuertechnische Zwecke genau genug bewirkt werden könnte, begegnen dem stärksten Mißtrauen der Steuerbehörde und haben keinen Erfolg im Sinne einer Verminderung der Spesen für den steuerfreien Betrieb, wenigstens solange derselbe passiv ist. Aber auch wenn er aktiv wird, ist nichts zu erwarten, da ja der Gewinn aus demselben der Besteuerung nicht unterliegt. Wenn man die Beträge herauszieht, so sieht man so recht den Widersinn, daß zirka 600 öffentliche Lampen, die mit Ausnahme der separat ausgewiesenen Bedienung nichts weiter an Betriebsspesen erfordern, solche Spesen im Ausmaß von K 10 700, dann sind pro Lampe K 18, verursachen sollen!

d) Wertverminderung. Es ist zweifellos eine Abnormität, daß die Wertverminderung jener Leitungen, welche ohne Rücksicht auf die steuerfreie öffentliche Beleuchtung bestehen bezw. von Anfang an bestanden, doch auch zum Teil auf die letztere geschoben wird. Vom Fernkabel ist es wohl gerechtfertigt, nicht aber von den Freileitungen in ganz andere Stromabsatzgebiete. Bei Transformatoren u. dgl. wurde dies auch von der Steuerbehörde anerkannt, aber erst nach zehnjährigen Beschwerden. Anfänglich wurde sogar die Zählerentwertung, die doch allein der Privatstromabgabe dient, als „gemeinsame" Post behandelt.

Unvorsichtig aber muß es genannt werden, daß bei Beginn der Stromlieferung gerade die steuerfreie öffentliche Beleuchtung zu zehnjähriger Entwertung bestimmt wurde, während die ganze übrige Anlage auf durchschnittlich 30jährige Basis gestellt ist. Da das Werk nun schon zwölf Jahre tadellos arbeitet und an der öffentlichen Beleuchtung sich nicht die geringste Abnutzung ergeben hat, die nicht sofort durch Instandhaltung zu beheben war, so liegt eine so starke Entwertung keinesfalls vor und die dafür entfallende Quote sollte um so mehr vermindert werden, als sie das Konto des steuerfreien Betriebes stark belastet. Bei Reduktion der Post K 17 795 auf ein Drittel hätte man das Konto jährlich um K 11 000 günstiger gestalten und damit auch einen Aktivsaldo erzielen und die unberechtigte Besteuerung vermeiden können.

Die Entwertung darf man daher nur dann hoch ansetzen bezw. die darauf verwendeten Jahre vermindern, wenn der steuerfreie Betrieb aktiv ist.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich zusammenfassend die schon oben erwähnte Lehre, daß man gut tut, die einzelnen Posten des steuerfreien Betriebes so zu stellen, daß derselbe ein ganz kleines Aktivum aufweist. Am wenigsten zweckmäßig ist es, wenn man für den steuerfreien Betrieb in der Absicht, ein öffentliches Interesse zu fördern, den Strom unter den Selbstkosten abgibt. Da es sich hier nur um kommunale Werke handelt, weil die „Wohltat" der „Steuerfreiheit" nur dem „steuerfreien Betrieb" solcher Werke zukommt, so spart der Beleuchtungsfonds auf Kosten des Elektrizitätswerkes zugunsten der Steuerbehörde.

Schließlich könnte noch ein Ausweg in Betracht kommen, nämlich der Verzicht auf die gesetzliche Begünstigung der „Steuerfreiheit". Es ist aber sehr die Frage, ob dies zulässig ist; sicherlich wird sich aber die Steuerbehörde weigern, auf die Handhabung eines Gesetzes und dessen Auslegungen zu verzichten. Es wäre zwar nur logisch und folgerichtig, wenn steuerpflichtige und steuerfreie Betriebe auch dann getrennt behandelt werden würden, wenn die letzteren passiv sind; das dürfte aber nicht zu erreichen sein. Es erscheint daher vollkommen begründet, wenn man andere Mittel sucht, welche gesetzlich einwandfrei, aber den Auslegungen der Steuerbehörde entrückt sind.

(Schluß folgt.)

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Versuche über die Strömungsvorgänge des Wasserdampfes in Labyrinthdichtungen. J. Buisson. Die Versuche wurden im Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule in Berlin auf Anregung von Prof. Jasse durchgeführt. Der Versuchsapparat sollte es ermöglichen, verschiedene Formen von Labyrinthen zu bilden; dies wurde dadurch erreicht, daß das zu untersuchende Labyrinth aus verschiedenen auswechselbaren Teilen zusammengesetzt war. Durch Änderung der Stegdicken erfolgte eine Änderung der Spaltbreiten; durch Verschiebung der Stege nach oben oder nach unten konnte die Spalttiefe geändert werden. Die beiden Labyrinthhälften wurden in einem zweiteiligen Gehäuse derart eingebaut, daß im Innern des letzteren zwei durch die Labyrinthdichtung getrennte Räume gebildet wurden. Der Dampf wurde aus einer Frischdampfleitung durch ein als Überhitzer dienendes geheiztes Schlangenrohr dem Versuchsapparate zugeführt. Während der Dauer der Versuche war der Versuchsapparat von einem mit Asbest gefütterten Kasten behufs Vermeidung von Wärmeverlusten umgeben. Die Versuche umfaßten 25 Versuchsreihen mit 304 Einzelversuchen. Zur Ermittlung der Abhängigkeit der Durchflußmenge von der Kammerzahl sind die Versuche nach zwei Richtungen gemacht worden, und zwar bei gleichbleibender Labyrinthlänge (veränderlicher Teilung) und bei gleichbleibender Teilung (veränderlicher Labyrinthlänge).

Die Ergebnisse der Versuche, welche aus Zahlentafeln und Diagrammen ersichtlich sind, lassen sich wie folgt zusammenfassen: Die Durchflußmenge nimmt mit zunehmender Kammerzahl ab und mit zunehmender Teilung zu. Die tatsächliche Durchflußmenge ist kleiner als die theoretische in allen jenen Fällen, bei denen der Anfangsdruck = 10·05 kg cm² ist. Der hauptsächlichste Grund hiefür ist die Wirbelbildung im Innern der Kammer. Entgegen der Theorie ergaben die Versuche, daß die Stegdicke keinen besonderen Einfluß auf die durchfließende Dampfmenge ausgeübt hat. Theoretisch müßte der Einfluß der Stegdicke der sein, daß mit zunehmender Stegdicke, das heißt Spaltbreite, die Durchflußmenge sich verringert. Mit zunehmender Spalttiefe, nimmt auch im allgemeinen die Durchflußmenge zu. Der Einfluß der Überhitzung auf die durchfließende Dampfmenge ist ein günstiger. Das durchtretende Dampfgewicht nimmt mit zunehmender Temperatur ab. Dies ergibt sich aus der Tatsache, daß das spezifische Volumen des zugeführten Heißdampfes größer als das des Sattdampfes ist.

Durch die vorliegenden Untersuchungen ist nachgewiesen worden, daß in erster Linie Kammerzahl und Spalttiefe Einfluß auf die Größe des durchtretenden Dampfgewichtes haben. Vergrößerung der Kammerzahl und Verminderung des Spieles in dem Spalt in den Grenzen der Herstellungsmöglichkeit sind vor allem für die Konstruktion einer Labyrinthdichtung wichtig. Es wurde ferner nachgewiesen, daß die Nutentiefe und die Stegform auf die Verminderung des Undichtigkeitsverlustes einer Labyrinthdichtung von Einfluß sind.

In einem zweiten Teile werden die Ergebnisse von Versuchen bekanntgegeben, die sich auf die Ermittlung der durchströmenden Dampfmenge durch eine Labyrinthstopfbüchsendichtung einer Parsons-Dampfturbine und auf die Beeinflussung der Spaltbreite durch die in dieser Turbine herrschende Temperatur bezogen haben.

(Z. f. d. ges. Turbinenwesen Nr. 16 bis 19, 1914.)

Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen, Gaserzeuger.

Untersuchungen über die wirtschaftlichen Aussichten der Gasturbine*). Dr. Ing. J. Magg. Anschließend an seine bereits mitgeteilten Erörterungen über die Gleichdruckgichtgasturbine mit Luftüberschuß behandelt der Verfasser in einem weiteren Kapitel die Verwendungsmöglichkeiten und die weiteren Aussichten der Gleichdruck-Rohölturbine mit Luftüberschuß. Die

*) Siehe E. u. M. Heft 37. Jahrg. 1914. S. 747.

Digitized by Google

Darstellung der Arbeitsprozesse im Temperatur-Entropiediagramm erfolgt in genau derselben Weise wie bei der Gichtgasturbine beschrieben. Aus dem entsprechenden Diagramm ist zu entnehmen, daß von dem Verbrennungsdruck p_2 die Expansion mindestens auf den Druck $p_1 = 1$ Atm. erfolgen muß, um eine Expansionsendtemperatur von weniger als 750° abs. zu erhalten.

Die praktische Grenzkurve der Drücke p_2 steigt mit sinkenden Werten des Luftüberschusses außerordentlich rasch an, so daß es praktisch ausgeschlossen ist, mit einem Luftüberschuß von weniger als 100% zu arbeiten. Wie aus den Berechnungen und den Diagrammen hervorgeht, ergeben sich bei Verwendung von Rohöl bessere Werte des wirtschaftlichen Wirkungsgrades η_w als bei Verwendung von Gichtgas, ohne indessen die bei Heißdampfturbinen erreichten Werte zu übersteigen. Im allergünstigsten Falle beträgt jedoch der Wirkungsgrad des Kompressors $\eta_k = 75\%$, so daß die Kompressorleistung noch immer 62% der Turbinenbruttoleistung ausmacht. Um demnach eine Turbinennutzleistung von $N_n = 5000\,PS$ zu erzielen, müßte die von der Turbine abzugebende Bruttoleistung $\frac{500}{1-0{\cdot}62} = 13\,200\,PS$ betragen, wovon sofort 8200 PS in den direkt gekuppelten Turbokompressor übergehen müßten. Eine derartige Anlage wäre daher gegenüber einer 5000 PS-Dampfturbine einschließlich der Kessel nicht konkurrenzfähig.

Aber auch bei Verwendung eines durch einen hochwirtschaftlichen Dieselmotor angetriebenen Kolbenkompressors befriedigen die Verhältnisse nicht. Bei einem Wirkungsgrad des Kompressors von $\eta_k = 75\%$ und einem thermischen Wirkungsgrad des Dieselmotors $\eta'_w = 33{\cdot}2\%$ würde sich immer erst ein wirtschaftlicher Wirkungsgrad der Gesamtanlage von $\eta_w = 24{\cdot}3\%$ bei einem Verhältnis der Leistungen $\frac{N_k}{N_n} = 0{\cdot}635$ ergeben. Es wäre demnach zum Betriebe einer Gasturbine von 5000 PS ein Dieselkompressor von $0{\cdot}635 \times 5000 = 3175\,PS$ erforderlich und die Gesamtanlage wäre daher wesentlich teurer, komplizierter und weniger betriebssicher als ein 5000 PS-Dieselmotor allein.

(Z. f. d. ges. Turbinenwesen, Heft 16, 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Bestimmung der Leistung eines Induktionsmotors bei veränderter Spannung oder Periodenzahl. R. Moser beschreibt eine weitere Anwendung der von ihm in der „E. T. Z." 1906, Seite 217*), angegebenen Methode der „korrespondierenden Belastungspunkte". Es wird der Fall besprochen, daß man die von einem Induktionsmotor abgegebene Leistung aus Strom- und Spannungsmessung, ferner aus einer Normalkurve bestimmen will, welche den Zusammenhang zwischen Strom und abgegebener Leistung darstellt, jedoch für eine andere Spannung oder andere Periodenzahl (oder auch beides) Gültigkeit hat. Solche Kurven sind meistens beim Lieferanten erhältlich.

Das Verfahren besteht in folgendem: Man mißt Klemmenspannung und Strom am Motor bei der zu bestimmenden Belastung, ferner den Leerstrom bei derselben Spannung. In der Normalkurve hat man dann die Leistung bei jenem Stromwert nachzusehen, welcher gleich ist dem gemessenen Belastungsstrom, noch multipliziert mit dem in der Normalkurve angegebenen Leerstrom und dividiert durch den gemessenen Leerstrom. Die in der Normalkurve abgelesene Leistung ist hierauf mit dem gemessenen Leerstrom und der gemessenen vorhandenen Motorspannung zu multiplizieren und durch den in der Normalkurve angegebenen Leerstrom und die Normalspannung zu dividieren, wodurch bereits die vom Motor tatsächlich abgegebene Leistung erhalten wird.

Ist die Normalkurve beispielsweise für 1000 V und 50 ∾ gültig, der Motor dagegen an ein Netz mit 950 V und 45 ∾ angeschlossen und nimmt er etwa 30 A auf, so ist in der Normalkurve bei

$$30 \cdot \frac{13{\cdot}4}{14{\cdot}4} = 27{\cdot}9\ A.$$

die Leistung (beispielsweise 37 kW) abzulesen, wenn 13·4 A der Leerstrom bei 1000 V und 50 ∾, dagegen 14·4 A der gemessene Leerstrom (bei 950 V und 45 ∾) ist. Die zu bestimmende Leistung beträgt dann in diesem Beispiele:

$$37 \cdot \frac{950 \cdot 14{\cdot}4}{1000 \cdot 13{\cdot}4} = 37{\cdot}8\ kW.$$

Wie man sieht, kommt die Periodenzahl in der Rechnung gar nicht vor. Die Methode läßt sich ohne Unterschied sowohl für Ein- wie für Mehrphasenmotoren anwenden und ihre Genauigkeit hält sich innerhalb der Grenzen, welche bei technischen Messungen, zum Beispiel bei der Aufnahme der Normalkurve eingehalten werden können. In derselben Weise wie die abgegebene Leistung kann man auch die zugeführte bestimmen, wenn man über eine entsprechende Normalkurve verfügt.

(E. T. Z., Heft 36/37, 1914.)

*) Vergl. das Referat in E. u. M. 1906, Seite 422.

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Münzzähler. Direktor Gruber. Die bis jetzt im Gebrauch stehenden Apparate entsprechen im allgemeinen den Anforderungen, haben aber den Nachteil, daß mit der Zeit zufolge der vermehrten Zapfenreibung der Zähler nicht imstande ist, den Ausschalter zu betätigen. Man muß also dem Zähler die Arbeit des Ausschalters abnehmen und ihm nur die Vorbereitung der Ausschaltbewegung zuteilen. Der Schalter soll einfach sein, aus wenig Teilen bestehen und wenig Federn besitzen. Bei dem vom Autor angegebenen Apparat wird ein Quecksilberschalter verwendet, der aus einem Knierohr mit kurzem und langem Rohrschenkel besteht. Das Quecksilber steht in ersterem so hoch, daß es über das Knie reicht, so daß eine geringe Verdrehung des Rohres durch den Zähler, wozu sehr wenig Arbeit erforderlich ist, das Quecksilber verschiebt und dadurch den Schwerpunkt so verstellt, daß der Schalter kippt und das Quecksilber unter Öffnung der Kontakte in den langen Schenkel fließt. Die aus Eisenblech hergestellten Rohre halten Kurzschlüsse von 6 kW bei 200 V aus. Den Schaltmechanismus zeigt Fig. 1. Auf der Achse A sitzt der Schalter. Die Achse wird von der Feder f zu verdrehen gesucht, dem wirkt der Anschlag an der Klinke k entgegen; die Klinke wird durch Feder F in Eingriff gehalten. Ein bei b drehbarer Hebel h trägt das Eisenblech α. Hebel h wird vom Mitnehmerstift g des Zählers, wenn der Münzvorrat nahe erschöpft ist, in der Pfeilrichtung verstellt; nach Verdrehung um den Winkel α, wo der Münzvorrat ganz erschöpft ist, kommt das Blech in das Feld des Magneten m, der das Blech g anzieht. Mit seinem hinteren Ende n trifft dann der Hebel h auf den Stift s und gibt dadurch die Klinke k frei, so daß die Schalterachse von der Feder f in die Kipplage gebracht werden kann. Diese Zähler werden von den Isaria-Zählerwerken in München und H. Aron-Charlottenburg ausgeführt.

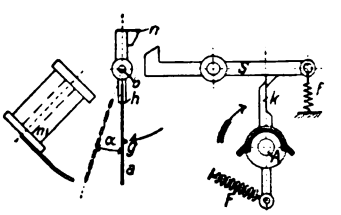


Fig. 1.

(Mitt. Ver. Elektr.-W., Nr. 155.)

Der elektrische Widerstand von Metallen bei tiefen Temperaturen. L. Schüler berichtet über die Untersuchungen von Prof. Dr. H. Kamerlingh-Onnes über den elektrischen Widerstand von Metallen bei tiefen Temperaturen von −271·95° (also 1·15° abs.), wie sie durch flüssiges Helium erzeugt werden können. Frühere Versuche von ihm und von Nernst haben gezeigt, daß der Widerstand von Pt und Au bei tiefen Temperaturen auf einen konstanten Wert abnimmt; es ergab sich nun, daß diese Erscheinung von Verunreinigungen herrührt. Versuche mit sehr reinem Quecksiber ergaben, daß der Widerstand bis 4·2° abs. entsprechend dem Temperaturkoeffizienten stetig abnimmt; von dort ab springt der Widerstand aber plötzlich auf Null und bleibt Null bei noch tieferen Temperaturen. (Bei 1·8° abs. betrug der Widerstand ein Milliardstel des Wertes, den das Quecksilber beim Gefrierpunkt hat.) Der Zustand unter 4·2° abs. wird als „Überleitfähigkeit" bezeichnet. Bei Zinn ist die kritische Temperatur bei 3·8°, bei Blei 6° abs. Diese Erscheinung legt es nahe, Spulen für Magnete zu konstruieren und sie im abgekühlten Zustand so hoch zu belasten, daß ein sehr starkes Feld zwischen den Polen entsteht. In der Tat konnte ein Bleidraht mit 560 A pro mm² beschickt werden, ohne daß er warm wurde. Dies war nicht der Fall bei einem zu einer Spule gewundenen Draht, denn schon bei 56 A pro mm² verlor der zur Spule gewickelte Bleidraht ($^1/_{70}$ mm²) seine Überleitfähigkeit und wäre durchgebrannt.

An dieser Erscheinung scheint das magnetische Feld Schuld zu sein, denn ein bifilar gewickelter Bleidraht, der bei 2° sbs. einen Widerstand Null hatte, behält die Überleitfähigkeit in einem magnetischen Feld von 1000 Gauß. Wurde das Feld stärker, so stieg der Widerstand plötzlich auf 0·025 Ohm an, um bei weiterer Verstärkung nur mehr wenig zuzunehmen.

(E. T. Z., Heft 40/41, 1914.)

Leitungen.

Erfahrungen mit Isolatoren für 55 000 V. M. T. Crawford berichtet über die Erfahrungen, die man mit verschiedenen Isolatoren des Kraftverteilungsnetzes der Zentrale Electron bei Tacoma gemacht hat. Es stehen seit zehn Jahren Vierfach-Manteleisolatoren von 35 cm Durchmesser und 30·6 cm Höhe auf Eisendornen einzementiert im Betrieb und fünf Jahre später wurde eine ähnliche

Digitized by Google

Type anderen Fabrikates für eine 257 km lange Verzweigungslinie verwendet, von welchen ein Viertel früher bereits zwei Jahre in einer 30 000 *V*-Anlage verwendet wurden. Die letzteren haben sich besonders gut bewährt; sie wurden in der Fabrik mit 120 000 *V* geprüft. Der Verfasser gibt eine einfache Methode an, um einen schadhaften Isolator aufzufinden. Eine zugespitzte Eisenstange wird 2 m vom Erdboden entfernt in den Mast eingetrieben und eine zweite Stange in einigem Abstand davon in das Erdreich gesteckt. Zwischen beiden Stangen wird ein bei der Funkentelegraphie üblicher Empfänger mit Telephon geschaltet. Ist der Isolator unbeschädigt, so hört man im Telephon einen summenden Ton, wenn aber ein Isolator schadhaft ist, so vernimmt man im Telephon ein knatterndes Geräusch. Der schadhafte Isolator dieses Mastes wird dann durch Isolationsmessungen zwischen dem Eisendorn und dem Querarm ausfindig gemacht. Die derart ausgeschiedenen Isolatoren haben im Versuchsraum noch Spannungen bis 100 000 *V* ausgehalten. Der Verfasser erklärt die schlechteren Ergebnisse mit den älteren Isolatoren mit der geringen Durchschlagsfestigkeit des Materials, daß durch die Spannung von 55 000 *V* bis nahe an der Grenze beansprucht war; hingegen war das Material der später eingebauten Isolatoren bei dieser Spannung noch lange nicht genügend beansprucht. Nur dort, wo das Porzellan unter einer der Grenzbelastung nahen elektrischen und mechanischen Beanspruchung steht, ermüdet es rasch. Er empfiehlt, die Isolatoren für eine $2^1/_4$ mal so hohe Spannung zu bemessen, als sie nachher auszuhalten haben. Eiserne Dorne, die eingegipst werden, sind wegen der verschiedenen Ausdehnung und der elektrolytischen Wirkung der Ableitungsströme nicht zu empfehlen; eingeschraubte Holzdorne sind ihnen in geraden Strecken vorzuziehen. (Proc. Am. Inst. El. Eng., Aug. 1914.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Wagenhebekran für Eisenbahnwerkstätten. G. Simon beschreibt den in der neuen Hauptwerkstätte Bremen-Sebolds-brück aufgestellten, von der Maschinenbauanstalt C. Flohr in Berlin erbauten Wagenhebekran von 45 t Tragkraft und 57·7 t Gewicht. Der Kran hat zwei Laufkatzen mit je zwei Tragarmen zum Anheben der Wagen, die zu einem unten offenen Rahmen verbunden, über den Wagen herabgesenkt werden. Diese Arme drehen sich um eine Achse, die vom Hubwerke auf und ab bewegt werden kann. Die Achse trägt an den Enden besondere Gleitstücke, die in senkrecht am Katzenrahmen herabhängenden und gut abgesteiften Schienen geführt werden. Um die Drehachse ist auch der Antrieb zum Schwenken der Arme angeordnet. Ein 7·5 *PS*-Motor legt mit Schneckenvorgelege und einer Triebstockverzahnung die Arme nach der Kranmitte zu aus der wagrechten in die senkrechte Lage um. Eine elektromagnetische Bremse hält die Arme in jeder Lage fest, während eine Lastluftdruckbremse zum gleichmäßigen Absenken dient. Am unteren Ende der Tragarme sind Protzen drehbar angebracht; sie lassen sich bei senkrechter Stellung der Tragarme in der wagrechten Ebene beliebig drehen und durch Riegel festlegen, sobald sie senkrecht oder gleichlaufend zu dem Fahrzeuge stehen. Eine einfache Vorrichtung ermöglicht, den Kran genau über der Geleismitte einzustellen.

Mit den ungekapselt ausgeführten A. E. G.-Motoren für Drehstrom von 500 *V* wurden folgende Geschwindigkeiten vorgesehen: Heben 1·5 m/Min., Katzenfahren 10·0 m/Min., Kranfahren 50·0 m/Min. unbelastet, Drehen der Arme aus der senkrechten in die wagrechte Lage 17·4 m Min. am äußersten Armende.

(„Org. f. Fortschr. d. Eisenbahnw.“, Heft 17, 1914.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Die Verwendung der lichtelektrischen Zelle als Empfangsinstrument für drahtlose Telegraphie. Hermann Behnken beschreibt eine Empfangsmethode, deren Empfindlichkeit der des Kristalldetektors gleichkommt, die die Fehler der subjektiven Methoden (Parallelohmmethode) vermeidet, durch atmosphärische

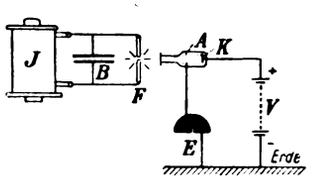


Fig. 2.

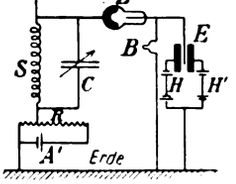


Fig. 3.

Entladungen nicht beeinflußt wird und jederzeit brauchbare Messungen der Empfangsstärke liefert. Der wesentliche Bestandteil der neuen Meßanordnung ist eine lichtelektrische Zelle mit Kalium. Die Wirkungsweise der Photozelle erhellt aus einer in Fig. 2 dargestellten Anordnung von Millikan, mittels welcher gezeigt wurde, daß die Anfangsgeschwindigkeit von lichtelektrischen Elektronen außerordentlich hohe Werte annimmt, wenn als Lichtquelle der Entladungsfunken einer Leidener Batterie dient. Die durch das Induktorium *J* aufgeladene Batterie *B* wird durch die Funkenstrecke F entladen und die von *F* ausgehenden Lichtstrahlen fallen auf die Kathode *K* der lichtelektrischen Zelle, wo sie Elektronen auslösen. Die aus einem zylinderförmigen Drahtnetz bestehende Anode *A* ladet sich negativ auf, was der Ausschlag in dem Elektrometer *E* anzeigt. Wird nun an die Kathode *K* eine die Elektronen verzögernde veränderliche Spannung angelegt und so eingestellt, daß gerade kein Elektron mehr die Kathode verläßt, so ist die angelegte Spannung gleich der Anfangsgeschwindigkeit der Photoelektronen in Volt. Mit dieser Anordnung ermittelte Millikan Anfangsgeschwindigkeiten von 500 *V* und darüber. Pohl und Pringsheim haben aber gezeigt, daß die Elektronen diese hohen Anfangsgeschwindigkeiten nicht dem Licht der Funken verdanken, sondern daß die im Funkenkreise erzeugten Schwingungen sich auf die übrigen Teile der Anordnung übertragen und den Elektronen die hohen Geschwindigkeiten erteilen, so daß die Millikansche Anordnung nicht die natürliche Elektronengeschwindigkeit, sondern im wesentlichen den negativen Scheitelwert des überlagerten Schwingungspotentiales mißt. Wird an die Stelle des Millikanschen Funkenkreises das schwingende System einer empfangenden Antenne gesetzt, so ergibt sich eine Einrichtung zum Messen des auftretenden Schwingungspotentiales. Die Antenne (Fig. 3) *A* ist durch die Spule *S* verlängert und parallel zu *S* liegt der Abstimmkondensator *C*, dessen der Antenne zugewandte Belegung an die Kaliumelektrode der lichtelektrischen Zelle *Z* angeschlossen ist. Die aus Platin bestehende Anode führt zum Faden eines Lutz-Edelmannschen Einfaden-Elektrometers *E*. *H* und *H'* sind die an die Schneiden des Elektrometers angelegten Hilfsbatterien (meist + 40 *V*). Durch den Kurzschlußbügel *B* kann der Elektrometerfaden an Erde gelegt werden. Wäre das untere Ende der Spule *S* unmittelbar geerdet, so würde beim Leuchten der Lichtquelle *L* (einer gewöhnlichen Nernstlampe) das Elektrometer einen Ausschlag zeigen, welcher teils von den der Anode zugeführten Photoelektronen herrührt, teils von Kontaktpotentialen, welche sich irgendwo im Elektrometerkreis befinden. Um diesen Ausschlag zu beseitigen, ist in die Erdleitung von *S* noch ein Regulierwiderstand *R* eingeschaltet, mittels dessen von einem kleinen Akkumulator *A'* ein Teil der Spannung abgezweigt und so die störenden Potentiale kompensiert werden können. Sobald die Antenne angeregt wird, tritt am oberen Ende von *S* eine Wechselspannung von der Frequenz des Antennensystems auf und wirkt auf die Zelle in derselben Weise wie die Schwingungspotentiale bei Millikan. In dem Falle, daß die Zelle ein idealer Gleichrichter ist, mißt man also im Elektrometer die Spannungsamplitude am oberen Spulenende, also eine Größe, die für reine Sinusschwingungen dem Effektivwert der Spannung und auch des Stromes proportional ist. (Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 13, 1914.)

Die Bestimmung der günstigsten Wellenlänge in der drahtlosen Telegraphie. A. S. Blatterman bestimmt an der Hand der von Austin*) angegebenen Formel die günstigste Wellenlänge, also jene, bei welcher die größte Reichweite bei gleicher Energie erzielt wird. Die Austinsche Formel erhält die Form

$$d - \frac{M}{\lambda \cdot e^{0{\cdot}0762\, d/\sqrt{\lambda}}} = 0, \text{ wobei } M = \frac{635 \cdot J_s \cdot h_1 h_2}{J_r} \text{ (Längenmaße in}$$

Meilen). Der Wert von M kann aus der Antennenhöhe h_1, h_2, der Empfängerstromstärke J_r (10 Mikroampere) und der angenommenen Senderstromstärke J_s berechnet werden. Stellt man die Beziehungen zwischen der Entfernung d und der Wellenlänge λ für verschiedene Werte von M auf, so erhält man Kurvenscharen, die ein ausgeprägtes Maximum haben, das heißt bei bestimmten Werten von λ tritt ein Maximum von d auf. Je größer λ ist, desto weniger ausgeprägt ist der Höchstwert von d, was schon Marconi nachgewiesen hat, der bei 5000 und 7000 m langen Wellen gleich gute Resultate erzielte. Aus diesen Kurvenscharen werden die Maximumwerte zusammengestellt und man erhält folgende Tabelle:

Entfernung in Meilen	500	700	1000	1200	1300
Wert von $M \times 10^6$	0·7	3·7	10·6	18·4	24
Wellenlänge in Meter . . . : .	350	700	1550	2450	2900

Man muß also aus der Tabelle den einer bestimmten Wellenlänge zugehörigen Wert von M entnehmen, daraus die Werte h_1, h_2 unter Annahme von J_r und J_s berechnen und dann die zugehörigen Wellenlängen wählen. („El. World“, 15. 8. 1914.)

Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen.

Kraftstellwerk der Station Igló der Kaschau-Oderberger Bahn. Die Kaschau-Oderberger Bahn geht in den letzten Jahren allmählich von den mechanischen Stellwerken zu den Kraftstell-

*) Vergl. E. u. M. 1911, S. 1052.

Digitized by Google

werken über, indem sie das System Westinghouse mit elektrischer Kontrolle und pneumatischem Antrieb annahm. Am 27. Juli l. J. ist ein solches elektropneumatisches Stellwerk in der Station Igló in Betrieb gesetzt worden; mit demselben werden 21 einfache und 2 englische Weichen gestellt sowie 7 einfache Weichen zentral verriegelt; daneben sind im ganzen 15 verschiedene Signale vorhanden. Das Stellen der Weichen und Signale geschieht mit Preßluft von 4 Atm. Überdruck, während das Öffnen und Schließen der Weichen und Signalmotoren sowie deren Kontrolle durch elektrischen Akkumulatorenstrom von 16 *V* Spannung bewirkt wird. Die Ein- und Ausfahrten der Züge werden in den Hauptgleisen durch Isolierschienen, in den Gruppengleisen durch Zeitverschlüsse kontrolliert, welche unter der Einwirkung der letzten Achse des ein- oder ausfahrenden Zuges das selbsttätige Haltfallen der Signale bewirkt und ebenso das Umstellen der Weichen unter dem fahrenden Zug verhindert.

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie

Elektrische Heizung von Eisenbahnwagen. W. S. Hammond. Zur Heizung eines 6 m langen Eisenbahnwagens in New York beim kältesten Wetter sind 5000 WE pro Std. erforderlich; Stahlwagen erfordern 30% mehr Wärmezufuhr. Ein Fahrgast gibt zwischen 50 und 800 WE pro Stunde ab, so daß ungefähr 50 Fahrgäste in einer Stunde die Temperatur im Wagen erträglich machen. Natürlich sind die Wagen, die elektrisch geheizt werden, dann zur Zeit des stärksten Verkehrs überheizt und es ist die Anwendung einer Wärmeregulier-vorrichtung erforderlich.

Die Wärme im Wagen entweicht teils durch die offenen Türen, teils durch Ableitung der Wände und Fenster. Wände mit Wärmeisolation und Doppelfenster sind deshalb orforderlich. Am günstigsten ist es, wenn man 60% der erforderlichen Wärme durch Strahlung elektrischer Heizkörper erzeugt und den Rest durch warme Luft zuführt, die durch einen Ventilator von außen angesaugt und über Heizkörper in den Wagen gedrückt wird. Heizwiderstände aus Nichrom oder Nickelkupfer geben bei jeder Temperatur der Luft die gleiche Wärme ab, Eisenwiderstände hingegen bilden durch ihre eigentümliche Widerstandsänderung einen automatischen Regulator. Berechnet man die Kosten der Heizung, so darf man nur die Kohlenkosten für die Stromerzeugung einsetzen. Diese kann man bei K 10 pro t mit 1·5 h pro *kWh* oder rund mit 10·6 h pro Wagen und Stunde im Höchstfall ansetzen. Bei der Temperaturregelung durch Thermostaten ist eine große Ersparnis an Heizstrom zu erwarten.

(„El. Ry. Journ.“, 11. 7. 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Der Elektrizitätsübergang bei sehr kleinen Kontaktabständen und die Elektronenatmosphären der Metalle. Franz Rother, Leipzig. Wird in üblicher Weise zwischen zwei Metallen durch Aneinanderpressen mit einer Klemme oder einem Stöpsel und Stöpselbacken ein elektrischer Kontakt hergestellt, so ist es nach dem derzeitigen Stande unserer Kenntnisse nicht wahrscheinlich, daß an irgend einer Stelle der Kontakt ein derartig inniger ist, daß sich nicht noch Luft zwischen den Metallen befände. Da ferner nicht anzunehmen ist, daß die Luft an dem Leitungsvorgang teilnimmt, so ist zu vermuten, daß der Transport der Elektrizität von Metall zu Metall durch Elektronen erfolgt, welche den geringen Zwischenraum überspringen. Demnach erscheint eine Untersuchung, welche den zwischen möglichst definierten Metallflächen bei angelegter niederer Spannung eintretenden Strom als Funktion des einen möglichst kleinen Teil einer Lichtwelle betragenden Abstandes darzustellen versucht, von Wert, und es wurde eine solche Untersuchung in der Weise durchgeführt, daß der kleinste erreichbare Abstand von Metallflächen durch eine optische Interferenzmethode bestimmt wurde, die es ermöglicht, zwei Kontakte durch einen sehr kleinen, meßbaren Abstand zu trennen. Es wurde gefunden, daß zwischen zwei, durch einen sehr kleinen Abstand (unter einer Lichtwellenlänge) getrennten Kontakten schon bei geringer angelegter Spannung (bis zu etwa 1 Volt abwärts) ein Stromübergang stattfindet. Die übergehenden Ströme (Größenordnung 10 bis 14 Amp.) wurden unter Benutzung eines Elektrometers gemessen, dessen Aufladung über die Kontakttrennungsstrecken hinweg beobachtet wurde. Hiebei wurde ein besonderer Kugelkondensator verwendet, der leicht von überkriechenden Ladungen frei zu halten war. Ebenso wurde es durch eine besondere Poliermethode ermöglicht, sehr reine, optische Metallflächen zu erhalten, die sich auch für die elektrischen Versuche als brauchbar erwiesen.

Mit diesen Mitteln wurde festgestellt, daß unter sonst gleichen Bedingungen die bei sehr kleinen Konktaktabständen übergehenden Ströme für zwei verschiedene Metalle verschieden waren; dabei zeigte das Metall mit der größeren metallischen Leitfähigkeit auch hier einen größeren Effekt. Dieser stand jedoch für die beiden untersuchten Metalle (Gold und Iridium) nicht im gleichen Verhältnis, wie die metallischen Leitfähigkeiten, sondern erwies sich etwa dreimal so groß. Aus dieser Verschiedenheit der Erscheinung für verschiedene Metalle konnte geschlossen werden, daß die beobachtete Stromleitung über die kleinen Kontakttrennungsstrecken durch Metallelektronen betätigt wird. Die Erscheinung war in Luft von Atmosphärendruck und in einem Vakuum von etwa 0·5 mm nicht meßbar verschieden. Ein Versuch, die Leitfähigkeitskonstante der Elektronenatmosphären und damit das scheinbare spezifische Leitvermögen der Atmosphären (im reziproken Ohm) zu bestimmen, zeigte, daß diese „Konstante“ wieder eine Funktion des Kontaktabstandes ist. Das scheinbare spezifische Leitvermögen ergab sich für Gold von der Größenordnung 10^{-14}, für Iridium von 10^{-15} (im reziproken Ohm).

(Ann. d. Phys. Nr. 16, 1914.)

Über die Lichtemission von Metalldämpfen in der Glimmentladung. L. Janicki und R. Seeliger, Phys.-Techn. Reichsanstalt. Wie bekannt, zeigen die Metallspektra im Funken und Bogen starke Unterschiede; neben gemeinsamen gibt es reine Funken- und Bogenlinien. Die Ursache der Erscheinung ist wohl in Verschiedenheiten der Anregung zum Leuchten gelegen; da aber die hiebei im Funken und Bogen wirksamen Faktoren derzeit noch unzureichend bekannt sind, haben die theoretischen Erwägungen bisher noch zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt. Wesentlich günstiger als beim Funken und Bogen liegen die Verhältnisse bei der Glimmentladung, wo die positive Säule und das negative Glimmlicht ebenfalls typische Verschiedenheiten in den von ihnen emittierten Spektren bewirken. Die Emission ist hier im Grunde durch den Stoß von Elektronen auf Gasmoleküle bedingt und die verschiedene Geschwindigkeit der Elektronen bewirkt die Unterschiede in der spektralen Emission. Man hat also hier nur eine Variable, die Elektronengeschwindigkeit, wodurch die Verhältnisse wesentlich einfacher und klarer werden. Janicki und Seeliger haben mit Hilfe einer einfachen Methode, bei der durch Verwendung des zu untersuchenden Metalles als Elektrode dieses verdampft und im Dampfe die Glimmentladung hergestellt wird, mehrere Metalle (Cd, Zn, Mg, Pb, Al, St, Ag) untersucht und gefunden, daß in bezug auf die spektrale Emission eine weitgehende Parallelität zwischen Funken und negativem Glimmlicht einerseits sowie zwischen Bogen und positiver Säule andererseits besteht. Insbesondere zeigen sich die reinen Funkenlinien nur im negativen Glimmlicht, die reinen Bogenlinien nur (oder mit überwiegender Intensität) in der positiven Säule. Genau wie die genannten Metalle verhält sich das Metalloid Silizium; die einzige Ausnahme unter den verwendeten Substanzen bildet Tellur, bei dem die oben charakterisierten Analogien vollkommen fehlen. (Ann. d. Phys. Nr. 16, 1914.)

Strahlungslehre.

Ionisierung in einem geschlossenen Gefäße infolge der Eigenstrahlung der Wand. E. v. Schweidler, Innsbruck, betrachtet eine mit Luft von normaler Dichte gefüllte metallische Hohlkugel, deren Wand eine Strahlung aussendet, und berechnet die Ionisierungsstärke im Hohlraum für die drei Strahlengattungen. Der Durchmesser wird mehreremale größer als die Reichweite der α-Strahlen in Luft, jedoch klein gegen die mittlere Reichweite der β- und γ-Strahlen, die Wandstärke groß gegen die Reichweite der α-Strahlen im Metall und klein gegen die der γ-Strahlen angenommen. Es ergibt sich, daß für die α-Strahlen die Ionisierungsstärke dem Radius umgekehrt proportional ist. Für die β-Strahlen ist die Ionisierungsstärke unabhängig vom Radius und von einer gewissen Wandstärke ab auch nicht mehr von dieser abhängig. Für die γ-Strahlen herrschen wesentlich kompliziertere Verhältnisse. Die quantitativen Ergebnisse der Untersuchung ermöglichen eine experimentelle Entscheidung der wichtigen Frage, ob radioaktive Verunreinungen des Gefäßmateriales oder deren spezifische Radioaktivität als Strahlungsursache anzusehen sind. Die Bedeutung der ganzen Angelegenheit für die Theorie der radioaktiven Meßapparate liegt auf der Hand. (Phys. Zeitschr. Nr. 14, 1914.)

Literatur-Bericht.

Der Spannungszustand in rechteckigen Platten. Von Dr.-Ing. H. Hencky, Assistent an der Technischen Hochschule Darmstadt. Mit zwölf Abbildungen im Text und sieben Tafeln. München und Berlin 1913. Druck und Verlag von R. Oldenburg. Preis geheftet Mk. 4. — Die üblichen, auch von Hencky übernommenen Voraussetzungen der Plattentheorie sind, daß die Dicke der Platte als klein gegenüber der kleinsten Stützweite der Platte, die Durchbiegung dabei aber klein gegenüber der Plattendicke ist. Es wird weiter das „kinematische Schema“ eingeführt, das wie Hencky sagt, den „elastischen Körper“ durch eine „elastische Maschine“ ersetzt, indem von vornherein festgelegt wird, daß jede Normale zur Mittelebene der Platte auch nach der Deformation geradlinig und zur „elastischen

Digitized by Google

Fläche", in die die Mittelebene der Platte übergeht, normal bleibt. Die Punkte der Mittelfläche bewegen sich nur senkrecht zu derselben, die Verzerrungen dieser Fläche und die von ihnen hervorgerufenen Spannungen können vernachlässigt werden. Auf diesen Grundlagen basiert die Differentialgleichung der gebogenen Platte:

$$\frac{m^2 E}{m^2-1}\,\frac{h^3}{12}\left(\frac{\partial^4 \zeta_0}{\partial x^4}+2\,\frac{\partial^4 \zeta_0}{\partial x^2\,\partial y^2}+\frac{\partial^4 \zeta_0}{\partial y^4}\right)=p,$$

in welcher p die Belastung der Flächeneinheit, h die Dicke der Platte bedeutet und die den Ausgangspunkt der Untersuchungen Henckys bildet.

Die vorliegende Arbeit unterscheidet sich von allen früheren Behandlungen des gleichen Gegenstandes dadurch, daß sie zur Darstellung der Durchbiegung ζ_0 der Mittelfläche nicht doppelt, sondern nur einfach unendliche Reihen heranzieht, wodurch die Lösungen numerisch leichter auszuwerten sind und praktisch brauchbar werden. Hencky behandelt zunächst die rechteckige Platte mit gleichmäßig verteilter Belastung, dann die ebenen Platten mit einer konzentrierten Belastung in der Plattenmitte. In beiden Fällen wird von einem partikulären Integral als „Grundlösung" ausgegangen, die neben der Differentialgleichung bei gleichförmig verteilter Belastung auch die eine der Randbedingungen befriedigt, nämlich daß ζ_0 am Plattenumfang verschwindet. Je nachdem, ob die Platte auf den vier Seiten „frei gelagert" oder „fest eingespannt" ist, muß die zur „Grundlösung" hinzutretende „Zusatzlösung", die aus der „Grundlösung" sich ergebenden Biegemomente am Plattenrande aufheben bezw. bewirken, daß die elastische Fläche im Plattenrande die x, y-Ebene tangiert. Die „Zusatzlösung" befriedigt die „biharmonische" Differentialgleichung:

$$\frac{\partial^4 \zeta_0}{\partial x^4}+2\,\frac{\partial^4 \zeta_0}{\partial x^2\,\partial y^2}+\frac{\partial^4 \zeta_0}{\partial y^4}=0$$

und die Randbedingung, daß ζ_0 am Plattenumfang verschwindet und besteht aus einer einfach unendlichen Reihe, deren konstante Koeffizienten aus der zweiten noch zu befriedigenden Randbedingung bestimmt werden. Bei einer in der Mitte angreifenden Einzellast sind zwei derartige Zusatzlösungen notwendig, damit sämtliche Randbedingungen befriedigt werden.

Hencky zeigt, daß die wohl verwickelten Lösungen sich immerhin numerisch auswerten lassen und bringt am Schluß der einzelnen Abschnitte Zahlentafeln und Diagramme, aus denen die für die Beanspruchung charakteristischen Biegemomente und Querkräfte, die Verteilung der Momente in der Mittelebene, bei der eingespannten Platte auch am Rande, ferner die Verteilung der Auflagerreaktionen am Rande zu entnehmen sind. Es werden bei der rechteckigen, gleichmäßig belasteten Platte verschiedene Seitenverhältnisse und bei der quadratischen durch eine Einzelkraft belasteten Platte verschiedene Verhältnisse der Dicke zur Seite berücksichtigt.

Jenen, die in der Praxis mit der Dimensionierung, Prüfung und Beurteilung von Platten zu tun haben, wird eine Einsicht in die Ergebnisse der Untersuchungen Henckys gewiß nicht von Schaden sein. Das eingehende Studium dieser überaus gründlichen Arbeit sei aber allen empfohlen, die für eine vom Standpunkte der Elastizitätstheorie möglichst einwandfreie, dabei aber doch praktisch brauchbare Lösung eines wichtigen technisch-mechanischen Problems Interesse besitzen. *Dr. Ing. Alfred Basch.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektromaschinenbau.

(Fortsetzung aus Heft 43/44, Seite 812.)

Induktionsmotoren.

Von V. A. Fynn in London rührt ein Mehrphaseninduktionsmotor her, der mit großem Drehmoment angeht und bei Vollast eine kleine Schlüpfung besitzt. In Fig. 34 ist 2 der Stator, 3 seine Wicklung.

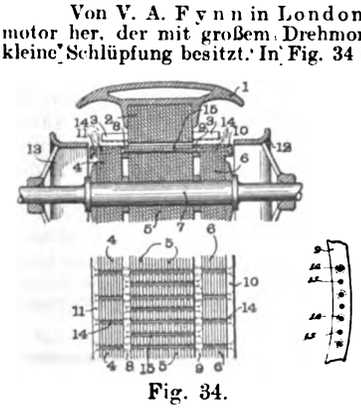


Fig. 34.

Der Rotor besitzt drei Lamellengruppen 4, 5, 6, von denen die Gruppe 5 ebenso breit wie die Statorlamellengruppe ist und innerhalb derselben rotiert. Die Gruppe 5 ist mit einer Käfigwicklung versehen, deren Stäbe 15 mit den Stirnringen 8 und 9 verbunden sind. Die Lamellengruppen 4 und 6 tragen Käfigwicklungen, deren Stäbe 14 mit Ringen 10, 11 verbunden sind. Die Stäbe 14 gehen durch alle Rotorlamellengruppen hindurch und sind von den Endringen 8, 9 isoliert. An den Enden der Maschine sind ruhende Schilde 12, 13 vorgesehen von gut leitendem Material. Sie können auf der Welle verschoben werden bis in die Räume zwischen den Lamellengruppen 4, 6 und der Statorwicklung 3. Zum Zwecke des Anlassens wird die Statorwicklung mit der Hauptleitung verbunden und, wenn eine genügend hohe Geschwindigkeit erreicht ist, dann werden die Schilde 12, 13 langsam oder rasch in die Räume um den Rotorkörper 4, 6 geschoben. Die Selbstinduktion des Systems ist beim Anlaufen größer als in dem Falle, wenn ein gewöhnlicher Käfiganker verwendet wird. Die Erhöhung der Selbstinduktion wird durch die in der Nähe der Statorwicklung angeordneten Lamellengruppen 4, 6 bewirkt. Beim Anlauf ist die Reluktanz der Lamellengruppe 5 groß, beim normalen Lauf klein. Die erhöhte Selbstinduktion des Systems beim Anlassen vermindert den Anlaßstrom und das Drehmoment wird erhöht, weil die Ströme, welche von den Streufeldern in den die drei Lamellengruppen 4, 5, 6 durchsetzenden Ankerstäben 14 von hohem Ohmschen Widerstand induziert werden, nahezu in Phase sind mit den Fluxen, mit denen sie das Drehmoment erzeugen. Wenn die Maschine auf Touren kommt, nimmt die Wirkung des Käfigankers 14 ab, während die des Ankers 15, dessen Stäbe geringen Ohmschen Widerstand besitzen, zunimmt. Die Schilde 12, 13 reduzieren in der eingeschobenen Stellung das Streufeld des Stators und die Reaktanz des Ankers 14. (U. S. P. Nr. 1 079 332.)

Den Gegenstand einer Erfindung von W. A. Price in Newcastle-on-Tyne (England) bildet ein Verfahren zum Betriebe und zum Regeln der Geschwindigkeit von solchen Wechsel- oder Mehrphasenstrom-Induktionsmaschinen, die ihren Strom aus einer Gleichstromquelle erhalten und bei denen zu diesem Zwecke zwischen Induktionsmaschine und Gleichstromquelle ein rotierender Umformerkommutator eingeschaltet ist, der befähigt ist, Gleichstrom in Wechsel- oder Mehrphasenstrom umzuwandeln. Bei solchen Induktionsmaschinen darf die Rotorschlüpfung eine bestimmte Grenze nicht überschreiten. Bei der Erfindung wird die Abhängigkeit der Drehgeschwindigkeit des magnetischen Feldes des Motors von der Drehgeschwindigkeit des Kommutators dazu benutzt, die bei Überlastung des Motors auftretenden Übelstände zu vermeiden. Zu diesem Zwecke wird der Kommutator mit dem Rotor der Maschine zwangläufig verbunden. Bei eintretender Überlastung des Rotors nimmt dadurch die Tourenzahl des Kommutators ab und damit wird auch eine Verringerung der Stromabnahme des Kommutators und eine Veränderung der Periodenzahl des Wechsel- oder Mehrphasenkreises bewirkt. Die Schlüpfung des Rotors kann somit eine bestimmte Grenze nicht mehr überschreiten und ein Zusammenbrechen des Motors ist vollkommen vermieden. In Fig. 35 läuft der Kommutator C auf der Achse a unter Bürsten b, mit denen elektrolytische Kondensatoren K verbunden sind, und nimmt Gleichstrom konstanter Spannung von einer Kraftquelle S S^1 auf. Der Kommutator gibt an die Wicklungen W^1, W^2 eines Zweiphaseninduktionsmotors M Zweiphasenstrom ab. Die Drehgeschwindigkeit des magnetischen Feldes sei gleich der Drehgeschwindigkeit des Kommutators. Wird die Achse A des Rotors mit der Achse a des Kommutators zwangläufig, zum Beispiel direkt verbunden, dann wird der von der Kraftquelle genommene Strom über ein weites Geschwindigkeitsintervall annähernd konstant sein, falls die Geschwindigkeit des Rotors geringer als die des Feldes ist. Ist die Geschwindigkeit des Rotors größer als die des Feldes, so kann die Maschine Strom an die Kraftquelle in einem Verhältnis zurückgeben, das über eine erhebliche Weite von der Geschwindigkeit fast unabhängig ist. (D. R. P. Nr. 270 003.)

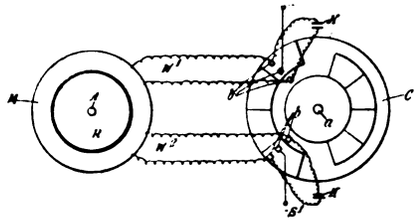


Fig. 35.

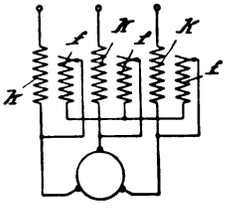


Fig. 36.

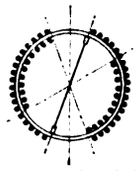
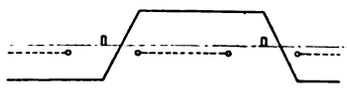
Wechselstromkollektormotoren.

Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin baut eine Mehrphasenkollektormaschine mit Kompensationswicklung und Reihenschlußbürsten, die eine besondere Einrichtung zur Tourenregelung und zur Verbesserung des Leistungsfaktors besitzt. In Fig. 36 bedeutet k die Kompensationswicklung und f die Feldwicklung, deren veränderliche Windungszahl an die Bürsten angelegt ist. Im Stromkreis der Feldwicklung können noch Hilfsdrosselspulen verwendet werden, um zwecks Vermeidung der Funkenbildung und der feineren Einstellung des Leistungsfaktors und der Tourenzahl einen ganz reinen wattlosen Strom zu erhalten. (D. R. P. Nr. 270 246.)

Bei Kommutatormaschinen, die durch Verstellen der Bürsten geregelt werden, treten im allgemeinen verhältnismäßig große Feldstärken unter den Bürsten auf, die in den kurzgeschlossenen Ankerwindungen EMKe der Bewegung induzieren, die besonders bei höherer Geschwindigkeit zu heftigem Bürstenfeuer Veranlassung geben. Diese schädlichen EMKe hängen bei Maschinen mit Sehnenwicklung im Anker von der Größe des wirksamen Bogens der Ständerwicklung ab. Gemäß einer Erfindung der Maffei-Schwartzkopff Werke G. m. b. H. in Berlin wird der wirksame Bogen der Ständerwicklung größer als der wirksame Teil der Ankersehnenwicklung gemacht (Fig. 37). Man erkennt aus Fig. 37a, daß sich die EMKe der Bewegung in einer von Bürsten kurzgeschlossenen Windung aufheben und daher Bürstenfeuer vermieden wird. Diese Figur zeigt die Feldverteilung einer solchen Maschine, wenn Ständerwicklung und Läuferwicklung

Digitized by Google

pro Längeneinheit des Umfanges dieselbe Zahl von Leitern aufweisen und beispielsweise von demselben Gleichstrom durchflossen werden.

Fig. 37.   Fig. 37 *a*.

Die Bürsten sind durch kleine Rechtecke angedeutet, die Lage der Leiter, die von den Bürsten kurzgeschlossen werden, durch kleine Kreise.
(D. R. P. Nr. 272 729.)

Ein Wechselstromkollektormotor der Elsässischen Maschinenbau-Gesellschaft in Mühlhausen i. Els. kann als Induktionsmotor, das heißt mit wirklicher Nebenschlußcharakteristik, unter hohem Wirkungsgrad und Leistungsfaktor arbeiten. In Fig. 38 ist die kurzgeschlossene Läuferwicklung des Induktionsmotors mit *S* und die Erregerwicklung mit *E* bezeichnet. Damit vereinigt ist ein kompensierter Reihenschlußmotor, der sich aus einer mit dem Kollektor verbundenen Wicklung *R* und einer Kompensationswicklung *C* zusammensetzt. Die Bürsten *B B* werden nun zusammen mit einem Teile der Erregerwicklungen durch einen Verbindungsschalter *D* kurzgeschlossen, der gegebenenfalls beim Anlassen des Motors auch geöffnet bleiben kann. Es erhält also stets die Erregerständerwicklung *C* unmittelbar die Netzspannung und die Schwankungen der magnetischen Feldstärke bei wechselnder Belastung werden erheblich verringert, was ja auch der Arbeitsweise eines einphasigen Induktionsmotors entspricht. Der die Bürsten *B. B* speisende Strom kann unterbrochen werden, ohne daß die Maschine aufhört, als Induktionsmotor zu arbeiten, und zwar infolge der Anordnung der kurzgeschlossenen Wicklung *S* und des Schließens des Verbindungsschalters *D*. Der Motor ist ein richtiger Induktionsmotor mit Kurzschlußläufer, bei dem der Strom in der Kollektorwicklung noch dazu dient, den Leistungsfaktor zu verbessern; dies wird durch den Umstand ermöglicht, daß man nicht die Bürsten unmittelbar kurzschließt, sondern mit ihnen zusammen einen Teil der Erregerständerwicklungen.

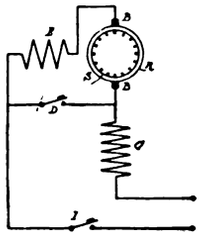
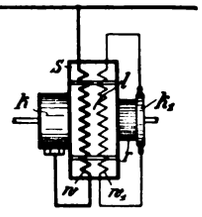
Fig. 38. 

Fig. 39. 

Das Anlassen des Motors kann durch Schließen des Unterbrechers *I* erfolgen, der so den Anschluß an das Netz herstellt; der Verbindungsschalter *D* bleibt dabei geschlossen, und eine Unterbrechung an dieser Stelle ist also unnötig. Wenn der Motor steht, erhöht die kurzgeschlossene Wicklung den magnetischen Widerstand des Läufers. Das Anlaufmoment wird durch die Einwirkung des Kraftflusses von *E* auf die Wicklung *R* hervorgerufen. Mit zunehmender Geschwindigkeit wirkt die Wicklung *S* immer mehr und der Motor kommt von selbst auf die normalen Touren. (D. R. P. Nr. 273 116.)

Eine sehr bequeme Regelungsart bietet sich bei Drehstrommaschinen in der Bürstenregulierung dar, besonders bei Anwendung von Doppelbürsten, so daß man durch Verändern des Abstandes der Doppelbürsten die Größe und durch gemeinsames Verdrehen die Phase der Kollektorspannungen regulieren kann. Teilt man den Kollektorstrom in Arbeitsstrom und Erregerstrom und läßt man die Arbeitsbürsten, die den größten Teil des Stromes führen, feststehen, während nur die Erregerbürsten zur Regelung der Maschine verschoben werden, dann kann man die Kommutierung unter den Arbeitsbürsten durch festliegende Wendefelder im Stator verbessern. An den Erregerbürsten tritt jedoch infolge der Transformatorspannung starke Funkenbildung auf. Diese Störung wird durch eine Erfindung der Siemens-Schuckert Werke G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin dadurch beseitigt, daß die Erregerbürsten auf einem besonderen Kollektor schleifen, der mit dem Hauptkollektor für die Arbeitsströme oder auch mit der Ankerwicklung durch Leiter mit großem Widerstand verbunden ist. In Fig. 39 bedeutet *s* den Ständer, *l* den Läufer, *k* den Kollektor für die Arbeitsströme, k_1 den Kollektor für die regulierbaren Erregerströme, die ihrerseits in eine Wicklung w_1 des Stators geleitet werden können. k_1 ist mit Hilfe der Widerstandsverbinder *r* an die Ankerwicklung angeschlossen. Die Arbeitsströme des Rotors gehen auch durch eine Kompensationswicklung *w* des Stators. Die Figur zeigt nur den Stromverlauf einer Phase. (D. R. P. Nr. 274 878.)

Es ist vorgeschlagen worden, bei Wechselstromkollektormotoren mit Parallelwicklung im Anker die Pole der Arbeitswicklung des Ständers in Reihe zu schalten, um zu erzwingen, daß die Ströme in den einzelnen Ankerzweigen einander möglichst gleich werden. Wird jedoch der Arbeitswicklung des Ständers von außen Spannung zugeführt und ist der Luftspalt ungleichmäßig, dann werden trotzdem in den Ankerzweigen verschieden große Spannungen induziert. Dadurch entstehen im Anker Ausgleichsströme, die die Kommutierung ungünstig beeinflußt und die Ankerwicklung erwärmen. Nach einer Erfindung der Maffei-Schwartzkopff Werke G. m. b. H. in Berlin und R. Richter in Karlsruhe wird die Schaltung der Wicklungsabteilungen der Ständerarbeitswicklung so gewählt, daß die gesamte einem Zweige des Ankers zugeführte Spannung möglichst gleich der EMK der Bewegung in demselben Ankerzweige ist. Es soll also zwischen der dem Anker angelegten Spannung *E d*, der durch die Ständerwicklung zugeführten EMK der Ruhe *E r* und der EMK der Bewegung *E b* auch bei ungleichmäßigem Luftspalt für jeden Ankerzweig die Beziehung $E\,d + E\,r = E\,b$ bestehen. Bei Repulsionsmotoren ist $E\,d = 0$ und $E\,r = E\,b$. Die Fig. 40 zeigt ein Ausführungsbeispiel für einen achtpoligen Motor. Die nicht gezeichnete Erregerwicklung soll so geschaltet sein, daß die Erregerflüsse für jeden Pol denselben Wert haben. Die in Reihe geschalteten Wicklungsabteilungen *s* der Arbeitswicklung sind durch Ausgleichsleitungen *a* an den Transformator *t* gelegt, wodurch erzwungen wird, daß die Wicklungsabteilungen *s* unabhängig vom Luftspalt des Motors die entsprechenden Spannungen am Transformator *t* annehmen.

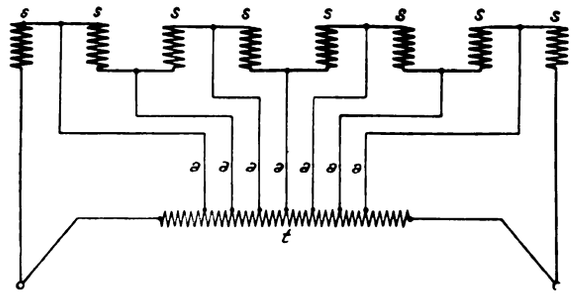


Fig. 40.

Werden die Wicklungsabteilungen dieses Transformators gleich groß gewählt und außerdem so im Transformator angeordnet, daß sie möglichst wenig Streuung aufweisen, so werden auch die Spannungen an den einzelnen Abteilungen der Arbeitswicklung und damit die den einzelnen Ankerzweigen zugeführten EMKe der Ruhe unter sich gleich sein.
(D. R. P. Nr. 274 334.)

Von Marius Latour in Paris rührt eine Schaltung zur Speisung des Läufers von Wechselstromkollektormotoren mit der vier- oder mehrfachen geraden Zahl der Phasen eines Wechselstromnetzes mit einem gewöhnlichen Transformator her. Zu jeder Primärwicklung des Transformators *A* (Fig. 41) gehören zwei gleiche Sekundärwicklungen *a* und *b*, die zusammen je vier Bürsten des Kollektors in Teilschritten von 150° speisen. Bei Dreiphasenstrom gelangt man zu zwölf Bürsten am Kollektor, die einer Speisung des Läufers mit zwölf Phasen entsprechen. Eine dreifache, vierfache usw. Unterteilung der Sekundärwicklungen ergibt sechsfache, achtfache usw. Phasenzahl. Der Endzweck der Vermehrung der Phasen ist, auf dem Umfang der Erregerwicklung die Zahl der Stellen zu vervielfachen, wo die Kommutation stattfindet, so daß die Reaktanzspannung sich entsprechend vermindert.
(D. R. P. Nr. 270 332.)

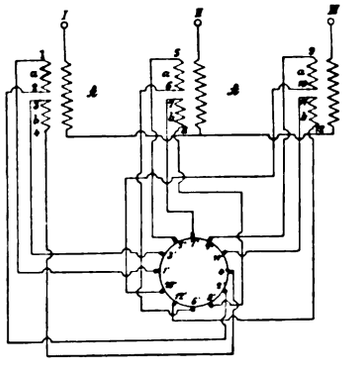


Fig. 41.

(Schluß folgt.)

Vereins-Nachrichten.

Hilfs- und Fürsorgeaktion des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

In Ergänzung der in Heft 43 44, Seite 812, abgedruckten Liste verzeichnen wir nachstehend die noch bis zum 12. November eingelaufenen Spenden im Betrage von K 416.—. Einschließlich der bereits ausgewiesenen Summe von K 4054.— sind der Vereinsleitung für ihre Fürsorgeaktion nunmehr K 4470.— zugekommen. — Auf Seite XXXII des Anzeigenteiles dieses Heftes sind die Anzeigen betreffend die Stellenvermittlung enthalten.

3. Verzeichnis der Spender. Osramlampen-Ges. m. b. H., Wien; Professor Karl Zickler, Brünn; Hofrat Dr. Ludwig Kusminsky, Wien; Ludwig Lohner, k. u. k. Hofwagen- und Automobil-Fabrikant, Wien; Franz Scheithauer, Einj. Freiw. d. R., Pola; A. Freissler, Ingenieur, Wien; Ignaz Spiro und Söhne, Krumau; Ing. Alfred Roth, Wien; Oberbaurat Ing. Ed. Scheichl, Wien; Städt. Elektrizitätswerk, Brünn; J. Voith, Maschinenfabrik, St. Pölten; Direktor Max Müller, Budweis; Anton Schreil, Groß-Siehdichfür; Fritz Thalhofer, Berndorf; Anton Vogl, Göding; Ing. Moriz Jesser, Ober-Inspektor der Südbahn, Wien; Ing. Hans Giebitz, Přibram; Josef Röhlich, Gablonz.

Schluß der Redaktion am 9. November 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie **Redaktion, Administration** und **Expedition** der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804 423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der **Jahresbeitrag** beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige **Eintrittsgebühr** beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. **Bezugspreise:** Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die **Bezugspreise** sind im **vorhinein** zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelnhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro *mm* Höhe und Spalte (45 *mm* Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Einzel- oder Gruppenantrieb? Von Karl Loß 829
Die elektrische Bahn Wien—Preßburg. Von Dr. Ing. E. E. Seefehlner, Wien (Schluß) . . . 830
XI. Generalversammlung der Vereinigung österreichischer und ungarischer Elektrizitätswerke 837
Rundschau:
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 839
Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 839
Dynamomaschinen, Transformatoren 840
Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 840
Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 841
Leitungen 841
Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 842
Funkentelegraphie und -Telephonie 842
Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie 842
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 842
Strahlungslehre 843
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues: Elektromaschinenbau (Schluß) 843
Vereinsnachrichten 844
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *489—492*

Von nun ab erscheint die Zeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau" bis auf weiteres wieder wöchentlich.

Einzel- oder Gruppenantrieb?

Von **Karl Loß.**

Die Beantwortung der Frage nach der größten Wirtschaftlichkeit des Antriebes einer Arbeitsmaschine ist heute bei der Wahl der verschiedenen Antriebsarten wohl diejenige, welche entscheidend ist.

Zur genauen Bestimmung der ausschlaggebenden Größen ist es notwendig, jene veränderlichen und konstanten Faktoren kennen zu lernen, welche sowohl bei Einzel- als auch bei Gruppenantrieb die Wirtschaftlichkeit beeinflussen, damit für jeden speziellen Fall ein Kompromiß geschlossen werden kann.

Wir entwickeln deshalb unsere Untersuchungen nach dem Energiebedarf des Antriebes bei Einzel- bezw. Gruppenantrieb, berücksichtigen den Einfluß der Betriebszeit der betreffenden Arbeitsmaschinen und des Antriebes und bestimmen den Wirkungsgrad des Einzel- und Gruppenantriebes.

Für n-Arbeitsmaschinen, welche pro Jahresschichte gleiche Benutzungsdauer und gleichen Energiebedarf haben, können wir folgende Beziehungen aufstellen; bezeichnet

L_a den Energiebedarf der Maschine in Watt bei normaler Leistung;
t_a die Zeit, in welcher die Maschine im Betriebe ist, in Stunden,
L_e den Eigenverbrauch des Motors bei Einzelantrieb;
L_e' den Eigenverbrauch des Motors bei Gruppenantrieb;
L_t den Energiebedarf der Transmission in Watt, dann beträgt der Energiebedarf für die Arbeitsmaschinen und Antrieb bei Einzelantrieb:

$$\{n\,(L_a + L_e)\}\,t_a \text{ Wattstunden} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

und bei Gruppenantrieb:

$$(n\,L_a + L_e' + L_t)\,t_a \text{ Wattstunden} \quad . \quad . \quad . \quad 2).$$

Der Energiebedarf beider Antriebsarten wird gleich groß sein, wenn:

$$n\,L_e = L_e' + L_t,$$

das heißt, wenn bei Einzelantrieb der Eigenverbrauch der Motoren gleich groß ist wie der Eigenverbrauch des Gruppenmotors und der Energiebedarf der Transmission.

Berücksichtigen wir, daß bei Einzelantrieb die Ausschaltung des Motors mit dem Abstellen der Maschine erfolgt, während bei Gruppenantrieb dies nur der Fall ist, wenn sämtliche Arbeitsmaschinen außer Betrieb sind und bezeichnen wir die Betriebszeit des Antriebes bei Einzelantrieb mit $\sum_1^n t_a'$ und bei Gruppenantrieb mit $\sum_1^n t_a''$, dann erhalten wir den Energiebedarf für Arbeitsmaschine und Antrieb:

$$[n\,(L_a + L_e)] \sum_1^n t' \text{ bei Einzelantrieb} \quad . \quad . \quad 3)$$

und

$$n\,L_a \sum_1^n t' + (L_e' + L_t) \sum_1^n t'' \text{ bei Gruppenantrieb} \quad . \quad 4)$$

unter Berücksichtigung der verschiedenen Betriebszeiten. Beide Antriebsarten weisen gleichen Energiebedarf auf, wenn

$$n\,L_e \sum_1^n t' = (L_e' + L_t) \sum_1^n t'' \text{ Wattstunden} \quad . \quad . \quad 5).$$

Nehmen wir noch an, daß nicht alle Maschinen gleichen Energiebedarf haben, dann wird auch, je nach der Größe der Antriebsmotoren, der Eigenverbrauch

Digitized by Google

verschieden sein und für n-Maschinen $\sum_1^n L_e$ Watt betragen; unsere Gleichung 5) lautet dann:

$$\sum_1^n L_e \sum_1^n t' = (L_e' + L_t) \sum_1^n t'' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6).$$

In Gleichung 6) sind nunmehr für den Energiebedarf des Antriebes sämtliche variablen Größen berücksichtigt, welche während des Betriebes ausschlaggebend werden können.

Bezeichnen wir bei Einzelantrieb die Investitionskosten für die Motoren und Zubehör usw. mit K_e und bei Gruppenantrieb mit K_g und müssen jährlich $p^0/_0$ verzinst und amortisiert werden, so betragen bei einem Strompreis von h Heller pro kWh die jährlichen Kosten für den Antrieb bei Einzelantrieb:

$$\frac{p^0/_0 (K_e) + \sum_1^n L_e \sum_1^n t' h}{1000} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7)$$

und bei Gruppenantrieb:

$$\frac{p^0/_0 (K_g) + \sum_1^n t'' (L_e' + L_t) h}{1000} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8).$$

Bezeichnen wir das Verhältnis des Energiebedarfes der Maschinen zu dem Energiebedarfe der Maschinen plus Eigenverbrauch der Motoren als Wirkungsgrad η, so erhalten wir bei Einzelantrieb entsprechend unseren früheren Bezeichnungen:

$$\eta_{ie} = \frac{\sum_1^n L_a \sum_1^n t'}{\sum_1^n L_a \sum_1^n t' + \sum_1^n L_e \sum_1^n t'}$$

und bei Gruppenantrieb:

$$\eta_{ig} = \frac{\sum_1^n L_a \sum_1^n t'}{\sum_1^n L_a \sum_1^n t' + (L_e' + L_t) \sum_1^n t''},$$

oder nach einigem Umformen:

$$\eta_{ie} = \frac{1}{1 + \frac{\sum_1^n L_e}{\sum_1^n L_a}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9)$$

$$\eta_{ig} = \frac{1}{1 + \frac{(L_e + L_t) \sum_1^n t''}{\sum_1^n L_a \sum_1^n t'}} \quad . \quad . \quad . \quad 10).$$

Aus Gleichung 9) und 10) ersehen wir, daß zur Bestimmung des Wirkungsgrades der besprochenen Antriebsarten bei Einzelantrieb — vorausgesetzt, daß der Antrieb nur während der Arbeitsperiode in Tätigkeit ist — die Kenntnis des Eigenverbrauches der Motoren und des Energiebedarfes der Maschinen genügt, während bei Gruppenantrieb der Eigenverbrauch des Motors und der Energiebedarf der Transmission während der Antriebszeit bekannt sein muß.

Für den Einzelantrieb gewisser Arbeitsmaschinen können nur Drehstrommotoren verwendet werden, während für andere Arbeitsmaschinen wieder Gleichstrommotoren vorteilhafter sind. Zu ersterem zum Beispiel Antriebe für Webstühle, für letztere Metallhobelmaschinen. Allgemein kann gesagt werden, daß für Maschinen, welche hohes Anzugsmoment erfordern und keine weitgehende Tourenregulierung notwendig ist, sind Drehstrommotoren günstiger und zum Einzelantrieb unter Umständen überhaupt nur zulässig; hingegen für Maschinen, welche weitgehende Tourenregulierung verlangen, sind Gleichstrommotoren vorzuziehen. Für größere Leistungen werden heute Drehstrom-Kollektormotoren gebaut, welche bei konstantem Drehmoment eine wirtschaftliche Tourenregulierung mit den übrigen Vorzügen der Drehstrommotoren vereinigen.

Wenn die eingangs aufgestellten Beziehungen für die allgemeine Beurteilung abgeleitet wurden, so ersieht man schon aus den einzelnen Resultaten, daß jeder Fall für sich genau untersucht werden muß. Es ist entschieden, daß bei vorhandenen Anlagen noch Fälle berücksichtigt werden müssen, welche bei Neuanlagen nicht in Betracht kommen; die baulichen Verhältnisse vorhandener Anlagen können möglicherweise Einzel- oder Gruppenantrieb derart beeinflussen, daß die Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitales wegen Änderung der Gebäude für eine Antriebsart so hoch zu stehen kommt, daß entweder die andere Antriebsart oder — was in den meisten Fällen eintritt — Einzel- und Gruppenantrieb in entsprechender Verteilung durchgeführt werden muß.

Übersicht.

Es werden die Beziehungen zwischen Einzel- und Gruppenantrieb von Arbeitsmaschinen hinsichtlich Wirtschaftlichkeit untersucht und kurz besprochen.

Die elektrische Bahn Wien—Preßburg.

Von Dr. Ing. E. E. Seefehlner, Wien.

(Schluß von Heft 45/46, Seite 821.)

Fernsprech-, Telegraph- und Signaleinrichtungen.

Die große Fahrgeschwindigkeit und verhältnismäßig bedeutende Verkehrsdichte auf eingeleisiger Bahn veranlaßte, erhöhte Sorgfalt der Einrichtung der Korrespondenzmittel zuzuwenden, insbesondere auch deshalb, weil diese ganz besonders vom Wechselstrombetrieb zu leiden pflegen.

Der letztere Umstand bewog, die Zuspannung der Betriebsleitungen auf dem staatlichen Gestänge ins Auge zu fassen, das abseits des Bahnkörpers geführt ist. Hieraus wären aber Kosten entstanden, die das Unternehmen nicht hätte auf sich nehmen können. Man entschloß sich daher, die Leitungen auf eigenem Gestänge auf Bahngrund zu verlegen.

Das Holzgestänge trägt zwei 3 mm Eisendrahtleitungen für den Telegraphen und vier Bronzeleitungen für das Telephon. Zwei Drähte von letzteren bedienen die Stationen, die zwei anderen sind für den Verkehr mit den Wächtern bestimmt, welche die Schranken bei den Straßenkreuzungen bedienen.

Die Sprechapparate in den Stationen können mittels Linienwähler wechselweise auf die Betriebslinie oder an eine der nach zwei Richtungen abgehenden Wächterleitungen geschaltet werden; zufolge dieser Anordnung kann auch auf der Wächterleitung über die ganze Strecke durchgesprochen werden.

Die Telephon- und Telegraphenapparate sind hochspannungssichere Typen. Anfangs haben sich namentlich beim Telephon arge Störungen gezeigt, sobald die Bahnstrecke im Betrieb war. Die statische Ladespannung der Leitung erreicht etwa 2000 V, welcher Spannung die Isolation der Armaturen, Anschlußklemmen, Mauerdurchführungen und insbesondere

Digitized by Google

der Wecker und Wechsel nicht gewachsen waren. Seitdem die Isolation dieser Bestandteile eine geeignete Durchbildung erfahren hat, ist der Sprechverkehr in allen Variationen ungestört, was umso bemerkenswerter ist, als die Leitungen in einer Ausdehnung von 50 km am Bahnkörper zur Fahrleitung parallel geführt sind und die kleinste Entfernung zwischen beiden oft nur 1·90 m beträgt.

Dieses vorzügliche Ergebnis wurde mit den einfachsten Mitteln erzielt; Erdungsspulen, Kondensatoren und ähnliche Wartung und Sorgfalt erforderliche Einrichtungen sind nicht vorhanden. Auf die systematische Durchführung der Kreuzungen der beiden Drähte einer Schleife wurde größte Sorgfalt verwendet, auch auf den tadellosen Zustand der Isolation. Die beiden Drähte einer Schleife sind auf einer horizontalen Stütze, also nicht, wie es Brauns empfiehlt, in einer um etwa 45° geneigten Ebene montiert; das Resultat ist nichtsdestoweniger befriedigend.

Störungen an den staatlichen Leitungen des von der Bahn durchzogenen Gebietes sind nicht gemeldet worden, wozu jedenfalls auch die sehr sorgfältige Ausbildung der Schienenrückleitung beiträgt. Zum Schutz gegen Blitzschläge ist nämlich auf den Mastspitzen eine Kupferleitung von 25 mm² in leitender Verbindung mit dem Mastkörper angebracht; alle Maste sind außerdem leitend mit den Schienen verbunden, diese wieder an zahlreichen Stellen mit in das Grundwasser reichenden Erdungen versehen. Es ist nur eine Schiene mit eingepreßten Stoßverbindungen ausgerüstet, die zweite Schiene mit der ersten in Entfernungen von je 1000 bis 2000 m mit Querverbindern verbunden.

Der bereits eingehend behandelte eigentümliche Charakter der drei Teilstrecken unserer Bahn stellt besondere Anforderungen an die Signaleinrichtungen im Stadtgebiet.

Im Wiener Stadtgebiet ist die Bahn mit Ausnahme kurzer Streckenteile eingeleisig; es mußte daher im Sinne der bestehenden eisenbahnbehördlichen Vorschriften nach dem System der „festen Kreuzungen" in den unbesetzten Ausweichen gefahren werden. Es ist unvermeidlich, daß im Fernverkehr mit Rücksicht auf Anschlüsse u. dgl. Verspätungen eintreten. Da der Straßenbahn- und Fernverkehr ineinander geschachtelt sind, würde jede solche Verspätung den Verkehr empfindlich stören. Es mußte daher ein Signalsystem ins Auge gefaßt werden, welches, ohne ein besonderes Personal zur Bedienung zu erfordern, mit den geringen zu dem Zweck zur Verfügung stehenden Mitteln die ordentliche Abwicklung sichert.

Es wurde zu diesem Behufe das bei mehreren Straßenbahnen in Deutschland mit gutem Erfolg eingeführte Zugdeckungssystem*) versucht, welches nur eine eindrähtige Leitung erfordert und mittels durch den Stromabnehmer betätigten Relaislichtsignale auf „Halt" oder „Frei" stellt. Dieses System hat unter den obwaltenden Umständen — handelt es sich doch um eine Strecke von 12·5 km — kein befriedigendes Resultat ergeben. Störend war hauptsächlich der Umstand, daß, nachdem die Relais vom Fahrstrom betätigt werden, jede Stromunterbrechung das Auflösen aller Signale bewirkt. Bei kurzen Blockstrecken ist die Wahrscheinlichkeit, daß ein solcher Fall eintritt, an sich gering, andererseits kann durch Vorsicht des Personals eine Begegnung der Züge vermieden werden. Nicht so, wenn die Strecke lang ist. Auf die Selbsttätigkeit hat man daher verzichtet und die Betätigung der Signallampen nach der bekannten „Treppenhausschaltung" eingerichtet. Die Schalter in den Ausweichen werden vom Schaffner betätigt. In jeder Ausweiche befinden sich für jede abgehende Richtung ein Umschalter und eine Lampengruppe, die durch eine Drahtleitung mit einer zweiten, am anderen Ende des eingeleisigen Abschnittes befindlichen Lampengruppe und einem Umschalter in Reihe geschaltet sind. Die Umschalter, die keine „Aus"-Stellung haben, schließen die Lampen einmal an Erde, dann an die Oberleitung an.

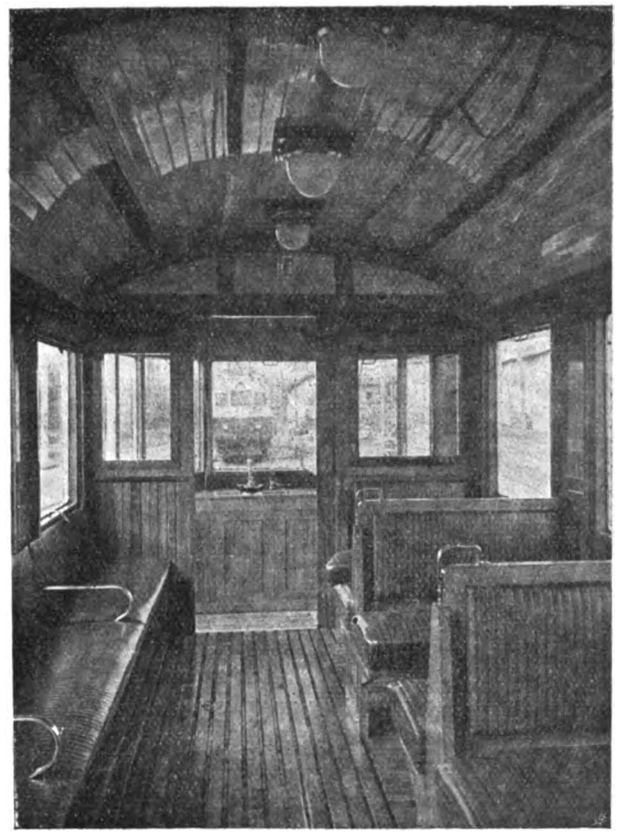


Fig. 11. Innenraum eines Motorwagens. Entwurf von Architekt Hofrat Otto Wagner.

Der Vorgang bei Ankunft eines Zuges in einer Ausweiche ist folgender: Der Schaffner findet die Lampen des eben verlassenen Abschnittes leuchtend; falls kein zweiter Teil angesagt ist, hat er den Schalter umzustellen: die Lampen erlöschen. Leuchtet die andere der einzuschlagenden Fahrtrichtung gehörigen Gruppe, sagt dies: Strecke besetzt, die Fahrt darf nicht fortgesetzt werden. Sind die Lampen dunkel, ist die Strecke frei; der Zug braucht, sofern seine fahrplanmäßige Abfahrtszeit eintritt, nicht weiter zu warten, selbst wenn eine Kreuzung stattfinden sollte. Der Zugführer blockiert durch Betätigung des Umschalters die zu befahrende Strecke. Über die erfolgte Sperrung der Strecke gibt ihm das Leuchten der Lampen nach dem Umschalten Aufschluß.

Dieses einfache System hat sich in dem mehr als halbjährigen Betrieb als unbedingt sicher erwiesen; bei behördlichen Proben hat sich gezeigt, daß selbst fahrplanlos abgelassene, nicht angesagte Züge den Verkehr nicht zu stören vermögen.

*) Siehe E. K. B. 1914, Heft 18.

Digitized by Google

Die Fahrbetriebsmittel.

Für den Lokalverkehr sind zehn Stück zweiachsige Motorwagen, ausgerüstet mit zwei je 65pferdigen Motoren, Fassungsraum 28 Sitzplätze und 9 Stück in der Ausführung ganz identische Anhängewagen angeschafft worden.

Fig. 12. Innenraum eines Wagens III. Klasse. Entwurf von Architekt Hofrat Otto Wagner.

Die elektrische Ausrüstung und die Mechanik der Wagen bietet nichts Erwähnenswertes; dagegen verdient Beachtung, daß zum erstenmal in Österreich auf Anregung des niederösterreichischen Eisenbahnreferenten Professor Josef Sturm die architektonische Ausgestaltung der Wagen einem fachkundigen Künstler anvertraut wurde. Die Bauformen der Innen- und Außenverkleidung, Farbenzusammenstellung, die Formgebung der Sitze, Wahl der Holzsorten, loben in dem bekannten Architekten Hofrat Otto Wagner ihren Meister. Die Fig. 11 und 12 lassen die harmonische, den technischen Eigenschaften der verwendeten Materialien Rechnung tragende Ausgestaltung des Wageninnern erkennen.

Zur Beförderung der Fern- und Güterzüge zwischen Wien und Schwechat sind vier Stück zweiachsige Gleichstromlokomotiven (Fig. 13) angeschafft worden; weitere zwei vierachsige Lokomotiven befinden sich im Bau.

Die Lokomotiven sind 24 t schwer, entwickeln bei der Stundenleistung von insgesamt 200 *PS* eine Zugkraft von 3300 kg. sind somit imstande, Züge von 75 t Anhängelast zu befördern.

Die zweiachsigen Maschinen haben einen Radstand von 3·6 m und freie Lenkachsen. Die elektrische Ausrüstung stimmt überein ganz mit den üblichen Straßenbahnausrüstungen. Zu erwähnen ist, daß die Lokomotiven für Vakuumbremsung eingerichtet sind und die in den beiden Vorbauten untergebrachte Batterie bei 280 *V* eine Kapazität von 89 Amperestunden besitzt, die für den Dienst in der Station Groß-Schwechat für einen ganzen Tag ausreicht.

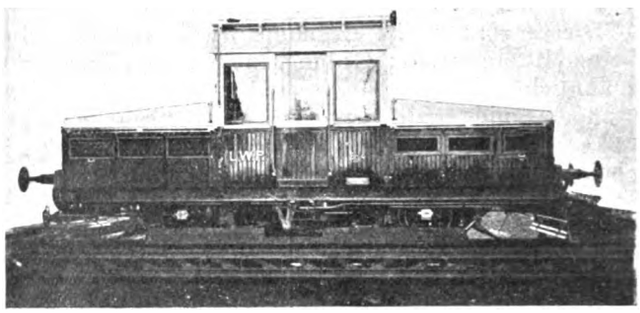


Fig. 13. 200 *PS*-Gleichstromlokomotive.

Die beschriebene Kombination, den zwecks Erhöhung des Triebgewichtes nötigen Ballast durch die Batterie zu ersetzen, hat sich für den Betrieb als außerordentlich wertvoll erwiesen. Die Freizügigkeit dieser Maschinen macht sie für Aufgaben geeignet, die ursprünglich gar nicht beabsichtigt waren. In dieser Hinsicht ist zu beachten, daß in der Station Schwechat außer Geleisen, die nur für Dampfzüge bestimmt waren, daher mit keiner Oberleitung ausgerüstet sind, noch Geleise mit Wechselstrom und solche mit Gleichstrom vorhanden sind.

Für den Fernverkehr sind 14 Stück vierachsige Personenanhängewagen vorhanden; weitere 10 Stück befinden sich im Bau. Die Wagen (Fig. 14) haben eine Kastenlänge von 12 745 mm und fassen, sofern keine Abteile für Gepäck, Post und Klosett vorhanden sind, 61 Sitzplätze, und zwar 43 dritter und 18 zweiter Klasse. Insgesamt 9 Wagen haben jedoch ein Dienstabteil und Klosett; die Fig. 15 enthält alle wissenswerte Angaben wagenbautechnischer Art.

Die Heizung und Beleuchtung ist elektrisch. Der Betrieb mit Gleichstrom und Wechselstrom erforderte besondere Vorkehrungen.

Jeder Beleuchtungskörper enthält Glühlampen für 100 *V*, die zu sechs in Reihe geschaltet, auf den Gleichstromstrecken brennen, außerdem 20 *V*-Lampen für die Wechselstromstrecke. Die 100 *V*-Lampen sind außer-

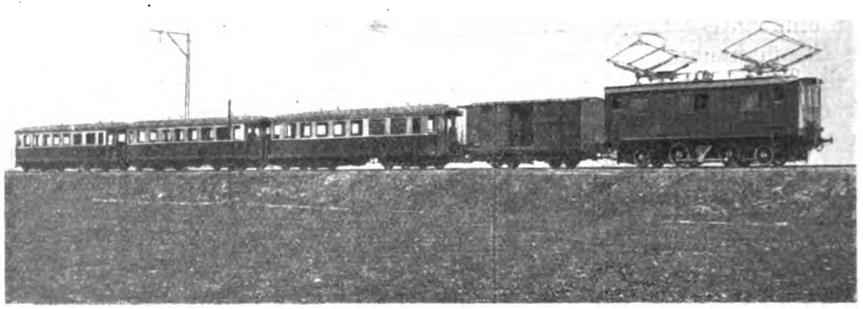


Fig. 14. Personenzug mit einer 750 *PS*-Lokomotive.

Digitized by Google

dem auch in Reihen zu dritt schaltbar für Akkumulatorenbetrieb.

Die hiezu nötigen Leitungen sind zu gemeinsamen Schaltern und Kupplungen geführt, die derartig eingerichtet sind, daß, wenn die Züge von einer Gleichstromlokomotive gezogen werden, nur die richtige Lampenreihe eingeschaltet werden kann; ebenso bei Wechselstrombetrieb.

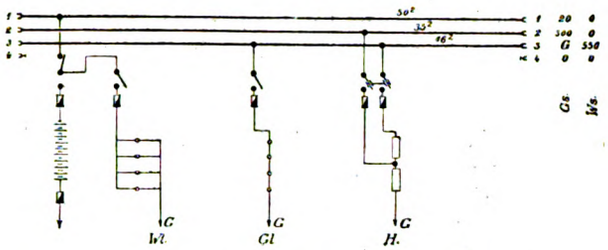


Fig. 15. Schema zur Zugbeleuchtungs- usw. Einrichtung.

Die Heizung arbeitet bei Wechselstrom mit 300, bei Gleichstrom mit 600 *V*; die erforderliche Gruppenschaltung wird selbsttätig mit der auch den Lichtstrom führenden Kupplung bewirkt. Trotz der Vielfachheit der Betriebsarten sind die Einrichtungen nicht umständlich, wofür schon die Tatsache spricht, daß nur drei Leitungen zu kuppeln sind.

Um zu vermeiden, daß beim Abkuppeln der Lokomotiven die Züge lichtlos sind, führt jeder Wagen eine kleine Reservebatterie mit, die auf die 20 *V*-Lampen geschaltet werden kann und auch bei eventuellen Leitungsstörungen als Reserve dient.

Es war naheliegend, die Wagen mit einer Zugbeleuchtung mittels Achsdynamo auszurüsten; hierauf mußte aber verzichtet werden, weil einerseits die Kosten und das Gewicht erheblich höher wären, andererseits mangels an Erfahrungen mit derartigen Einrichtungen in den Geschwindigkeitsgrenzen von 12 bis 75 km/Std. das Auslangen der normalen für Raddurchmesser von 1000 mm, statt wie hier 800 mm, entwickelten Einrichtungen zweifelhaft schien. Der Schaltplan der Licht- und Heizeinrichtung der Personenwagen ist in Fig. 15 dargestellt.

Den Güterverkehr besorgen drei 1—C-Lokomotiven von 800 *PS* Stundenleistung, derjenigen Type, von welcher für die Mittenwaldbahn neun Stück geliefert wurden und die seit Oktober 1912 mit vollem Erfolg in Betrieb stehen; diese Lokomotiven sind aus

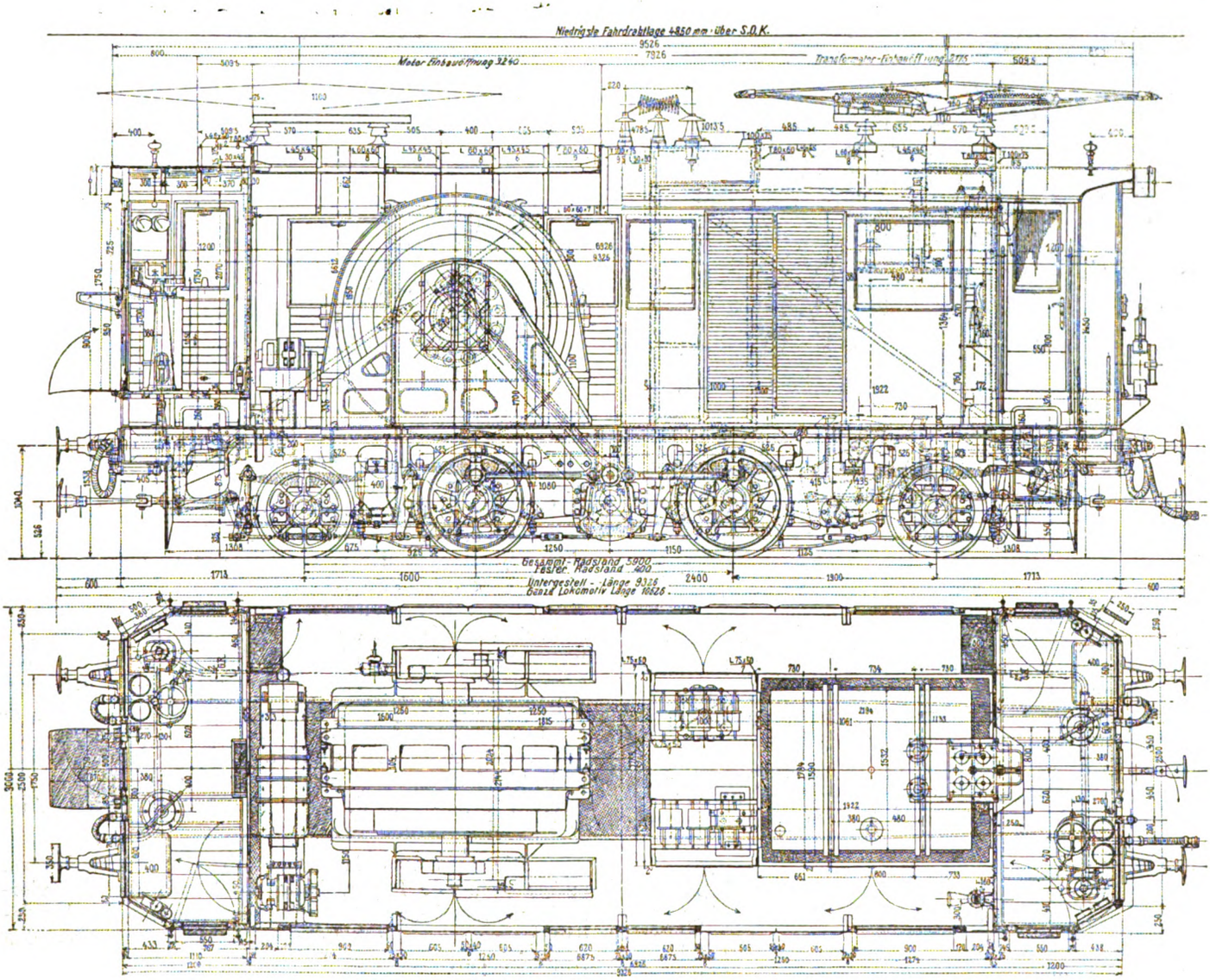


Fig. 16. 750 *PS*-Personenzugslokomotive.

Digitized by Google

früheren Veröffentlichungen bekannt*), kann daher von einer neuerlichen Beschreibung Abstand genommen werden.

Für den Personenverkehr dienen sechs Stück 1—B—1-Lokomotiven von 750 *PS* Dauerleistung bei 60 km/Std.; eine siebente Maschine ist im Bau.

In der Mechanik und der elektrischen Ausrüstung dieser Type war man bemüht, alle Erfahrungen, die im Bau elektrischer Vollbahnlokomotiven bislang gemacht wurden, zu verwerten.

Der direkte Antrieb mittels Parallelkurbelgetriebe und Blindwelle wurde gewählt, weil bei der in Betracht kommenden normalen Geschwindigkeitszone von 50 bis 70 km/Std. durch Verwendung eines Zahnradgetriebes kein oder kein nennenswerter Gewichtsvorteil zu erzielen ist. In bezug auf die Stromökonomie beim Anfahren lassen sich unter den obwaltenden Verhältnissen

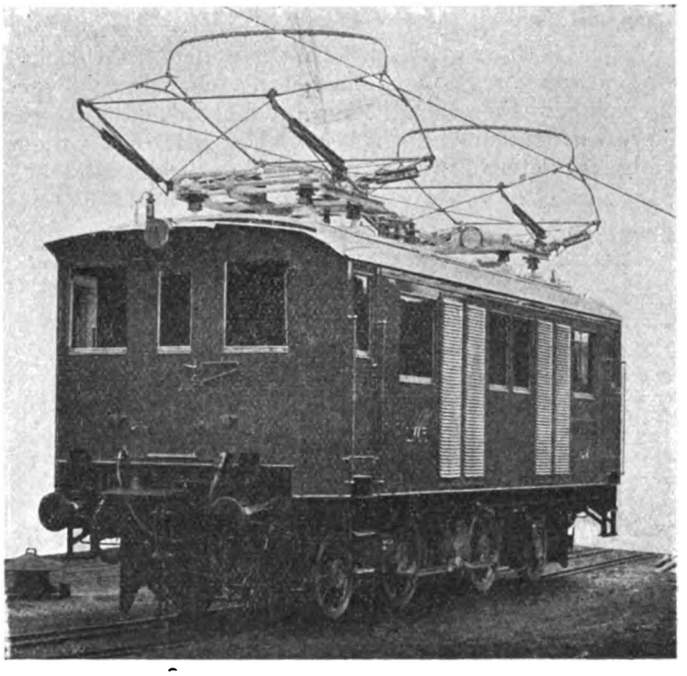


Fig. 17. 750 *PS*-Personenzugslokomotive.

durch geeignete Wahl des Motorsystems und des Schaltplanes auch ohne Zahnradübersetzung befriedigende Ergebnisse herbeiführen. Diesbezüglich sei schon hier, der eingehenden Behandlung der elektrischen Ausrüstung vorgreifend, erwähnt, daß der Motor die durch das Triebgewicht von 28 t begrenzte Höchstzugkraft von 7000 kg am Radumfang bei einer Stromaufnahme von 30 *A* bei 15000 *V* zu entwickeln vermag. Für ein aufgenommenes Kilovoltampere ist die Lokomotiv imstande, ein Drehmoment von 8 mkg auszuüben, gegen 13·7 der 2000 *PS*-Lötschberglokomotive, die für 50 km/Std. normale Geschwindigkeit gebaut ist.

Die Lokomotiven (Fig. 16 u. 17), die mit normaler Zug- und Stoßvorrichtung, außerdem Zentralpuffer ausgerüstet sind, weisen folgende Hauptabmessungen auf:

Schema	1—B—1
Triebraddurchmesser	1034 mm
Laufraddurchmesser	870 „
Kurbelkreisdurchmesser	480 „
Länge über Puffer	10526 „
Fester Radstand	4000 „
Totaler Radstand	5900 mm
Triebachsdruck	14 t
Triebgewicht	28 t
Dienstgewicht	53·3 t
Gewicht des elektrischen Teiles	26·2 t
Gewicht des Motors inklusive Welle und Lager	11·8 t

*) E. u. M. 1913, S. 381 ff.

Der mechanische Teil der Lokomotiven ist von der Grazer Waggon- und Maschinenfabriks-A.-G. in Graz nach Angaben und unter Mitwirkung der AEG.-Union Elektrizitätsgesellschaft in Wien entworfen und in den Werkstätten der ersteren gebaut worden.

Das Triebwerk ist einebenig, die Kuppelstangen sind in Augen der unter 45° geneigten Triebstange eingehängt; die von der Federung der Triebachsen zugelassenen Relativbewegungen der Triebachsen gegen die Blindwelle werden von diesen Scharnieren aufgenommen.

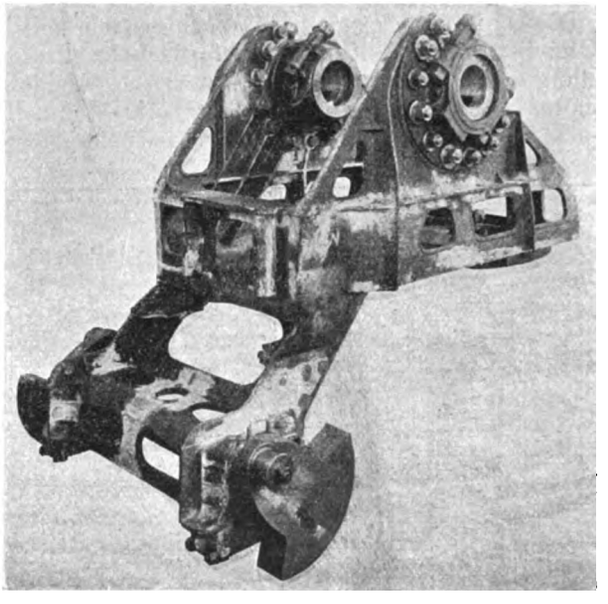


Fig. 18. Lagerbock für den Lokomotivmotor und die Blindwelle.

Die Triebachsen sind im Rahmen unverschiebbar gelagert; die Blindwelle dagegen ist nicht direkt im Rahmen, der aus 20 mm Blechen besteht, sondern in einem mit dem Rahmen fest verschraubten Stahlgußbock (Fig. 18) gelagert, der seinerseits wieder die Motorlager und das Statorgehäuse trägt. Die starre Verbindung von Motor und Blindwelle ist durch diese Anordnung gesichert; alle Kräfte, die im Parallelkurbelgetriebe auftreten, werden von diesem Körper aufgenommen und können auf den übrigen Lokomotivrahmen keinerlei Wirkung ausüben. Die eine Laufachse ist fest gelagert, die zweite als Adamsachse mit einem Seitenspiel von beiderseits 45 mm ausgebildet. Die erste Laufachse und erste Triebachse ist einzeln gefedert; die Federn der zweiten Trieb- und der Adamsachse sind mittels Ausgleichshebel verbunden.

Die Blindwelle ist hohl, die Kurbeln sind warm aufgezogen. Die Lagerschalen der Blindwelle sind vierteilig und mit Komposition ausgegossen, der Anker hat dagegen Bronzelager mit Labyrinthdichtungen gegen den Ankerkörper.

Das Maschinenhaus ist zur Vermeidung von Vibration sehr kräftig gebaut, insbesondere ist das Dach

Digitized by Google

durch die Tonnenform sehr widerstandsfähig. Auf eine wirksame Erneuerung der Luft im Maschinenraum ist durch reichliche Seitenventilation und Luftkanäle in der Längsrichtung gesorgt; zu diesem Zweck sind auch die Türen der Führerkabinen geschickt kombiniert worden. Die Führerkabinen sind gegen den Maschinenraum durch schalldämpfende Wände abgeschlossen.

Die Lokomotiven sind für automatische Vakuumbremsung eingerichtet; zu diesem Behufe ist eine Luftsaugepumpe vorgesehen, die vom Führerstand mittels eines Bremsschieberkontrollers betätigt wird.

Die zur Bedienung der Stromabnehmer, der Signalpfeife und des Sandstreuers nötige Druckluft liefert ein mit selbsttätiger Anlaß- und Abstellvorrichtung ausgerüsteter Motorkompressor.

Von der elektrischen Ausrüstung hat das Schalt- und Motorsystem besonderes Interesse; die übrigen Einrichtungen des Hochspannungsstromlaufes, Schutz gegen Berührung von Hochspannung führenden Teilen übereinstimmen mit den bei der Mittenwaldbahn-Lokomotiven angewendeten Anordnungen, können als bekannt angenommen werden.

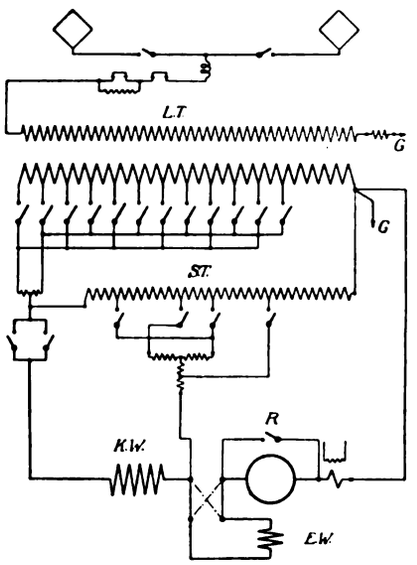


Fig. 19. Schaltplan der Personenzugslokomotive.

Im Hinblick auf die widerstreitenden Anschauungen, welches Transformatorsystem vorzuziehen wäre, sei erwähnt, daß die AEG-Union Elektrizitäts-Gesellschaft auch in diesem Falle an der ölgekühlten Type festgehalten hat. Das Gehäuse hat Kühlrippen, ansonsten sind keine besonderen Vorkehrungen zur Herabsetzung der Temperatur vorhanden.

Der Schaltplan (Fig. 19) läßt die für die Geschwindigkeitsregelung angewendeten Grundsätze erkennen. Die Niederspannungswicklung des Transformators ist mit zwölf Anzapfungen versehen, die den Motor mit Spannungen von 126 bis 515 *V* speisen. Außer dieser Gesamtspannung, die an den Motorklemmen liegt, dient zur Erzielung einer bestimmten Aufteilung dieser Spannungen zwischen Rotor und Stator ein Spannungsteiler mit vier Anzapfungen. Letztere führen stets an das dem Rotor zu liegende Ende der Arbeitswicklung des Stators. Bei Stillstand ist der Anker kurzgeschlossen, der Stator bekommt die volle Spannung. Die Energieumformung erfolgt durch Induktion, ganz wie bei einem Repulsionsmotor. In der nächsten Geschwindigkeitsstufe, nachdem etwa 18 km erreicht sind, wird der Kurzschluß aufgelöst und dem Stator durch den Spannungsteiler nur mehr 57% der Gesamtspannung angelegt. Im Einklang mit der Geschwindigkeitszunahme wird die Statorspannung schrittweise auf 17·5% herabgesetzt, demzufolge wird nur mehr ein geringer Teil der zugeführten elektrischen Leistung durch Induktion in mechanische umgeformt. Dem Stator obliegt in der Hauptsache nur mehr die Felderzeugung, der Rotor bekommt die elektrische Energie zugeführt und formt diese in mechanische um, ganz so wie dies beim Gleichstrom-Reihenschlußmotor der Fall ist.

Alle Schaltungen werden mittels eines Meister-Kontrollers, der nur ganz schwache Ströme bei 300 *V* zu schalten hat, vorgenommen. Der Kontroller hat eine Kurbel für die Spannungsstufen und einen Hebel für den Fahrtrichtungswechsel und die Geschwindigkeits- bezw. Erregerstufen.

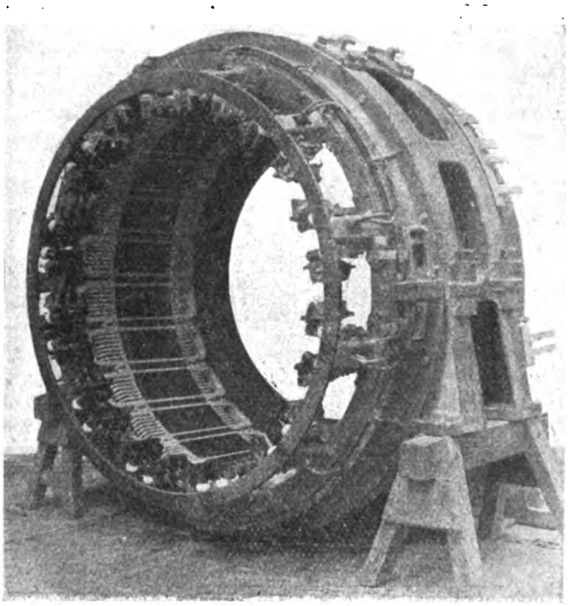


Fig. 20. Ständer des 750 *PS*-Lokomotivmotors.

Die Motorströme schalten Schütze nach dem bekannten System der AEG., nur der Fahrtwender wird elektropneumatisch betätigt. Die Lokomotiven sind für Vielfachsteuerung eingerichtet.

Das beschriebene Schalt- und Motorprinzip der doppelten Speisung hat sich, wie dies am besten aus den Betriebsergebnissen zu entnehmen ist, ganz vorzüglich bewährt und kann füglich gesagt werden, daß selbst ein moderner Gleichstrommotor den gestellten Anforderungen in bezug auf die Kommutierung nicht besser entsprechen hätte können. Daß hingegen ein Gleichstrommotor nicht die eben beschriebene Anpassungsfähigkeit in der Geschwindigkeitsregelung besitzt, bedarf keines besonderen Nachweises.

Die sechs Lokomotiven haben in 201 Betriebstagen, von welchen die Ergebnisse vorliegen, 204 348 Zugkilometer geleistet, wobei die im zweimonatlichen Probebetrieb und die im Rangierdienst vollbrachten Leistungen nicht gezählt sind.

In dieser Zeit sind 407 Kohlenbürsten wegen vorzeitigen Bruches ausgewechselt worden, das heißt nach je 503 gefahrenen Kilometern ein Stück, somit täglich zwei (!) Stück im ganzen Betrieb. Der bisher vollbrachten Leistung entspricht eine mittlere Verkehrs-

Digitized by Google

leistung von 61 000 km für eine Lokomotive in einem Betriebsjahr.

Ein Motor hat 72 Kohlen, somit hält ein Satz etwa 7 Monate vor. Wenn man bedenkt, daß es sich um einen ganz neuen Betrieb handelt, in welchem Erfahrungen erst gesammelt werden, muß dieses Ergebnis als ein sehr befriedigendes bezeichnet werden.

Die Ergebnisse der letzten Monate stellen aber noch viel bessere Erfolge für die Zukunft in Aussicht, denn der Kohlenbruch wird verhältnismäßig weniger. Es ist zu hoffen, daß der Verschleiß durch Bruch mit der Zeit — vereinzelte Fälle ausgenommen — ganz verschwindet und für den Verbrauch nur die Abnutzung maßgebend sein wird. Die betriebsmäßige Abnutzung der Kohlen ist systematisch beobachtet worden; sie beträgt für das Millimeter 5000 Lokomotivkilometer. Die Kohlen lassen reichlich 30 mm Abnutzung zu, woraus sich für die Bürsten eine Lebensdauer von 150 000 km errechnet.

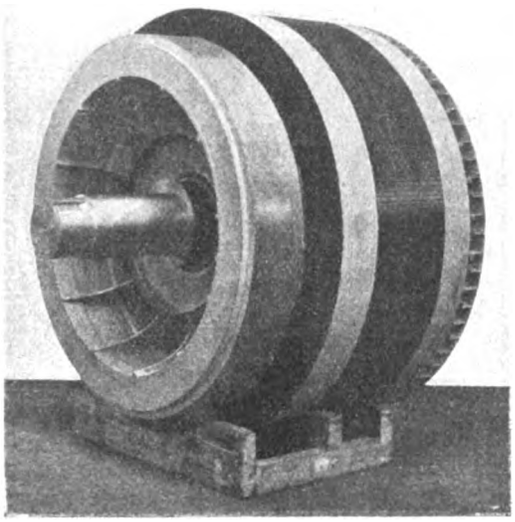


Fig. 21. Läufer des 750 *PS*-Lokomotivmotors.

Wie bereits eingangs angedeutet, sind diese Resultate nicht etwa durch Schonung der Lokomotiven begünstigt worden; im Gegenteil, die Lokomotiven, die durchschnittlich über 5000 km im Monat leisten, haben Höchstleistungen von 10 000 km im Monat mit ständig stark überlasteten Zügen zu vollbringen gehabt.

Diese Ergebnisse dürften für diejenigen von Interesse sein, deren Gegnerschaft gegen die elektrischen Lokomotiven im allgemeinen und gegen das Wechselstromsystem im besonderen auf dem Kollektorapparat als Fehlerquelle beruht.

Neben dem Kollektor wendet sich bei direkt angetriebenen Maschinen der Blindwelle als besonders heiklem Organ die Aufmerksamkeit zu. Auch diesbezüglich kann berichtet werden, daß im ganzen zwei Heißläufer ohne Belang vorgekommen sind, und zwar aus Ursachen, die mit der Blindwelle als solcher nichts zu tun haben. Es ist zu beachten, daß unsere Bahn dauernd neben einer stark von Automobilen befahrenen, staubigen Reichsstraße führt, was in der Wartung aller reibenden Bestandteile große Sorgfalt bedingt. Wie schwer es ist, diesem Übelstand Herr zu werden, erhellt daraus, daß auch bei den Laufachsen, die nach altbewährten Normalien ausgeführt sind, vereinzelt Heißläufer vorgekommen sind.

Abschließend muß noch über den Motor, der direkt ohne Zwischenschaltung eines elastischen oder nachgiebigen Organs die Blindwelle antreibt, einiges gesagt werden.

Der Motor (Fig. 20 und 21) hat 24 Pole, ebensoviel Bürstenspindel mit je drei Kohlen. Dank der beschriebenen Schaltmöglichkeit leistet der Motor 750 *PS* bei 200 Touren, das sind 39 km/Std. eine Stunde lang oder ebenfalls 750 *PS* bei 300 Touren bei 58·5 km/Std. dauernd. Bei 200 Touren leistet der Motor ebenfalls dauernd noch 530 *PS*; schließlich bei nur 160 Touren 600 *PS* während einer Stunde. Alles innerhalb der von den Verbandsvorschriften festgesetzten Temperaturgrenze. Diese außerordentliche Elastizität, die innerhalb eines guten, zwischen 86 und 90% schwankenden Nutzeffekt erzielt wird, ist für die Stromwirtschaftlichkeit, insbesondere bei dem vielfach wechselnden Gelände der Wien—Preßburger Bahn von größter Wichtigkeit. Nur durch diese Elastizität des Motors wird es möglich, ohne die vorläufig zulässige Geschwindigkeitsgrenze von 60 km/St. zu überschreiten, bei den Schnellzügen einschließlich dreimaligem Halt und eingeschalteter Langsamfahrstrecken eine Fahrzeit von rund einer Stunde über 50 km zu erzielen. Sobald die Fahrgeschwindigkeit von 70 km/Std. als Höchstgrenze von den Behörden zugelassen sein wird, wird eine weitere Herabsetzung der Fahrzeit möglich sein, da die Lokomotiven trotz Überlast bis jetzt niemals die erlaubte Erwärmungsgrenze erreicht haben.

Die gesamte elektrische Ausrüstung einschließlich Bremsantrieb wiegt 26 200 kg, wovon auf den Motor 11·8 *t* entfallen. Der Motor entwickelt bei der Stundenleistung ein Drehmoment von 2860 mkg, das Gewicht für das mkg beträgt somit nur 4·13 kg. Zum Vergleich diene die bekannte 2 × 2000 *PS* Pennsylvania-Lokomotive, die bei 4825 mkg Stundendrehmoment pro Motor für ein mkg 4·03 kg schwer ist. Trotz 2·5fache Leistung läßt der Gleichstrom keinen Vorteil erzielen, wobei noch hervorzuheben ist, daß der Pennsylvaniamotor eine künstliche Kühleinrichtung besitzt, der Wien-Preßburger Motor jedoch nur mit Eigenventilation ausgerüstet ist.

* * *

Die gesamte elektrisch-maschinelle Einrichtung ist von der AEG.-Union Elektrizitäts-Gesellschaft in Wien entworfen und ausgeführt worden. An der Lieferung der Fahrbetriebsmittel waren beteiligt die Firmen

Wiener Lokomotiv-Fabriks-A. G. in Wien XXI.
Staudinger Waggonfabrik in Stauding.
Ringhoffer-Werke A. G. in Smichow.
Grazer Waggon- und Maschinenfabriks-A. G. in Graz.

Die letztere verdient besonders anerkennenswerte Erwähnung, weil sie beim Entwurf und Bau der Mechanik der Personenzugslokomotiven Bestes geleistet hat.

Den Betrieb führen mit großem Interesse für die elektrische Zugförderung die Niederösterreichischen Landesbahnen, die ganz im Geiste ihres Oberhauptes des Eisenbahnreferenten Professor Josef Sturm die Baufirma mit Rat und Tat stets wohlwollend unterstützt haben, wofür ihnen auch hier der Dank abgestattet sei.

Digitized by Google

XI. Generalversammlung der Vereinigung österreichischer und ungarischer Elektrizitätswerke.

Die diesjährige Generalversammlung der Vereinigung fand am 7. bis 11. Juni in Krakau statt. Die Vereinigung zählt 113 Mitglieder.

Aus dem Bericht über den Geschäftsgang im abgelaufenen Jahr ist folgendes mitzuteilen.

Die Fragehefte für die Statistik des Betriebsjahres 1913 werden nach dem Muster der deutschen Vereinigung angelegt und mit einigen Punkten erweitert. Es wird beschlossen, daß sich die Vereinigung an der Ausarbeitung der vom Elektrotechnischen Verein in Wien in Angelegenheit der Statistik der Starkstromunfälle in Österreich aufgestellten Fragebögen beteiligt.

Die Generalversammlung stimmte im Prinzip der geplanten Organisationsänderung zu, derzufolge in Österreich eine „Vereinigung österreichischer und ungarischer Elektrizitätswerke" mit dem Sitze in Wien auf Grund der alten Statuten belassen und in Ungarn eine „Vereinigung ungarischer und österreichischer Elektrizitätswerke" mit dem Sitze in Budapest mit den gleichen Statuten ins Leben gerufen wird. Die Mitglieder der einen Vereinigung werden außerordentliche Mitglieder der anderen; die ungarische Vereinigung zahlt der österreichischen, der die Hauptleitung obliegt, für jedes frühere Mitglied 50% und für ein neu hinzutretendes 25% des Mitgliedsbeitrages.

Die Bildung einer galizischen Provinzvereinigung, an der 12 Werke teilnehmen, wird von der Versammlung zur Kenntnis genommen.

Direktor Hartmann bespricht die Fehler und Mängel des neuen Entwurfes eines Elektrizitätswegegesetzes*) und die Versammlung beschließt, die Beratung darüber einem neu zu wählenden Wegerechtskomitee zu übertragen.

Direktor Kallir regt an, daß sich die Vereinigung an der Ausstattung der Sektion: „Elektrizitätserzeugung und Verteilung" der Fachgruppe „Elektrotechnik" des Technischen Museums für Industrie und Gewerbe beteilige.

Die Vereinigung hat auf der letzten Generalversammlung in Budapest ein Komitee für Brandschutzsicherungen bei Hochspannungsölschaltern eingesetzt, dessen Aufgabe es war, gemeinsam mit dem Verein Deutscher Elektrotechniker und dem Schweizer Elektrotechnischen Verein die einschlägigen Fragen zu lösen. Der letztgenannte Verein hat ein Programm für die anzustellenden Versuche an Ölschaltern aufgestellt. Auf Grund der gefundenen Resultate sollen dann später Hauptversuche mit 60000 *PS* angestellt werden. Da aber ein Zusammenarbeiten der beiden Komitees nicht angängig war, so hat die Vereinigung beschlossen, die Arbeiten des schweizerischen Komitees mit K 2000 zu unterstützen.

Die Regierung hat einen Entwurf betreffend die Konzessionierung elektrischer Gewerbe herausgegeben, in welchem laut § 5 die Genehmigung von elektrischen Betriebsanlagen auf Grund des in der Gewerbeordnung vorgeschriebenen Ediktalverfahrens zu erfolgen hat. Im Gegensatz zu dieser das elektrotechnische Gewerbe beengenden Bestimmung wird im Gasregulativ festgestellt, daß die Gasinstallateure nicht erst um eine Genehmigung und Konzessionierung anzusuchen haben, sondern daß eine einfache, ungestempelte Anzeige und nur auf auf speziellen Wunsch der Behörde die Vorlage einfacher Planparien zu erfolgen habe. Da aber kein Grund vorhanden ist, weshalb Gasanlagen günstiger zu behandeln sind als elektrotechnische, so beschließt die Vereinigung auf Antrag des Referenten Ober-Ing. Weiss eine diesbezügliche Eingabe an das Ministerium für öffentliche Arbeiten, daß an Stelle des § 5 des Regierungsentwurfes eine dem § 3 des Grasegulativs ähnlich leutende Bestimmung aufgenommen werde. Die Vereinigung wird die Mitarbeiterschaft des Elektrotechnischen Vereines in Wien in dieser Frage anstreben.

Bekanntlich müssen Dezimalwagen alle zwei Jahre und Laufkrane alljährlich einer Revision unterzogen werden; besonders die letztere Bestimmung enthält für die Elektrizitätswerke, die nur in den seltensten Fällen den Kran benötigen, eine ungerechtfertigte Härte. Auf Antrag des Direktor von Winkler, Klagenfurt, wird in einer Eingabe an das Handelsministerium die Ergänzung der diesbezüglichen Verordnungen erbeten, in dem Sinne, daß bezüglich Montagekrane für den inneren Dienst in Elektrizitätswerken Erleichterungen in den Eich- und Prüfvorschriften zugestanden werden.

Auch bezüglich der Eichvorschriften von Elektrizitätszählern wird von Seiten der Vereinigung eine Abänderung angestrebt. Elektrizitätszähler müssen laut Vorschrift mit 100, 50 und 10% der Maximalstromstärke geprüft werden. Da aber bei Verwendung von Metalldrahtlampen Anlagen oft nur weit unter 10% der Maximalstromstärke durch viele Stunden hindurch belastet sind und neuere Zähler auch bei 5% der Maximalstromstärke richtig registrieren, so beschließt die Generalversammlung an das Ministerium für öffentliche Arbeiten mit der Bitte heranzutreten, durch Verordnung festzulegen, daß die Zähler bei 100, 50 und 5% der deklarierten Stromstärke geprüft werden. Gleichzeitig wird eine Herabsetzung der Eichgebühr von K 4 auf K 2 und die Begrenzung derselben nach der Leistung zu bemessen, erbeten; die bisher für 110 *V* Gleichstrom als Grenze gültige Leistung von 16·5 *kW* hat für alle Spannungen als obere Grenze zu gelten.

Ein von Oberinspektor Beron der Wiener Elektrizitätswerke ausgearbeiteter Bericht über die Neubearbeitung der Normalien für Freileitungen gelangt zur Vorlage. (Die Erörterung dieser Normalien ist einem späteren Aufsatz vorbehalten).

Die Generalversammlung beschließt ferner, daß der Vorstand mit den Fabriken für isolierte Leitungen wegen Einführung eines Kennzeichens für qualitätsmäßige Gummiaderleitungen in Verhandlungen trete.

Die Generalversammlung beschließt die Gründung einer „Auskunftsstelle in Rechts-, Administrations- und kommerziellen Angelegenheiten" am Sitze des Vorstandes. Diese Stelle hat Auskunft zu erteilen in allen den Betrieb von Elektrizitätswerken betreffenden Fragen des öffentlichen und privaten Rechtes (gewerbe-, bau-, wasser-, steuer-, gebühren-, zivil- und strafrechtliche Fragen) und auch in allen verwaltungstechnischen Angelegenheiten (Organisationsfragen). Jedes Mitglied hat das Recht, vom Vorstand solche Auskünfte zu verlangen, die gewöhnlich kostenlos erteilt werden.

Da in letzter Zeit die Rekognitionsgelder für die Aufstellung von Masten bezw. Verlegung von Kabeln auf Bahngrund von seiten der k. k. Staatsbahndirektionen bedeutend erhöht wurden, beschließt die Generalversammlung eine Eingabe an das Eisenbahnministerium zu machen, in welcher die verfügte Erhöhung der Gebühren aufgehoben und ersucht wird, durch eine neue generelle Verfügung die Vorschreibung mäßiger Anerkennungszinse in dem früher bestandenen Ausmaße sicherzustellen.

Die Generalversammlung beschließt die Schaffung einer Kommission zur Festlegung von Maßnahmen, damit die wirtschaftlichen Verhältnisse der Elektrizitätswerke durch die Einführung der Halbwattlampe nicht erschüttert werden. Die Kommission wird sich außer mit der Tariffrage noch mit der Frage um Erhöhung und Erweiterung der Absatzgebiete für elektrische Energie zu beschäftigen haben.

Die Vereinigung tritt ferner der „Österreichischen Beleuchtungstechnischen Kommission" mit drei Mitgliedschaften bei.

An Stelle des ausscheidenden Dr. Hiecke wird Ober-Ing. Hirschmann, Wien, in den Vorstand gewählt und als Ort für die nächstjährige Generalversammlung Triest bestimmt.

Anschließend an die Besprechung der Vereinsangelegenheiten hat die Generalversammlung eine interessante Diskussion über eine Reihe betriebstechnischer Fragen abgehalten, aus welcher das Wesentlichste hervorgehoben werden soll.

In einer Besprechung der Schutzvorrichtungen gegen Überspannungen in Hochspannungsanlagen verliest Ing. J. Riedl, Wien, einen Bericht über das Wesen der Überspannungen und der in Praxis ausgeübten Sicherungsmethoden, besonders über die sogenannten „Funkdrosseln", eine durch eine Funkenstrecke überbrückte Drosselspule, die in die Leitung an Punkten eingeschaltet wird, wo sich der Wellenwiderstand derselben ändert. Gute Erfolge hat man auf der Zeche Westend an einem 2·5 km langen 10000 *V*-Kabel gemacht, das über eine Funkdrossel geschaltet wird; Störungen beim Schalten kommen nicht mehr vor. Betriebsleiter Schida, Waidhofen a. d. Ybbs, berichtet ebenfalls über die günstige Wirkung dieser Schutzapparate, besonders bei Transformatorenstationen und regt ihren Ankauf, durch die Einkaufsgenossenschaft an, um eine Preisreduzierung zu erlangen.

Uber Erfahrungen bei Stromlieferung nach Pauschal bei Verwendung von Strombegrenzern berichtet Ing. Lunzer, der Tranway- und Elektrizitäts-Gesellschaft Linz-Urfahr. Durch Anwendung von Strombegrenzern wird es (seit August 1912) dem Konsumenten möglich 50 bis 300 *W* gegen Pauschale zu beziehen, und zwar bei vorhandenen Anlagen zu 50 h pro 10 *W* und bei neuen. auf Kosten des Werks installierten Anlagen zu 60 h pro 10 *W* im Monat, wobei 50% des Verbrauchs jedes Konsumenten zum Pauschal angemeldet werden muß. Die Anschlußbewegung ergibt sich aus folgenden Zahlen:

*) Siehe E. u. M. 1914, S. 574.

Digitized by Google

	1912	1913
Zahl der Anschlüsse	3 468	7 341
Glühlampen	83 388	106 202
Einnahmen für die Pauschalanlagen in Kronen	69 479	268 855
Bruttoeinnahmen des Werkes für Licht in Kronen	723 110	792 699

Die Pauschalanlagen machen also 30% der Lichtanlagen aus. Es bestehen 17 in der Praxis mit mehr oder minder gutem Erfolg eingeführte Systeme von Strombegrenzern. Will der Konsument einen Abend mehr Licht brennen, so wird der Strombegrenzer gesperrt; der Konsument hat dafür K 1·50 zu zahlen. Durch den „Mehrlichtautomaten"*) geschieht diese Sperrung durch den Konsumenten selber, der durch 23maliges Kurzschließen sechs Stunden hindurch mehr Licht beziehen kann; die Zahl der Kurzschließungen wird registriert und nachträglich vom Werk einkassiert. Ober-Ing. Pick berichtet ebenfalls über gute Erfahrungen bei Gratisinstallation und Pauschaltarif; es hat sich ergeben, daß die Stromeinnahmen dieser Pauschalanlagen die Kosten der Installation und der Strombegrenzer in 13 Monaten decken.

Um für Koch- und Heizzwecke Strom zu einem wesentlich geringeren Preis abzugeben, ohne daß durch die getrennte Strommessung dem Konsumenten höhere Kosten erwachsen, ist eine Schaltung vorgeschlagen worden, bei der der Kochapparat von einem Teil des Shunts abzweigt, an der der Anker des Zählers angelegt ist. Ein solcher Zähler ist aber teurer und erfordert höhere Miete als der gewöhnliche Zähler; er wird übrigens auch nicht zur Eichung zugelassen. Direktor Fabian empfiehlt die Einführung des Doppeltarifes oder eines Mehrfachtarifzählers, der aber höchstens um 50% teurer als ein gewöhnlicher Zähler sein dürfte. Es wird angeregt, daß das Eichamt Eichvorschriften herausgebe, welche solche Zähler zur Eichung zulassen.

Gegenstand der Diskussion bildeten die Erfahrungen mit Ölschaltern. Nach Mitteilung des Kraftwerkes Simmering stehen Ölschalter mit Zeitrelais und Momentausschaltung für Kurzschluß unter anderen in der Einphasenwechselstrom-Lieferungsanlage für die Preßburger Bahn 16 000 *V*, 16 ∼, mit gutem Erfolg in Verwendung. Wesentlich ist, daß die Schalter in bezug auf die Zentralenleistung ausreichend dimensioniert sind. Auch mit bloßer Zeitschaltung haben die Schalter bei starken Kurzschlüssen gut funktioniert.

Auch in den Unterstationen der städtischen Elektrizitätswerke sind Ölschalter, und zwar mit Hitzdrahtrelais und Momentauslösung in die Speisekabel eingebaut. Die Momentauslöser funktionierten nicht verläßlich. Die Hitzdrahtrelais müssen zweimal im Jahre nachgeeicht werden. Bei getrennter Strom- und Zeiteinstellung wie bei den Ölschaltern der Siemens-Schuckert-Werke ist nur eine einmalige Eichung im Jahr erforderlich. Diese Type hat den Vorteil, daß man wichtige Kabel gegen weniger wichtige vor dem Herausfallen schützen kann.

Einen breiten Raum in der Diskussion nahmen die Erfahrungen mit Steilrohrkesseln ein. Allgemein wird über gute Erfolge berichtet. Wie Ing. Rochel mitteilt, stehen in der Überlandzentrale Siersza drei Garbekessel zu je 350 m² Heizfläche, 15 Atm., mit Überhitzern von je 140 m², 350° C Überhitzung und Ekonomisern von je 192 m² in Betrieb. Es werden 28·5 kg Dampf pro m²/Std. produziert, was einen Nutzeffekt von 81·9% gibt. Davon entfallen 68·3% auf den Kessel, 8·5% auf den Überhitzer und 5·1% auf den Ekonomiser. Auf den Plutostokern von 14 m² Rostfläche wird Kohle von 4000 WE verbrannt. Auch Direktor Sauer berichtet über gute Erfahrungen mit Garbekesseln von je 500 m² in den Wiener Elektrizitätswerken, von denen in nächster Zeit bereits 13 Stück aufgestellt sein werden. Plutostoker haben sich aber für gute Kohle nicht bewährt. Wie das Kraftwerk Simmering berichtet, können moderne Ausführungen der Schrägrohrkessel hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Raumausnutzung mit den Steilrohrkesseln konkurrieren.

In Galizien, das ein ausgedehntes Rohölgebiet besitzt, bestehen 30 öffentliche Elektrizitätswerke, von denen 15 durch Dieselmotoren angetrieben werden. Es hat daher die Frage der Dieselmotoren für Elektrizitätswerke auf der diesjährigen Generalversammlung einen breiten Raum in der Diskussion eingenommen. Dr. Ing. Studniarski, Tarnow, der die Vorteile des Dieselmotorbetriebes gegenüber dem Dampfantrieb hervorhebt, empfiehlt Dieselmotoren für kleinere Werke in Einheiten bis 300 *PS*. In Tarnow wurde mit drei 200 *PS*-Einheiten durch 1½ Jahren ein tadelloser Betrieb mit 75% Betriebszeitfaktor durchgeführt; es wird jetzt ein 500 *PS*-Motor aufgestellt. Größere Motoren (bis 1000 *PS*) sind trotz des geringen Olverbrauches mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit nicht zu empfehlen. Direktor Sokolnicky, Lemberg, weist darauf hin, daß das Kühlwasser für Dieselmotoren besonders rein, nicht nur im mechanischen Sinne, sein müsse. Wasser mit mehr als zwölf deutschen Härtegraden muß vor der Verwendung als Kühlwasser gereinigt werden. Ober-Ingenieur Förster, Berndorf, führt das warme Kühlwasser durch ein Expansionsreservoir in einen in fließendem Wasser hängenden kleinen Kühler aus Messingröhren; das gekühlte Wasser wird von einer Pumpe aufgesaugt und wieder in den Kühlmantel gedrückt. Im Reservoir wird das verdunstete Wasser durch Kondensat oder Regenwasser ersetzt. Ing. v. Heider, Niederösterreichisches Landeselektrizitätswerk, berichtet über Erfahrungen mit den neuen 800 *PS*-Sechszylinder-Dieselmotoren mit Kreuzkopfführung und Kolbenkühlung, die sich in jeder Hinsicht bewährt haben. Die Motoren haben ununterbrochen durch 14 Tage 1000 *PS* und vorübergehend 1100 *PS* geleistet. Bei plötzlicher Belastung und Entlastung von 1000 *PS* haben die Reguliervorrichtungen sich bewährt. Der Verbrauch an Rohöl von 10 000 WE war 200 *g* pro *PS* Std. Ein weiterer Vorteil ist die große Betriebsbereitschaft und rasche Inbetriebsetzung. Ein Aggregat von 800 *PS* ist in sechs bis sieben Minuten in Betrieb gesetzt.

Zum Schlusse sei kurz über die auf der Generalversammlung abgehaltenen Vorträge referiert.

Neuerungen auf dem Gebiete der elektrischen Beleuchtung. Generaldirektor Dr. Lederer bespricht die Entwicklung der modernen Beleuchtungsmittel, insbesondere der Metalldrahtlampen, und weist auf die große Bedeutung von Vakuumröhrenlampen für die Zukunft der Beleuchtungstechnik hin. Im Gegensatz zur Mac Farlane Moore-Beleuchtung, die 20 000 bis 50 000 *V* Spannung beansprucht, ermöglichen die vom Vortragenden vorgeführten Vakuumröhrenlampen die Teilung des Lichtes in der heute gebräuchlichen Art bei den üblichen Spannungen. Die Lampen sind mit Edelgasen gefüllt und leuchten bei 220 *V*. Die bisher in den Laboratorien der Westinghouse-Gesellschaft durchgeführten Versuche haben günstige Resultate ergeben.

Theorie und Konstruktion des Quecksilbermotorzählers. Dr. Kesseldorfer gibt, nach einer Darstellung des Wesens dieser Zählertype und ihrer Vorzüge eine eingehende Schilderung des von der Isaria-Elektro-Gesellschaft gebauten Zählers*). Bei einfacher Konstruktion, fehlender Kompensation der Flüssigkeitsreibung und Sicherung gegen das Ausfließen des Quecksilbers wird ein hohes Drehmoment von 1 cmg pro 1 *A* Verbrauchsstrom erzielt. Der Magnetkörper besteht, wie bei Deprez-Instrumenten, aus einem Hufeisenmagneten und zwischen den Polen liegendem Eisenkern; im Zwischenraum liegt ein Kupferzylinder, in welchen der Strom von der unteren Quecksilberkammer eintritt, den Zylinder nach aufwärts, dann über den Boden und nach abwärts durchfließt. Durch diese Anordnung konnte bei einem 5 *A*-Zähler ein Drehmoment von 6 bis 7 cmg erzielt werden. Durch eine geeignete Dämpfung ist die Tourenzahl auf 30 bis 40 pro Minute beschränkt, wodurch die Flüssigkeitsreibung vernachlässigbar erscheint. Der Spannungsabfall beträgt 3 Millivolt. Durch zwei hintereinandergelegte Verschlüsse ist eine Sicherung gegen Ausfließen geschaffen. Durch ein Gegengewicht wird der resultierende Lagerdruck auf 2 bis 3 *g* beschränkt. Die Zähler eignen sich besonders als Batteriezähler, weil man dabei mit einem Spannungsabfall von 40 Millivolt für 10 000 *A* auskommen kann; der Eigenverbrauch bei einem 5000 *A*-Zähler ist bloß 200 *W*. Der Zähler kann an die für Amperemeter vorhandenen Shunts angelegt werden.

Wasserkraftbetrieb in Eis und Schnee. Direktor v. Winkler weist auf die Schwierigkeiten bei hydraulischen Kraftwerken, besonders in den Alpengegenden in der Winterszeit, hin, die sich durch die Vereisung des Wassers ergeben. Am wenigsten schadet das sich auf ruhigem Wasser bildende Platteneis; es wird zerschlagen und aus dem Wasser gefördert. Bei kaltem Wind bilden sich an der Wasseroberfläche feine Eiskristalle, die sich an die eisernen Rechen in spiegelblanken Massen ansetzen und auch die Einlauföffnungen der Turbinen verlegen. Bei Holzrechen ist dies nicht zu bemerken. Für eiserne Rechen hat Mayer, Bruck a. d. M., vorgeschlagen, die Rechenstäbe gegen das Eindringen kalter Luft abzudecken und hinter dem Rechen nahe am Wasserspiegel ein Rohr zu legen, aus dessen feinen Öffnungen Dampf oder Heißwasser spritzt und dadurch das Ansetzen von Eiskristallen verhindert. Am gefährlichsten werden die weißen, groben Körner des Grundeises, das, mit Schotter, Moos oder Algen gemischt, das Wandern der Flußsohle und die Abwärtsbewegung des Geschiebes fördert.

*) Siehe E. u. M. 1912, S. 670 u. 1914, S. 334.

*) Vergl. E. u. M. 1912, S. 621.

Digitized by Google

Um die Bildung einer Eisdecke zu verhindern, hat man Abkehrfloße verwendet, 1 m breite Floße, vorne mit vertikaler Holzwand in das Wasser ragend, wodurch die schwimmenden Körper vom Eintritt in den Kanal abgehalten werden. Als Regel muß gelten, den Oberwassergraben vom Eis frei zu halten. Besonders gefährlich wird die Deckenbildung, wenn man den Oberwassergraben zur Spitzendeckung zeitweise aufstauen und entleeren muß, weil hiedurch die Gefahr eines Eisstoßes droht. Die Eisdecke muß vom Ufer aus zertrümmert werden, entweder durch Sprengen mit Dynamit, was aber unter Umständen zu einer Beschädigung der betonierten Kanalsohle führen kann oder durch Zerschneiden und Zerhacken der Eisschichte mit einer Säge oder einer Haue, die senkrecht zum Kanal eine Nut von halber Tiefe der Eisdecke eingräbt. Durch sonstige Arbeitsgeräte werden dann die Eisstücke losgelöst, vom Wasser mitgerissen und vor dem Rechen zertrümmert. Bei sehr dicker Eisschicht ist dies oft nicht möglich; dann muß unter Benutzung von Sprüngen und Rissen der Decke ein freier Abzugsweg für das Wasser geschaffen werden, was bei 1 m mittlerer Dicke in einem 2·3 km langen Kanal in zehn Tagen geschehen ist. Die seitlich am Kanal haftenden Eisstücke werden durch Brechstangen gelüftet und abgetrieben. Das Zerkleinern der Eisstücke im Leerlauf und Weiterfördern ist noch schwieriger und anstrengender. Sammeln sich Eisstücke beim Eintritt des Leerlaufes in den Unterwassergraben an, so wird am Leerlauf die Grundschleuse gezogen und dabei ein heftiger Wasserschwall erzeugt, welcher das unten abgelagerte Eis abhebt und in den Unterwassergraben wirft. Noch lästiger und gefährlicher wie die Eisbildung ist der Schnee für den Betrieb von Wasserkraftanlagen. Es ist eine langierige, viele Arbeitskräfte erfordernde Tätigkeit, die zähen aus Schnee, Wasser und Eis gebildete Massen vom Ufer aus zu zerteilen.

Der Vortragende zeigt die Schwierigkeiten im Betrieb an dem Wasserkraftwerk der Stadt Klagenfurt an der Hand von Lichtbildern. Die Anlage nutzt ein 15·6 m tiefes Gefälle der Gurk aus und entnimmt im Maximum 17 m³, im Winter 4 m³. Im Mittel steht eine Hochwasserkraft von 2600 *PS* zur Verfügung. Um im Winter die Spitzenbelastung zu decken und sich von Betriebsunterbrechungen durch Vereisung frei zu machen, wurde ein Dampfkraftwerk mit zwei Zwillingsdampfmaschinen und Generatoren von zusammen 540 *kVA* errichtet, welches im Jahre nur 6% der gesamten Kilowattstunden liefert. Außerdem wurde eine Akkumulatoren-Unterstation errichtet, in welcher der Tagesüberschuß für den Abend aufgespeichert und mittels Gleichstrom - Drehstrom - Synchronmaschinen zurückgewonnen werden kann. Hiebei wurden 56% der Wasserarbeit ins Netz zurückgegeben.

Vagabundierende Ströme von elektrischen Bahnen und deren zerstörende Wirkungen auf Kabel-, Gas- und Wasserleitungsröhren. Über dieses Thema hielt Direktor Reiner, Gablonz, einen Vortrag, in welchem er die Schäden der vagabundierenden Ströme klar legte und an Hand von zerstörten Rohren demonstrierte. Er bespricht die bis jetzt bekannten Verhütungsmaßnahmen an Rohrleitungen, die keinen Erfolg hatten. Zum Ziel können nur Verhütungsmaßnahmen führen, welche Erdströme vermindern oder beseitigen; dies kommt in den vom Verein Deutscher Elektrotechniker zusammen mit anderen Verbänden herausgegebenen Erdstromvorschriften zum Ausdruck. Man kann eine Reihe von Maßnahmen einzeln oder gemeinsam treffen, um die verheerenden Erdströme zu vermindern. Die schlecht leitenden Schienenstoßverbindungen sind zu verbessern. Die Stromrückleitungspunkte im Netze sind zu vermehren. Eine Abnahme der Erdströme kann man durch Umbau der Anlage nach dem Dreileitersystem erwarten. Dies bestätigt Direktor Sauer durch seine Erfahrungen in Wien. Die Unterstation Landstraße, welche die auf der Landstraße zum Zentralfriedhof führende Strecke der Straßenbahn speist, wurde zu Beginn dieses Jahres auf den Dreileiterbetrieb umgebaut; die besonders guten Erfolge, die man dort erzielte, führen dazu, daß auch die Unterstation Währing in gleicher Weise umgebaut wird. Bei gleichmäßiger Unterteilung des Netzes und entsprechender Trennung der Speisepunkte kann man günstige Betriebsresultate und finanzielle Ersparnisse durch den geringen Spannungsverlust in den Leitungen erzielen. Direktor Reiner empfiehlt ferner die Anbringung von Kontrollvorrichtungen zur regelmäßigen Prüfung der Spannungen und Stromstärken im Rückleiter und die jährliche Prüfung der Schienenstoßverbindungen.

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Eine moderne Steilrohrkesselkonstruktion. Paul Koch beschreibt die Bauart des von der Firma Jacques Piedboeuf G. m. b. H. in Düsseldorf-Oberbilk, gebauten Steilrohrkessels, der aus zwei Bündeln von Verdampfungsrohren besteht, welche je zwei Oberkessel mit zwei Unterkesseln verbinden, unmittelbar in die Kesselwände eingewalzt und derart angeordnet sind, daß sie sich an ihrem oberen Ende kreuzen. Die Röhren sind symmetrisch zu einem geraden Mittelrohr in einer Ebene kreisförmig gekrümmt, derart, daß alle Röhren, die in dieser Ebene liegen, sich aus einer im zugehörigen Oberkessel liegenden kleinen Öffnung herausziehen lassen. Je nach der Größe des Kessels liegt eine Anzahl von Röhren (7 bis 11) in einer Ebene und gehört zu einer Verschlußöffnung. Die Verschlüsse sind als Innenverschlüsse ausgebildet und können gut dicht gehalten werden. Zwischen den beiden Unterkesseln ist die Feuerung untergebracht, welche einen hohen und für gute Verbrennung vorteilhaften Feuerraum darstellt. In der Kreuzungsstelle der Rohrbündel steigert sich die Gasgeschwindigkeit und es findet eine innige Berührung der Heizgase mit den Röhren statt, infolgedessen ein guter Wärmeübergang durch Berührung. Die nun nach zwei Richtungen geteilten Gasströme gehen durch die beiden Vorwärmerröhrenbündel und hierauf mit großer Geschwindigkeit nach oben und wieder vereinigt zum Fuchs, der hinter dem Kessel oben auf den verlängerten Hauptträgern der Oberkessel ruht. Von diesem Fuchs aus können die Abgase entweder durch Saugzug direkt, oder aber durch Einführen dieses Fuchses in einen gemauerten Schornstein ins Freie befördert werden. Das Speisewasser tritt unten in die schmiedeisernen Sammelkasten ein, strömt, nachdem es sich stark angewärmt hat, durch die beiden Röhrenbündel nach oben und nach weiterer starker Vorwärmung aus den oberen Sammelkasten durch zwei Rückschlagventile in die Oberkessel. Durch die Überkreuzung des Umlaufstromes wird ein ständiger Ausgleich des Wasserstandes in beiden Oberkesseln bewirkt und der Umlauf gefördert. Bei den meisten bisher bekannten Steilrohrkesseln liegen die Umlaufverhältnisse viel ungünstiger, weil ein großer Teil der Verdampfungsröhren gleichzeitig als Fallröhren verwendet wird.

Der Verfasser verweist auf weitere empfindliche Nachteile der bekannten Steilrohrkesselkonstruktionen, von denen die besprochene Bauart frei ist; so zum Beispiel verschieden hoher Wasserstand in den Oberkesseln und das hieraus sich ergebende Überkochen, sogenanntes „Spucken" der Kessel, große Strahlungsverluste und schwierige Reinigung sowie Auswechslung der Siederöhren usw. Der Vorwärmer ist bei der besprochenen Steilrohrkesselbauart derart eingebaut, daß er jederzeit durch Öffnen von Einsteigöffnungen für die Besichtigung und Reinigung zugänglich ist. Der Überhitzer ist in einer zwischen den beiden Hälften des Kessels angeordneten, durch Mauerwerkswände abgeschlossenen Tasche untergebracht. Die Beheizung des unteren Teiles des Überhitzers erfolgt im Gleichstrom, jene des oberen Teiles, dem der entwässerte Dampf zufließt, im Gegenstrom.

Verdampfungsversuche, die mit einem Kessel der in Rede stehenden Bauart von Prof. Langer der königl. technischen Hochschule in Aachen vorgenommen wurden, ergaben im Durchschnitt nachstehende Resultate:

Nutzeffekt (an das Kesselwasser abgegebene Wärmemenge)	81·90%
Normaldampferzeugung pro Stde. pro 1 m² Heizfläche	51·07 kg
Nutzbar gewonnene Wärmemenge pro 1 kg Kohle	6113 WE
Wärmemenge der abziehenden Gase	12·35%
Restverluste	5·75%

(Z. f. d. ges. Turbinenwesen, Heft 24 und 25, 1914.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Die Turbinenanlage der ersten Ausbaustufe des badischen Murgwerkes bei Forbach. Dipl. Ing. E. Treiber*). An das 30 *m* hohe und 15 *m* breite Wasserschloß schließt sich eine aus zwei Strängen bestehende 420 *m* lange Druckrohrleitung an, die 2200 *mm* lichte Weite besitzt. In die Druckrohrleitungen sind Drosselklappen eingeschaltet, welche sowohl durch Vermittlung eines Elektromagneten vom Krafthaus, oder vom Schalthaus von Hand, als auch im Falle eines Rohrbruches selbsttätig geschlossen werden. Der selbsttätige Schluß der Drosselklappen erfolgt mittels in die Rohrleitungen quer zur Strömung eingebauten Stoßplatten. Jede Rohrleitung ist auf der Bergstrecke mittels vier Verankerungsklötzen unter Anwendung von Ausdehnungsmuffen verankert. An die zweisträngige Verteilleitung schließen sich zur gleichmäßigen Speisung von fünf Turbinen Stahlgußkrümmer von je 900 *mm* lichter Weite an, welche mit Stahlgußschiebern, die zu beiden Seiten des

*) Siehe E. u. M. 1913, S. 411.

Digitized by Google

Einlaufes der mittleren Turbine angeordnet sind, derart abwechselnd abgeschlossen werden können, daß die Speisung von drei Turbinen aus einem Rohrstrang möglich ist. Zu den fünf Hauptturbinen führt je ein kegeliges Einlaufrohr, an das sich der Turbinenschieber anschließt.

Die fünf Hochdruckturbinen wurden von der Maschinenfabrik S. M. Voith in Heidenheim a. d. Brenz geliefert und sind für ein Gefälle von 133 bis 145 *m* bei 500 minutlichen Umläufen, für eine Leistung von je 6200 bis 7000 *PS* als einfache Francis-Turbinen mit Antrieb von der Deckelseite ausgeführt. Die Turbinenwelle ist mit der Dynamowelle starr gekuppelt und aus Rücksichten der Betriebssicherheit in drei Lagern gelagert, wovon das verhältnismäßig kleine, leicht zu kühlende Turbinenlager selbst, den von der Turbine herrührenden Achsialschub aufnimmt. Die Stahlguß-Leitschaufeln werden durch außen angeordnete Steuerteile gedreht. Das Laufrad ist in einer besonders widerstandsfähigen Bronze ausgeführt. Die Saugrohre sind in dem gemeinschaftlichen Ablaufkanale derart angeordnet, daß ein Saugefälle bis zu 8 *m* ausnutzbar ist. Die Geschwindigkeitsregelung erfolgt durch den Voithschen Regler, der eine Einrichtung besitzt, die beim Reißen oder Abgleiten des Pendelantriebriemens die Turbine schließt bezw. ihr Durchgehen verhindert. Der durch eine einseitig wirkende Ölbremse mit dem Geschwindigkeitsregler gekuppelte Druckregler soll die bei plötzlicher Entlastung aller fünf Turbinen auftretende Drucksteigerung im Rohrleitungsende auf 10% des Betriebsdruckes beschränken. Außer den fünf Hauptturbinen ist eine gleichfalls von J. M. Voith gelieferte Erregerturbine von 400 *PS* bei 730 minutlichen Umläufen vorhanden, die als Freistrahlturbine ausgebildet ist und nach Bedarf aus der einen oder der anderen Rohrleitung gespeist werden kann.

Zur Ausnutzung des Gefälles zwischen dem Flußwasserspiegel und dem Spiegel des Ausgleichbeckens, das zur gleichmäßigen Verteilung der von dem als Spitzenwerk betriebenen Hauptwerk in einigen Stunden verarbeiteten Tageswassermenge des Flusses dient, wird ein Niederdruckkraftwerk errichtet. Die für dieses Werk ebenfalls von derselben Firma gelieferten Turbinen sind zwei mit den Stromerzeugern unmittelbar gekuppelte liegende Zwillingsturbinen von je 800 *PS* Höchstleistung, bei 215 minutlichen Umläufen, die in Blechkessel eingebaut sind. Beim tiefsten Oberwasserspiegel arbeiten diese Turbinen als Heberturbinen mit im Kessel hochgesaugtem Wasserzulauf. Die Regelung auf gleichbleibenden Wasserdurchlaß wird mit Hilfe der auf den Geschwindigkeitsregler wirkenden Druckluft-Fernschwimmerregelung in der Weise bewirkt, daß die Überfallhöhe an einem Meßüberfall am Auslauf des Unterwasserkanales gleich gehalten wird.

Die mit den Hoch- und Niederdruckturbinen gekuppelten Drehstromerzeuger werden von der Firma A.-G. Brown, Boveri & Co. in Mannheim geliefert.

Das Murgwerk, welches in seinem ersten Ausbau allein für eine Leistung von 35 000 *PS* bestimmt ist, wird nach seiner vollständigen Fertigstellung eines der bedeutendsten hydraulischen Kraftwerke nicht nur Deutschlands, sondern des Festlandes darstellen. (Z. d. V. D. I., Heft Nr. 25, 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Berechnung von Drehstrom-Reihenschluß-Kollektormotoren. F. v. Kleist leitet Formeln für die Berechnung des Drehmomentes von Drehstrom-Serienmotoren mit einfachem und doppeltem Bürstensatz ab, die sich in der Praxis gut bewährt haben; Felder und AW werden dabei in sinusförmiger Verteilung vorausgesetzt.

Für das Drehmoment des Motors mit einfachem Bürstensatz, der durch Verschieben der Bürsten geregelt wird, findet er den Ausdruck

$$D_m = \frac{J' \cdot \Phi \cdot Z \cdot p}{3950 \cdot N \cdot K} \cdot \sin \alpha \text{ in mkg.}$$

Hiebei ist J' der Strom pro Ankerleiter in eff. Amp., Φ das Feld pro Pol in 10^6 Linien, Z die Zahl der Rotorleiter, p die halbe Polzahl, $K = \frac{AW \text{ des Rotors}}{AW \text{ des Stators}}$, α der Bürstenwinkel von der Kurzschlußstellung aus gemessen, in der der Motor bei Stillstand den größten Strom aufnimmt, und N ein Faktor von der Form

$$N = \frac{1}{K} \sqrt{K^2 - 2K \cos \alpha + 1},$$

der zwischen 0 und 2 schwankt. Für $\alpha = 30^0$ ist N von K fast unabhängig, K soll aber nicht zu groß werden, am besten $K < 1{\cdot}2$.

Den Zusammenhang zwischen J' und den AW gibt die Formel $AW = \frac{J' \cdot Z \cdot N}{3{\cdot}27\, p}$, aus welcher man die zur Herstellung des Feldes nötige Stromstärke für jeden Wert von K entnehmen kann.

Für die Rotorspannung wird der Ausdruck angegeben

$$E_R = \frac{p}{a} \Phi \cdot Z \cdot n_r \cdot \frac{1}{8490} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ Volt;}$$

daraus ist die Statorspannung

$$E_{st} = E_r \cdot \frac{1}{K} \cdot \frac{n_s}{n_r}$$

und die Resultierende

$$E = \frac{p}{a} \cdot \Phi \cdot Z \cdot \frac{1}{9820} \cdot \frac{1}{K} \sqrt{K^2 n_r^2 + n_s^2 - 2 n_r n_s \cos \alpha K}$$

zu berechnen. Dabei ist a die halbe Zahl paralleler Ankerzweige, n_s die synchrone und n_r die relative minutliche Drehzahl. Die Klemmenspannung E_{kl} erhält man aus der Beziehung

$$E_{kl} = e_r \cos \varphi + e_s \cos (90 - \varphi) + E \cos \beta.$$

Hier bedeuten e_r und e_s den Ohmschen Abfall bezw. Streuspannung von Rotor und Stator zusammen, die sich angenähert proportional mit der Stromstärke ändern. Bei Überschlagsrechnungen ist $\beta = 0$ zu setzen.

Der Verfasser leitet dann die Formeln für einen Motor mit doppeltem Bürstensatz ab, bei dem eine Hälfte der Bürsten gegen die andere verschoben werden kann, die den obigen ähnlich aufgebaut sind. Das Verhältnis K ist hier nicht konstant, es kann aus dem maximalen Wert K_0 in der Kurzschlußstellung errechnet werden $K = K_0 \cos \alpha$, wo α der halbe Bürstenwinkel ist. Mit diesem Wert bildet man einen dem Wert N analogen Ausdruck

$$M = \frac{\cos \alpha}{K_0} \sqrt{(K_0 - 1)^2 + \operatorname{tg}^2 \alpha}.$$

Der Wert M ändert sich zwischen 0 und 1·2. Er wird, ebenso wie N, in Kurven als Funktion vom Winkel α für verschiedene Werte von K (0·8 bis 1·3) angegeben.

Der Verfasser ermittelt die Formel für das Drehmoment mit $D_m = \frac{\Phi \cdot J' \cdot p \cdot Z}{6840\, M \cdot K_0} \cdot \sin 2\alpha$ und für die Amperewindungen mit $AW = \frac{J' Z \cdot M}{2{\cdot}83\, p}$.

Es ergeben sich weiter die Spannung

$$E = \frac{p \Phi Z \cdot \cos \alpha}{a\, 8490\, K_0} \cdot \sqrt{(K_0 n_r - n_s)^2 + n_s^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

und die Statorspannung oder EMK der Ruhe

$$E_{\text{Ruhe}} = \frac{p \Phi Z n_s}{a \cdot 8490} \cdot M.$$

Der Verfasser behandelt den Einfluß des Zwischentransformators, den man schwach sättigen muß, daß sein Magnetisierungsstrom über den ganzen Regelbereich klein bleibt. Bei Motoren mit kräftigem Anfahrmoment, die weit herunter geregelt werden sollen, kann der Transformator stark gesättigt sein, bei Motoren für nahezu synchrone Tourenzahl empfiehlt sich schwache Sättigung (unterhalb 12000 im Schaft). An einem Berechnungsbeispiel wird die Anwendbarkeit der Formeln gezeigt. (E. T. Z. Heft 40/41, 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Untersuchung der Betriebsweise von Trennschaltern. W. P. Hammond berichtet über die Versuche, die man in Gainsville an der von den Tallulah-Kraftwerken nach Atlanta*) führenden 110 000 *V*-Leitung mit Trennschaltern der General Electric Comp. ausgeführt hat, die auf einer Eisenkonstruktion neben dem Werk aufgestellt waren. Bei 275 Unterbrechungen wurden bei jedem Wetter photographische Aufnahmen der Lichtbogen und oszillographische Registrierungen der Wellen vorgenommen; so konnte man den Einfluß von Wind und Regen auf die Unterbrechung studieren. Eine Oszillographenschleife lag an der Spannung der Transformatoren, eine zweite durch einen Stromtransformator an der Verbindungsleitung der letzteren mit der Leitung und die dritte Schleife lag an der Spannung der Leitung, so daß man die Zahl der Schwingungen vom Beginn der Unterbrechung bis zum Erlöschen des Bogens feststellen konnte.

Bei einer Versuchsreihe war die offene Leitung abzuschalten, also eine Leistung von 2400 *kVA* bei 28 *A* voreilendem Strom, bei einer zweiten Versuchsreihe war die Leitung mit einem Wasserwiderstand belastet, der bis 50 *A* aufnahm. Bei jedem Versuch wurden die Art und Größe der Belastung, die Wetterverhältnisse, die Dauer des Lichtbogens usw. registriert. Bei 50 000 *V* betrug die Zeit zwischen dem Beginn des Öffnens und der vollständigen Stromunterbrechung zwischen 2 und 25 Sekunden, im Mittel 6 Sekunden, bei 110 000 *V* im Mittel 7 Sekunden, also unterbrach der Schalter nach 120 bis 1500 ∼. Dies ist natürlich sehr nachteilig für die Isolation. Die Schaltmesser der einzelnen Phasen waren bei den untersuchten Schaltern nicht weit genug auseinander, so daß oft der Lichtbogen von einer Phasenleitung zur anderen übersprang, besonders bei heftigem Wind, und eine Phase kurzschloß. Bei 44 000 *V* müssen die Schaltmesser zweier Phasen mindestens 1·8 bis 2·1 m, bei 110 000 *V* 3 m voneinander entfernt sein; ebenso

*) E. u. M. 1914, Heft 43/44, S. 806.

Digitized by Google

muß die Entfernung von dem geerdeten Eisengestell groß sein. Dies bedingt große, umfangreiche Konstruktionen. Funkenziehende Hörner, welche den Bogen nach oben ziehen und zum Verschwinden bringen, wirken nur bei Windstille. Eine Wattbelastung ist leichter abzuschalten als eine wattlose, besonders bei starkem Wind reißt der Bogen gleich ab; bei kapazitiver Belastung und mäßiger Luftbewegung bleibt der Bogen länger stehen und die Gefahr des Kurzschlusses der Leitung ist eine erhöhte.

Zum zeitweiligen Ausschalten von Fernleitungen, insbesondere in Gefahrfällen, werden richtig dimensionierte Trennschalter am Platze sein; wo aber oft und betriebsmäßig ausgeschaltet wird, muß die Unterbrechung mittelst Ölschaltern erfolgen.

(Gen. El. Rev., September 1914.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Amperestundenzähler. W. Strelow weist nach, daß die Forderung nach einem guten, auch bei kleinster Belastung richtig registrierenden Amperestunden-Motorzähler leicht erfüllt werden kann, so daß Amperestundenzähler als Ersatz für Wattstundenzähler dienen können. Man braucht dem Amperestunden-Motorzähler zur Reibungskompensation nur eine konstante Zusatzkraft einzuführen, indem man dem Ankerstrom einen zusätzlichen Strom hinzufügt, wie dies bei den neuen Zählern von Landis & Gyr G. m. b. H. der Fall ist. Der Anker 2 (Fig. 1) vom Widerstand 4 Ohm ist über den Vorschaltwiderstand 3 (1 Ohm) an den Nebenschluß 1 (0·07 Ohm für 10 *A*) angelegt.

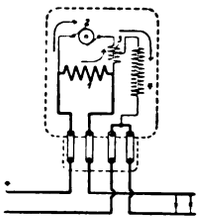


Fig. 1.

Durch den Anker fließen also dann 140 Milliampere, bei 2·5% Belastung 3·5 Milliampere. Dabei ist der Fehler 10%, es müssen also zu seiner Kompensation noch 0·35 Milliampere dem Anker zugeführt werden. Dies geschieht durch den Vorschaltwiderstand 4 (63 000 Ohm), der an die Netzspannung (220 *V*) und an die Mitte des Abzweigwiderstandes angelegt wird. Der Zähler registriert dann von 2·5% seiner Belastung an fehlerlos. Es werden einige Zählertypen mit Reibungskompensation dargestellt, insbesondere ein Doppelzähler für Dreileiteranlagen 10 *A* und 2 × 220 *V*, also 4·4 *kW*-Belastung, der bei 11 *W* (1/4%) bereits registriert und von 50 *W* an richtig zeigt. Der Eigenverbrauch der Reibungskompensation beträgt 1·8 *W*. Ein dynamometrischer Wattstundenzähler würde erst bei 60 *W* anlaufen bei 200 *W* richtig zeigen und 7 *W* Eigenverbrauch zur Kompensation aufweisen; man erspart somit jährlich beim Amperestundenzähler 45 *kWh*.

(E. T. Z. Heft 38/39, 1914.)

Leitungen.

Telephon-Pupinkabel London—Birmingham—Liverpool. W. J. Hilyer. Infolge des Anwachsens des Telephonverkehrs zwischen London, Birmingham und Liverpool und infolge der wachsenden Schwierigkeiten, neue Trassen für die Anlage oberirdischer Telephonleitungen ausfindig zu machen, hat sich das englische „Post Office" vor die Notwendigkeit gestellt gesehen, eine Kabelverbindung zwischen diesen drei Städten in Aussicht zu nehmen. Es wurde daher ein 200·5 englische Meilen (zirka 322 km) langer Kabelkanal aus Betonblöcken mit Löchern von 3/8 Zoll (85 mm) innerem Durchmesser geschaffen, wobei in gewissen Strecken die Legung von nicht weniger als sechs Kabeln vorgesehen wurde. An den alle 176 Yard (161 m) in Aussicht genommenen Spleißstellen wurden Kabelbrunnen eingebaut. Für den Einbau von Pupinspulen wurden alle 2·5 englische Meilen (zirka 4 km) besonders geräumige Kabelbrunnen vorgesehen. Vorläufig wurde in der ganzen Strecke ein 52 paariges Telephonluftraumkabel gelegt, deren Adernpaare, je nach der Leistung, die sie aufweisen sollen, in drei verschiedene Stärken gehalten sind. Das Kabel soll 1. dem Telephonverkehre zwischen den Teilnehmern der drei Städte untereinander, 2. dem Sprechverkehr zwischen den Gebieten, deren Mittelpunkt die drei Städte bilden und 3. der Telephonie auf größere Entfernungen dienen. Das Kabel enthält sonach 24 Doppelleitungen von einem Kupfergewicht der Ader von 100 Pfd. pro englische Meile (Drahtdurchmesser 2 mm), 12 Doppelleitungen von einem Kupfergewicht der Ader von 150 Pfd. pro englische Meile (Drahtdurchmesser 2·46 mm), 14 Doppelleitungen von einem Kupfergewicht der Ader von 200 Pfd. pro englische Meile (Drahtdurchmesser 2·48 mm) und zwei Doppelleitungen von einem Kupfergewichte der Ader von 300 Pfd. pro englische Meile (Drahtdurchmesser 3·48 mm). In der Mitte des Kabels, als Herzadern, sind die zwei 300 Pfd. schweren Leitungen verseilt, um die herum die 14 Doppelleitungen von 200 Pfd. Kupfergewicht, an die sich als äußerster Kranz die leichteren Kabeladern anschließen. Das Kabel ist durch einen 4 mm starken Bleimantel geschützt und weist über demselben einen Durchmesser von zirka 74 mm auf. Sämtliche Leitungen sind alle 2·5 englische Meilen (zirka 4 km) mit Pupinspulen versehen, außerdem auch noch 12 aus den Leitungen von 150 und 200 Pfd. Kupfergewicht gebildeten Viererleitungen. Die eingebauten Pupinspulen weisen die in Tabelle I zusammengestellten elektrischen Eigenschaften auf.

Die elektrischen Eigenschaften der pupinisierten Doppel- und Viererleitungen sind in der Tabelle II zusammengestellt.

Tabelle I.

Für die Kabelleitungen aus	Bei hintereinandergeschalteten Windungen: Selbstinduktion in Henry	maximaler effektiver Kupferwiderstand*) in Ohm	maximaler Ohmscher Widerstand	Maximale elektrostatische Kapazität zw. den Windungen in Mikrofarad	Minimaler Isolationswiderstand in Megohm
3·48 mm starken Drähten (Kupfergewicht 300 Pfd. p. e. M.)	0·135	4·72	2·6	0·0035	1000
2, 2·48 und 2·84 mm starken Drähten (Kupfergewicht 100, 150 und 200 Pfd. p. e. M.)	0·135	6·75	3·4	0·0035	1000
Für die Viererleitungen aus 2·48 und 2·84 mm starken Drähten	0·082	4·10	2·0	0·0007	1000

*) Bei 800 Perioden.

Tabelle II.

Kupfergewicht der Leitungen pro engl. Meile	Drahtdurchmesser in mm	Gleichstromwerte pro Schleife: Kupferwiderstand in Ohm pro engl. Meile	km	Kapazität in γ_1 *F* pro engl. Meile	km	Wechselstromwerte bei der Frequenz $2 : n = 5000$ pro Schleife: Selbstinduktion in Henry pro engl. Meile	km	Spez. Dämpfung β pro engl. Meile	km	Wellenlänge in engl. Meilen	km	Charakteristik $Z = \sqrt{\frac{R + i\omega L}{A + i\omega C}}$
100 Pfd.	2	17·56	10·92	0·065	0·040	0·055	0·034	0·01161	0·0072	21	13	922 $\angle 2°$
150 „	2·48	11·71	7·40	0·070	0·044	0·055	0·034	0·00875	0·00545	20·2	12·5	886 $\angle 1° 23'$
Viererleitung aus:												
150 Pfd.	2·48	5·85	3·64	0·100	0·064	0·034	0·021	0·00759	0·00472	21·5	13·4	583 $\angle 1° 15'$
200 „	2·84	8·78	5·46	0·065	0·040	0·055	0·034	0·00684	0·00425	21	13	920 $\angle 1° 5'$
Viererleitung aus:												
200 Pfd.	2·84	4·39	3·07	0·090	0·056	0·034	0·021	0·00601	0·00375	22·7	14	615 $\angle 1° 1'$
300 Pfd.	3·48	5·85	3·64	0·065	0·040	0·055	0·034	0·00480	0·0299	21	13	920 $\angle 0° 42'$

Digitized by Google

Der Isolationswiderstand zwischen dem einen Draht und dem zweiten sowie gegen Erde ist größer als 5000 Ω pro englische Meile, das Verhältnis $\frac{A}{C}$, Ableitung zur Kapazität, darf 20 bei einer Frequenz $\omega = 2\pi n = 5000$ nicht überschreiten. Das Kabel wird im Juli l. J. in Betrieb genommen und wird dann das längste europäische Telephonkabel vorstellen.

(The Post office Electrical Engineers Journal, April 1914).

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Die Systemfrage bei der Elektrisierung der Hauptbahnen bespricht R. Vallauri, wobei er sich auf die Erörterung der konstruktiven und elektrischen Unterschiede der Einphasen- und Gleichstrommotoren beschränkt, ohne zu einer endgültigen Entscheidung gelangen zu wollen, die der Erfahrung der kommenden Zeit vorbehalten bleibt. Was die Kommutierung anlangt, so sind beide Motoren als gleichwertig zu erachten, das erkennt man daraus, daß der Kohlenverschleiß, das beste synthetische Maß für die Güte der Kommutierung, bei beiden Motorarten gleich ist. Eine wichtige Frage ist die in einem bestimmten Raum unterzubringende Motorleistung, die wieder von Durchmesser und Breite des Ankers und Kommutators bestimmt ist. Betreffend die Ankerdimensionierung muß daran erinnert werden, daß die A-Stäbe pro cm Ankerumfang bei Einphasenstrom größer, die Luftinduktion kleiner, das Produkt beider, das der Zugkraft pro cm² aktiver Ankerfläche entspricht, bei Gleichstrom 30 bis 50% höher liegt als bei Wechselstrom. Auch die Breite des Kommutators, der Strom pro Bürstenspindel sind bei Gleichstrom kleiner. Der Durchmesser des Kommutators ist durch den des Ankers nach oben begrenzt. Der Einphasenmotor braucht niedrige Spannung und starken Strom, was zugleich als Vorteil und als Nachteil zu erachten ist. Ein Vorteil für den Wechselstrommotor bildet der Erdstrom, der viel weniger verheerende Wirkungen auszuüben vermag.

Was nun die Lokomotive anlangt, so ist ihre charakteristische Eigentümlichkeit bei Wechselstrom der Transformator, der den Vorteil der Unabhängigkeit der Motorspannung von der Fahrdrahtspannung und der wirtschaftlichen Regelung mit sich bringt. Ein Unterschied zwischen beiden Systemen besteht in der Abhängigkeit zwischen Stromart und Bauart. Bis 300 oder 400 mkg normales Drehmoment ist die Anordnung eines vierpoligen Gleichstrommotors unterhalb des Lokomotivbodens mit einfachem Zahnradantrieb der Laufachsen unbedingt vorzuziehen. Diesbezüglich ist der Einphasenmotor ungünstiger. Zur Beurteilung der Verhältnisse wird die Formel

$$Z_e = \pi \cdot d_a \cdot b \cdot p \cdot \frac{v_a}{v_e}$$

herangezogen, wobei Z_e die Zugkraft am Radumfang, d_a und b Durchmesser und Breite des Motorankers, p die Zugkraft am Anker pro cm² der Oberfläche desselben, v_a die Geschwindigkeit am Ankerumfang, v_e jene der Lokomotive in m/Sek. bedeuten. Als einzig Veränderliche ist also der Ankerdurchmesser anzusehen, von dem die Bauart abhängt; da oberhalb eines bestimmten Wertes von d_a der direkte Antrieb durch das Zahnrad Schwierigkeiten macht, kommt man zur Hochlagerung des Motors und Zwischenschaltung von Kurbeln und Kuppelstangen. Da bei Gleichstrom die Werte für b und p größer sind, kann für denselben Wert von Z, d_a dort kleiner gewählt werden. Die Betrachtungen zeigen weiter, daß bei der gewöhnlichen Bauart mit Gleichstrommotoren die Leistungsgrenze wesentlich nach oben verschoben werden kann.

Weitere Vergleichspunkte sind die Platzfrage, Gewichtsfrage, der Preis und die Bauart; eine allgemeine Entscheidung kann nicht getroffen werden, hier muß von Fall zu Fall entschieden werden. Erwähnenswert ist, daß durch die gute Ausnutzung des Materials bei modernen Konstruktionen das Verhältnis des Gewichtes der elektrischen Ausrüstung zum gesamten Lokomotivgewicht auf 40% gesunken ist. Das Gewicht der Lokomotiven pro PS-Dauerleistung ist bei beiden Lokomotivtypen ungefähr das gleiche.

Zum Schluß weist der Verfasser darauf hin, daß das alte System der Umformung des Wechselstromes auf der Lokomotive in Gleichstrom jetzt eher Aussicht auf Verwirklichung hat, weil zufolge der besseren Ausnutzung des Materiales bei modernen Konstruktionen die Gewichtsfrage nicht mehr ein so großes Hindernis bildet. (E. K. B., Heft 24, 1914.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Eine Anordnung für gerichtete drahtlose Telegraphie. J. Zenneck, München. Es gibt zwei Anordnungen für drahtlose Telegraphie mit besonders günstiger Fernwirkungscharakteristik: die geknickte Marconiantenne und die Doppelantenne mit phasenverschobenen Schwingungen. Die erstere besitzt im besten Falle relativ geringe Seitenstrahlung, hingegen stets nicht unbeträchtliche Rückenstrahlung, die letztere zeigt keine Rückenstrahlung, jedoch beträchtliche Seitenstrahlung. Zenneck hat nun untersucht, ob eine Kombination beider Antennenformen Vorteile bietet und Nachteile vermeidet. Er fand, daß die Kombination gegen beide Komponenten Vorzüge aufweist. Die Seitenstrahlung ist weit geringer als bei der Doppelantenne und die Rückenstrahluug erscheint im Gegensatz zur Marconiantenne praktisch verschwindend. Die Fernwirkungscharakteristik der Kombination ist die günstigste unter allen bekannten, insoferne eine oder zwei Antennen in Betracht kommen. Braun hat allerdings eine Kombination mit einer noch günstigeren Fernwirkungscharakteristik angegeben, die jedoch vier Antennen erfordert.

(Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr 14, 1914.)

Einrichtung zur Störungsverhinderung beim Empfang in der drahtlosen Telegraphie. L. W. Austin schlägt vor, die bekannte Erscheinung, daß der Widerstand eines Kontaktdetektors sich mit der angelegten Spannung rasch ändert, dazu zu benutzen, störende Signale oder atmosphärische Störungen im Empfänger zur Erde abzulenken. Im Nebenschluß zur primären Wicklung des Empfangstransformators, an dessen sekundärer der Empfangskreis angeschlossen ist, wurde ein Kontakt zwischen Tellur und Aluminium gelegt. Wird die Antenne von einem abgestimmten Summer mit allmählich wachsender Kopplung erregt, so zeigt ein im Empfangskreis gelegtes Galvanometer zuerst wachsende, dann, bei noch stärkerer Erregung durch den Summer, abnehmende Ausschläge. Silizium in Kontakt mit metallischem Arsen als Nebenschließung zum Empfangstransformator lenkte am besten die Störungen zu Erde ab. Die besten Ergebnisse erhält man bei loser Kopplung, großer Induktanz der Antenne und Vorschaltung eines Kondensators vor den Kontakt, der nur zu einem Teil des Transformators parallel lag. (Jahrb. drahtl. Telegr., Bd. 8, Heft 5.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Elektrische Heizung von Eisenbahnwagen. R. Stearns. Die Pennsylvania Railroad hat für ihre auch auf der mit Dampflokomotiven befahrenen Strecke Heizkörper in die Wagen eingebaut, bei denen Wasser durch elektrische Widerstandserhitzung zum Verdampfen gebracht wird. Das Wasser läuft durch Röhren aus Stahlblech von 12·45 mm innerem und 17·15 mm äußerem Durchmesser, die in solcher Länge zwischen der Stromzuleitung und Erde geschaltet sind, daß sie bei 650 V an 412 kW aufnehmen. Die Rohre sind in vier Sektionen geteilt und in jede derselben kann Wasser aus einer Vierzylinderpumpe mit Elektromotorantrieb gedrückt werden. In den elektrisch erhitzten Rohren verdampft das Wasser, der Dampf wird aus den vier Sektionen in einem gemeinsamen Rohr gesammelt und durch einen Thermostaten und ein Drosselventil usw. zu den längs des Zuges verlegten Heizdampfleitungen geführt. 412 kW verdampfen stündlich 500 kg Wasser von 7·5 Atm. Wenn der Dampfdruck steigt, wird durch einen Regler der Strom und der Wasserzufluß unterbrochen. Durch den Thermostaten wird mittels Druckluft ein zweiter Regler beeinflußt, der den Pumpenmotor abstellt und den Heizstrom drosselt oder unterbricht. Außerdem sind noch eine Reihe Schutz- und Meßeinrichtungen für den Dampf- und Heizstrom vorgesehen. Die ganze Kesseleinrichtung samt Wasserbehälter wiegt 1590 kg. Um die Temperatur in den Stahlblechwagen bei — 16° Außentemperatur auf 20° zu halten, müssen pro Wagen stündlich 90 kg Wasser verdampft werden, eine Fahrgeschwindigkeit von 80 km pro Stunde angenommen.

Für die elektrisch betriebenen Strecken hat die Bahnverwaltung elektrische Heizwiderstände unter den Sitzen angeordnet, welche die durch einen Ventilator von außen oder aus dem Wageninnern zugeführte Luft erhitzen. Die Widerstände sind in drei Gruppen teilbar, die je nach der herrschenden Temperatur eingeschaltet werden. 10% der Widerstände sind untrennbar mit dem Ventilator in Reihe gelegt, so daß bei mildem Wetter stets frische, wenig angewärmte Luft eindringt. Durch einen Thermostaten wird bei Temperaturüberschreitungen die letzte, 50% der Widerstände umfassende Gruppe ein- und ausgeschaltet; bei sehr kaltem Wetter wird diese Gruppe den beiden anderen parallel gelegt. Der Stromverbrauch macht zirka 30 kW bei 2400 V aus.

(Gen. El. Rev., September 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über die Elektrizitätsleitung in anisotropen Flüssigkeiten. The Svedberg, Upsala. Untersuchungen über die Eigenschaften der anisotropen Medien sind für die Erforschung der Struktur der Materie von großer Bedeutung. Die festen anisotropen Körper (Kristalle) bilden in bezug auf Reinheit und Homogenität ein ungeeignetes Versuchsmaterial; außerdem können gewisse sehr wichtige Vorgänge (elektrolytische Leitung, innere Reibung, Diffusion) an ihnen nicht beobachtet werden. Hingegen sind die flüssigen anisotropen Medien (flüssige Kristalle) von allen diesen Nachteilen frei und The Svedberg hat entsprechende Versuche unternommen,

Digitized by Google

die zeigten, daß durch magnetische, elektrische oder kapillare Kräfte in bestimmten, zur Bildung flüssiger Kristalle fähigen Flüssigkeiten eine sehr starke und gut meßbare Anisotropie in bezug auf die elektrolytische Leitfähigkeit erzeugt werden kann. Die Gesetze dieser Erscheinungen scheinen in allen drei Fällen dieselben zu sein. Am genauesten konnte die durch ein magnetisches Feld bewirkte Anisotropie untersucht werden. Sie ist durch ein gestrecktes Rotationsellypsoid darstellbar, wächst mit zunehmender Feldstärke erst langsam, dann rasch, dann wieder langsam und wird endlich fast konstant. Die entsprechenden Kurven zeigen sonach große Ähnlichkeit mit den gewöhnlichen Magnetisierungskurven eines ferromagnetischen Körpers. Verschiedene Substanzen, Elektrolyte und Temperaturen ergeben verschiedene Kurven. In schwachen magnetischen Feldern braucht die Ausbildung der Anisotropie eine merkliche Zeit. Was die Theorie der Erscheinung anbelangt, so gelangte The Svedberg zu folgenden Schlüssen: Die elektrolytische Leitfähigkeit wird, wie bekannt, durch zwei Umstände bedingt, durch den Dissoziationsgrad des Elektrolyten und durch den gegen die Wanderung der Ionen von seiten des Lösungsmittels und der benachbarten Ionen oder undissoziierten Moleküle ausgeübten Reibungswiderstand. Eine Verschiedenheit des Dissoziationsgrades in verschiedenen Richtungen ist sehr unwahrscheinlich; man hat es also bei den beobachteten Erscheinungen augenscheinlich mit einer inneren Reibungsanisotropie zu tun, deren Zustandekommen wohl am einfachsten durch eine Orientierung der Moleküle zu erklären ist. (Ann. d. Phys. Nr. 16, 1914.)

Strahlungslehre.

Einfluß der Härte der Röntgenröhre auf die Interferenzerscheinungen an Kristallen. Nach W. Friedrich, München, hängt die relative Intensität der Interferenzmaxima im Interferenzphotogramm von der spektralen Verteilung der Intensität in den auf den Kristall auffallenden Strahlen ab. Da nun die Lage des Intensitätsmaximums ihrerseits wieder von der Spannung und damit von der Härte der Röhre abhängt, so lag es nahe, bei Härtenänderung eine Verschiebung des Maximums im Spektrum und damit eine Verschiebung der relativen Intensität der Interferenzflecke im Photogramm zu erwarten. Die Versuche an Zinkblende ergaben, daß bei Anwendung einer weichen Röhre die Interferenzflecke, die zu kleinen Wellenlängen gehören, gegenüber den Aufnahmen mit harter Röhre geschwächt werden bezw. bei einer bestimmten Wellenlänge völlig verschwinden. Flecken, die zu einer großen Wellenlänge gehören, sind hingegen in der Aufnahme mit weicher Röhre stärker als in der mit harter. Versuche mit Diamant bestätigten das Resultat, das seinerseits die erwähnten Annahmen Friedrichs bekräftigt. Die Absicht, aus den Versuchen quantitative Schlüsse auf die spektrale Intensitätsverteilung der Primärstrahlen zu ziehen, konnte Friedrich nicht ausführen, hauptsächlich aus dem Grunde, weil kein hinreichend guter Diamantkristall zu erhalten war, dessen Anwendung die zahlreichen Fehlerquellen wenigstens zum Teil ausgeschaltet hätte.
(Ann. d. Phys. Nr. 16, 1914.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektromaschinenbau.

(Schluß aus Heft 45/46, Seite 828.)

Wechselstromkollektormotoren.

Wird ein Dreiphasen-Reihenschlußkommutatormotor nach Fig. 42 bei direkter Reihenschaltung von Stator und Rotor und sechsphasiger Rotorspeisung an die Sekundärwicklung eines Leistungstransformators angeschlossen, so kann mitunter beim Betrieb als Motor sich ein selbsterregter Gleichstrom über den Wechselstrom lagern. Dieser Gleichstrom hat den durch Pfeile angegebenen Verlauf, er fließt also in allen drei Phasen des Stators in der gleichen Richtung. *P* ist die Primärwicklung, *S* die Sekundärwicklung des Leistungstransformators, *St* der Ständer, *L* der Läufer, B_1—B_6 sind die Kollektorbürsten des Reihenschlußkollektormotors und I_a I_c, II_a II_c, III_a III_c die Anfänge und Enden der drei Phasenwicklungen des Ständers. In Fig. 43 ist die Gleichstromverteilung für eine Statorwicklung, bei der eine Spulenseite ein Drittel der Polteilung bedeckt, dargestellt. *N N N* sind drei durch den Gleichstrom erzeugte Nordpole, *S S S* die entsprechenden Südpole. Das gleiche Feld wird nun vom Gleichstrom auch in der Rotorwicklung erzeugt, wobei eine Trommelwicklung mit Durchmesserschritt angenommen ist. Bei manchen Bürstenstellungen kann die Maschine als Motor betrieben, hinsichtlich des Gleichstromes generatorisch wirken, und das rührt daher, daß alle drei Phasen des Stators von Gleichstrom in der gleichen Richtung durchflossen werden, eine Stromverteilung, die für den Dreiphasenstrom unmöglich ist. Um diesen Übelstand zu vermeiden, werden gemäß einer Erfindung der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) die Phasen des Stators und Rotors so geschaltet, daß die Gleichstromverteilung irgendeinem Momentanwert des Dreiphasenstromes entspricht, so daß das Gleichstromfeld ebenso wie das Dreiphasenfeld nur motorisch wirken kann, wodurch eine Selbsterregung ausgeschlossen ist. Die Fig. 44 zeigt eine Ausführungsform mit beweglichen Rotorbürsten. Die Sekundärwicklung der Transformatoren zerfällt in je zwei auf demselben Stern liegende Hälften S_1 und S_2, die untereinander in Stern oder Dreieck geschaltet sind. Auch die Statorphasen zerfallen in zwei Hälften St_1 und St_2. Die aus der Figur zu entnehmende Schaltung hat derart zu geschehen, daß die magnetomotorischen Kräfte der Ströme, die in den beiden sekundären Spulen eines Sternes des Transformators erzeugt werden, im Stator und Rotor je in der gleichen Richtung wirken.
(D. R. P. Nr. 270 050.)

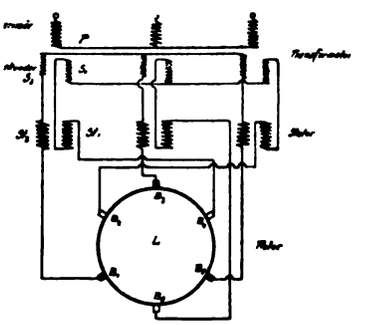


Fig. 44.

Bei den gewöhnlichen Dreiphasen-Reihenschlußkollektormotoren denen der Dreiphasenstrom unverkettet zugeführt wird und bei welchen jede Ständerphase auf je ein Drittel der Polteilung gewickelt ist, tritt bei der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 45 häufig beim Motorbetrieb ein selbsterregter Gleich- oder Wechselstrom auf, dessen Verlauf durch die Pfeile angedeutet ist. Dieser Strom nimmt, da für ihn das Netz einen Kurzschluß darstellt, leicht eine sehr bedeutende, nur durch die Sättigung des Motors begrenzte Stärke an, wirkt daher stark bremsend und verursacht heftiges Feuern der Bürsten. *T* ist ein Leistungstransformator, *St* der Ständer, *L* der Läufer. Der durch Selbsterregung entstehende Strom erzeugt ein 6 *p*-poliges Feld, wenn *p* die Polpaarzahl des Motors bedeutet. Um die Entstehung des 6 *p*-poligen, selbsterregten Feldes welches sich über das 2 *p*-polige Motorfeld lagert, zu verhindern, soll gemäß einer Erfindung der obgenannten Firma jede Phase der Ständerwicklung auf mehr als ein Drittel sämtlicher Nuten verteilt werden, und zwar könnten die Wicklungen der drei Phasen des Ständers so auf dem Umfang verteilt werden, daß in jeder Nut Drähte von mindestens zwei Phasen vorhanden sind. Die Wicklungsverteilung, bei welcher jede Phase der Ständerwicklung auf zwei Drittel sämtlicher Nuten verteilt ist, geht aus der Fig. 46 hervor, und man erkennt deutlich, daß die + und — Leiter des selbsterregten Stromes sich innerhalb jeder Nut kompensieren.
(D. R. P. Nr. 261 234.)

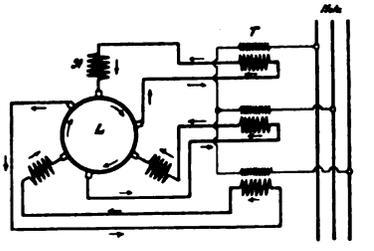


Fig. 45.

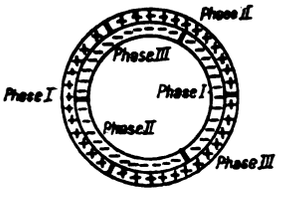


Fig. 46.

Gemäß einer Erfindung von M. Latour in Paris wird bei Wechselstromkollektormotoren die Zahl der Rotorphasen pro Statorphase in nachstehender Weise verdreifacht. Nach Fig. 47 werden drei Phasen in neun Phasen mit Hilfe eines Dreiphasentransformators *A* umgewandelt, der für jede Primärphase zwei Sekundärwicklungen *a* und *b* besitzt, die untereinander zu einem geschlossenen Kreise verbunden sind. Die Windungszahlen der Sekundärwicklungen *a* und *b* stehen zueinander im Verhältnis der Seiten *a'* und *b'* eines unregelmäßigen Vieleckes. Seine Seiten *a'* sind Tangenten eines Kreises *C*, dessen Sekanten die Seiten *b'* sind, und zwar derart, daß die Seiten *b'* und *a'* auf dem Kreisumfang neun Punkte von gleicher Entfernung 1, 2, 3 . . . . . 9 abschneiden bezw. berühren. Die Sekundärwicklungen *a* haben nun eine Klemme in der Mitte, die Sekundärwicklungen *b* zwei Klemmen, die sie in dem Verhältnis teilen, wie die Seiten *b'* durch den Umfang des Kreises *C* geteilt werden. Die Klemmen der Sekundärwicklungen *a* und *b* des Transformators, die so wie sie in der Schaltung aufeinanderfolgen, von 1 bis 9 beziffert sind, werden mit in derselben Reihenfolge in gleichen Abständen verteilten Rotorbürsten 1' bis 9' verbunden.
(Ö. P. Nr. 66 435.)

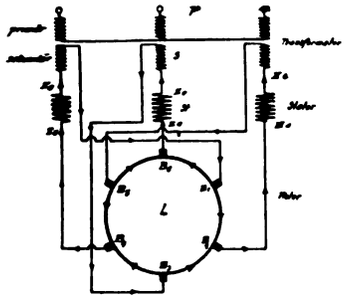


Fig. 42.

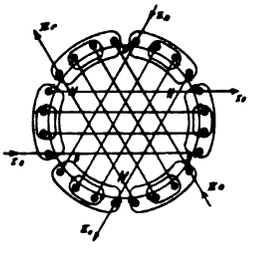


Fig. 43.

Digitized by Google

Eine Erfindung der Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget in Schweden betrifft einen Motor, der die besten Eigenschaften des Repulsionsmotors mit denen des Serienmotors vereinigt. Der Motor arbeitet bei Untersynchronismus als kompensierter Repulsionsmotor und bei Übersynchronismus als Serienmotor. Die Um-

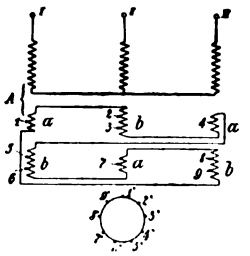


Fig. 47.

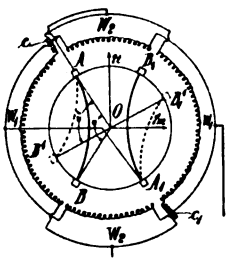


Fig. 48.

schaltung vollzieht sich durch Bürstenverstellung mit Hilfe eines Zentrifugalregulators, wobei die Kommutation im ganzen Geschwindigkeitsbereich gleich günstig bleibt. Die Fig. 48 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung. Der Stator trägt eine aus zwei parallel geschalteten Teilen bestehende Hauptwicklung W_1 und eine Feldwicklung W_2, die nicht immer nötig ist, weil die Erregung auch teilweise durch den Rotor geschieht. W_2 dient zum Teil auch als Kompensationswicklung für den Rotor, der mit dem Stator in Serie verbunden ist. Der Winkel α, über den sich die Wicklung W_1 erstreckt, beträgt 120 elektrische Grade. A, A_1 sind Stromabnehmerbürsten, B, B_1 sind im Bereiche α bewegliche Bürsten, die mit den Bürsten A, A_1 verbunden sind. Wenn die Bürsten B, B_1 abgehoben sind, dann wirkt der Motor als Serienmotor mit Erregung durch den Rotor in der Richtung 0—φ_m und, wenn W_2 vorhanden ist, mit Erregung durch die Amperewindungen von W_2 kombiniert mit jenen des Rotors. c, c_1 sind Kommutationswicklungen für die unter A und A_1 liegenden kurzgeschlossenen Wicklungen. Wenn hingegen die Bürsten B, B_1 um α gegen die Bürsten A, A_1 versetzt, auf dem Kollektor aufruhen, dann arbeitet der Motor als kompensierter Repulsionsmotor mit dem Felde φ_m, das ausschließlich vom Rotor erzeugt wird oder wenn W_2 eingeschaltet ist, durch die kombinierten Amperewindungen von W_2 und des Rotors. Befinden sich die Bürsten B, B_1 in einer Zwischenstellung B^1, B_1^1, dann ist das Hauptfeld des Motors in der Richtung 0—φ_m und wird vom Rotor im Vereine mit W_2 erzeugt. Der Rotor funktioniert mit dem kurzgeschlossenen Teil A, B^1 oder A_1, B_1^1 als kompensierter Repulsionsmotor und erzeugt in der Richtung 0 — φ_1 ein Feld, dessen Intensität von der Größe des Winkels α_1 abhängt. Der übrig bleibende Teil des Rotors, B, B^1 oder B_1, B_1^1, wirkt als Serienmotor im selben Felde φ_m mit einem dem Winkel α_1 entsprechenden Teil der Wicklung W_1 als Kompensationswicklung.

(F. P. Nr. 465 724.)

Eine Erfindung von M. Liwschitz in Charlottenburg betrifft eine Anordnung zur Verbesserung der Kommutation bei Repulsionsmotoren mit mehrfachen Ankerstromkreisen und mehreren, voneinander elektrisch unabhängigen Bürstensätzen pro Pol. Die Verbindung der Bürsten verschiedener Polarität muß derart gewählt werden, daß wenigstens ein Teil der miteinander verbundenen Bürsten einen Winkel, der kleiner als 180 elektrische Grade ist, einschließen. Bei der zweipoligen zweifachen Parallelwicklung müssen dementsprechend die Bürsten so verbunden werden, wie es die Fig. 49 zeigt, nämlich die

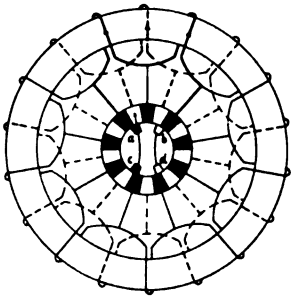


Fig. 49.

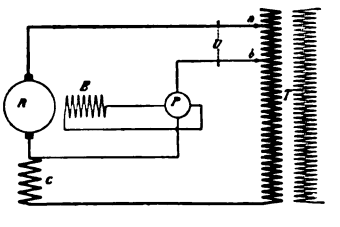


Fig. 50.

Bürste a mit der Bürste c und die Bürste b mit der Bürste d. In dem Kurzschlußkreise, der von den Bürsten verschiedener Polarität gebildet ist, tritt bei dieser Verbindung der Bürsten folgende Gegenschaltung auf: Die zwei Spulen der voll ausgezogenen Wicklung sind den zwei Spulen der gestrichelten Wicklung in bezug auf die EMK der Transformation gegengeschaltet. (D. R. P. Nr. 271 149.)

Eine Erfindung der Société Alsacienne De Constructions Mécaniques in Belfort hat einen Einphasenkollektormotor mit Nebenschlußcharakteristik zum Gegenstande. Der Motor (Fig. 50) wird von einem Transformator T gespeist, dessen Sekundärwicklung mit Regelkontakten versehen ist und die variable Spannung liefert, mit deren Hilfe die Geschwindigkeit geregelt wird. R ist der Rotor, C die Kompensationswicklung und E die Erregerwicklung. Beim normalen Laufe sind R, C und E in Serie, während bei Energierückgewinnung die Verbindungen die in der Figur dargestellten sind. Die Erregerwicklung E wird von der Sekundärwicklung eines Phasentransformators P gespeist, der auch die Spannung ändern kann. Die Primärwicklung des Transformators liegt an der mit der Kompensationswicklung C verbundenen Bürste und dem Regelkontakt b. Der Erregerstrom kann dadurch in der Größe und Phase geändert werden und insbesondere so, daß die Energierückgewinnung mit einem $\cos \varphi = 1$ stattfindet, unabhängig von der Stromstärke. Die Geschwindigkeit, bei der die Rückgewinnung eintritt, kann geregelt werden sowohl durch Verstellung der Kontakte a und b als auch durch Schalten variabler Impedanzen in Serie mit der Erregerwicklung E. Zum gleichen Zwecke kann man auch einen Regeltransformator benutzen, der vor oder hinter den Transformator P geschaltet wird. (F. P. Nr. 459 218.)

Gegenstand einer Erfindung der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) ist ein Dreiphasen-Reihenschlußmotor mit sechsphasig über einen Serientransformator gespeistem Rotor, bei welchem die Übertragung der Selbsterregung vom Rotor auf den Stator durch eine besondere Schaltung des Serientransformators unmöglich gemacht ist, so daß die Entstehung von Selbsterregerströmen völlig verhindert wird. Die Fig. 51 veranschaulicht die Erfindung. S, S, S ist die Ständerwicklung des Dreiphasen-Serienmotors, welche in Reihe mit der Primärwicklung p, p, p des Serientransformators liegt. Die drei Primärphasen sind durch Dreieckschaltung verkettet. Der Rotor R besitzt sechs Bürsten b_1, b_2, b_3 und b_1', b_2', b_3', welche von der Sekundärwicklung des Transformators T gespeist werden. Die Wicklung jeder Sekundärphase setzt sich aus zwei, auf verschiedenen Kernen liegenden Wicklungsteilen zusammen, welche entgegengesetzten Wicklungssinn haben. Wird nun jeder Sekundärphase des Transformators vom Rotor aus Strom im gleichen Sinne zugeführt, dann heben sich die Wicklungen der beiden Sekundärwicklungsteile auf jedem Transformatorkern auf, so daß eine Übertragung auf die Primärwicklung unmöglich ist. Auch die Streuflüsse heben sich in ihrer Wirkung vollkommen auf, wenn sich die beiden Sekundärwicklungen jedes Kernes gut überdecken oder wenn sie sich zur Primärwicklung in symmetrischer Lage befinden. Keineswegs darf bei dieser Schaltung etwa durch Verbindung der sekundären Phasenmitten ein Sternpunkt geschaffen werden, da dann eine Übertragung der Selbsterregerströme auf den Primärkreis wieder möglich wird. (D. R. P. Nr. 275 219.)

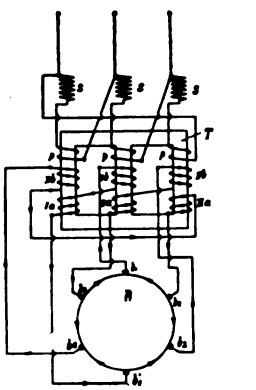


Fig. 51.

Vereins-Nachrichten.

Hilfs- und Fürsorgeaktion des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

Wir verzeichnen nachstehend die noch eingelaufenen Spenden im Gesamtbetrage von K 270·—, wodurch die Gesamtsumme die Höhe von K 4740·— erreicht. Auf Seite XXVIII des Anzeigenteiles dieses Heftes sind die Anzeigen betreffend die Stellenvermittlung enthalten.

4. Verzeichnis der Spender. Direktor Ludwig Kallir, Wien; Tungsram, Glühlampen- und Elektrizitäts-Gesellschaft, Wien; Direktor F. Decker, Marienbad; Regierungsrat Professor K. Schlenk, Wien; Prof. Dr. Ing. W. Reichel, Berlin-Lankwitz; Ing. Gustav Frisch, Wien; Inspektor F. Horvath, Monfalcone.

Kriegsanleihe.

Wir beabsichtigen, in der Vereinszeitschrift auszuweisen, in welchem Ausmaße sich die elektrotechnische Industrie und die Elektrotechnikerschaft Österreichs und Ungarns an der Kriegsanleihe beteiligt haben. Es erging daher unlängst an unsere Mitglieder die Aufforderung, uns mitzuteilen, welcher Betrag gezeichnet wurde, ob der Name und der Betrag einzeln ausgewiesen oder ob der gezeichnete Betrag allein in die summarische Aufstellung aufgenommen werden solle. Den Ausweis hierüber werden wir nach Einlauf sämtlicher Mitteilungen in der Vereinszeitschrift veröffentlichen.

Friedrich König †.

Unser langjähriges Mitglied und ehemaliges Ausschußmitglied Kaiserl. Rat Ing. Friedrich König ist am 18. November plötzlich verschieden. Am Leichenbegängnis haben unser Vereinspräsident Direktor Ludwig Gebhard und eine Anzahl Vereinsmitglieder teilgenommen; der Verein hat zum Zeichen seiner Teilnahme an der Bahre des Verstorbenen einen Kranz niedergelegt.

König hat an den Vereinsarbeiten als Mitglied verschiedener Komitees tätig mitgewirkt; in letzterer Zeit hatte er eifrigst an den Arbeiten des Theaterkomitees unseres Vereines teilgenommen, welchem die Revision der von unserem Vereine herausgegebenen Sondervorschriften für Theater obliegt.

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 24. November 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. **Chefredakteur: J. SEIDENER.**

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie **Redaktion, Administration** und **Expedition** der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der **Jahresbeitrag** beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige **Eintrittsgebühr** beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. **Bezugspreise:** Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die **Bezugspreise** sind im **vorhinein** zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro *mm* Höhe und Spalte (45 *mm* Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Der Quecksilberbogen-Gleichrichter. Von Dr. O. Kruh, Wien 845
Die Elektrizitätswerke in Kriegszeiten. Von Ing. Ed. Pick 848
Steuerfreie Betriebe im Elektrizitätswerk. Von W. v. Winkler. (Schluß) 851
Rundschau:
- Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 852
- Dynamomaschinen, Transformatoren 852
- Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 853
- Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate 853
- Leitungen 853
- Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 854
- Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 854
- Strahlungslehre 854

Chronik 855
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues: Leitungen und Leitungsbau 855
Vereinsnachrichten 856
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *493—496*

Der Quecksilberbogen-Gleichrichter.

Eine Experimental-Studie*) von **Dr. O. Kruh,** Wien.

Einleitung.

1. Der Quecksilberbogen war Gegenstand vieler Untersuchungen; zunächst beschäftigten sich mit ihm Erfinder, die das glänzende Licht zur Herstellung einer Quecksilberbogenlampe verwenden wollten. Alle diese Versuche scheiterten an dem Umstand, daß sie in einer Atmosphäre von Luft gemacht wurden, das gebildete Quecksilberoxyd belegte die Glaswandung und absorbierte die Strahlung des Bogens. Auf die Benutzung einer neutralen Atmosphäre schien man damals nicht verfallen zu sein oder infolge der komplizierten Vorrichtungen darauf verzichtet zu haben. Erst als Arons**) die Versuche mit einem Quecksilberbogen in Vakuum machte, erzielte er größere Erfolge, wenn auch zunächst bloß in wissenschaftlicher Beziehung. Die technische Durcharbeitung dieses Problems wurde dann von Cooper Hewitt und Weintraub übernommen und, von einem Stab von Ingenieuren unterstützt, gelang es ihnen, brauchbare Gleichstrombogenlampen herzustellen. Über die Details dieser Arbeiten wird auf die Publikationen hingewiesen***).

2. Die Präponderanz und Wichtigkeit der Kathode in einem elektrischen Bogen wurde schon frühzeitig erkannt, so zum Beispiel durch Fleming†) in seinen Untersuchungen über den Kohlenbogen. Beim Metallbogen tritt dieses unsymmetrische Verhalten noch klarer hervor. Es ist ein besonderes Verdienst von Weintraub, zuerst die Eigenschaften der Kathode beim Quecksilberbogen festgestellt zu haben. Er fand, daß die Kathode auf irgendwelche Weise „erregt" werden muß, damit ein Metallbogen zustandekommt, ein Umstand, der besonders beim Ingangsetzen des Quecksilberbogens in Betracht kommt. Bei den Methoden des Ingangsetzens eines Quecksilberbogens von Arons, durch direkten Kontakt, und von Hewitt, durch hohe Spannung, sind diese Verhältnisse verdeckt. Erst als es Weintraub gelang, durch einen Hilfsbogen den Quecksilberbogen zu zünden, kamen die Eigenschaften der Kathode klar zutage. Dasselbe gilt von der Methode des Ingangsetzens eines Bogens durch Bestrahlung, die von Kruh herrührt††).

3. Der Unterschied zwischen der Kathode und der Anode ist bereits äußerlich bemerkbar. Die Anode ist von einem leuchtenden Dampfe ziemlich gleichmäßig umgeben, so daß die Entladung von der ganzen Oberfläche ausgeht, die Kathode dagegen erscheint als eine leicht bewegliche, kleine, leuchtende Fläche, die auf der Quecksilberoberfläche hin und her wandert. Die Ursache dieser Erscheinung ist

*) Vorliegende Untersuchungen wurden vom Verfasser vor einigen Jahren im Research Laboratory of the General Electric Co. durchgeführt. Infolge von Patentstreitigkeiten zwischen der General Electric Co. und der Cooper Hewitt Co. wurde die Veröffentlichung der wichtigsten Resultate bis zur Beendigung der Prozesse hinausgeschoben.

**) Arons: Annalen der Physik, 1896.

***) Cooper Hewitt: El. World 1903. — Weintraub: Phil. Mag. 1904. — Weintraub: El. World 1905. — Weintraub: El. World 1913. — Pole: Die Quarzlampe, ihre Entwicklung und ihr heutiger Stand. — Man vergleiche außerdem: Paweck: (Kellners Anteil an der Quecksilberlampe) Z. f. Elektrochemie 1904. — Bastian & Salisbury: London Electrician 1904. — Bodenstein: (Quarzlampe) Z. f. Elektrochemie 1904. — Ladenburg: (Energie Spektrum) Phys. Zeitschrift 1904. — Pollak: Phys. Zeitschrift 1905. — Child: Phys. Rev. 1906 und 1907. — Küch und Retschinsky: Annalen d. Ph. 1906.

†) Fleming: Proc. Roy. Soc. XLVII, 1890.

††) Kruh: Über das Ingangsetzen eines Quecksilberbogens. E. u. M. 1911, Seite 615.

Digitized by Google

in der Reaktionswirkung des mit großer Geschwindigkeit von der leuchtenden Fläche abdestillierenden Quecksilberdampfes zu suchen, eine Wirkung, die derjenigen einer Rakete ähnlich ist. Durch die Wanderung der Kathode werden Interferenzwellen an der Quecksilberoberfläche erzeugt, wodurch die Neigung des Kathodenpunktes zur fortwährenden Bewegung noch verstärkt wird.

Das ungleiche Verhalten der Kathode und Anode zeigt sich auch in der Wirkung des magnetischen Feldes. Die Kathode wird von demselben leicht beeinflußt, während die Anode auch gegen starke Felder wenig empfindlich ist. Die Verschiedenheit drückt sich auch in dem Spannungsabfall aus zwischen Kathode und Bogen, der innerhalb weiter Stromgrenzen zirka 4·5 V beträgt und dem Spannungsabfall zwischen Anode und Bogen, der mit der Stromdichte variiert und dessen Größe je nach den Versuchsbedingungen zwischen 2 und 6 V gefunden wurde. Dieses verschiedene Verhalten erklärt sich aus dem Umstande, daß die Kathode ihre Stromdichte konstant erhalten kann, indem sie bei größeren Strömen ihre Entladungsoberfläche vergrößert, während bei der Anode die Stromdichte mit dem Strome variieren muß.

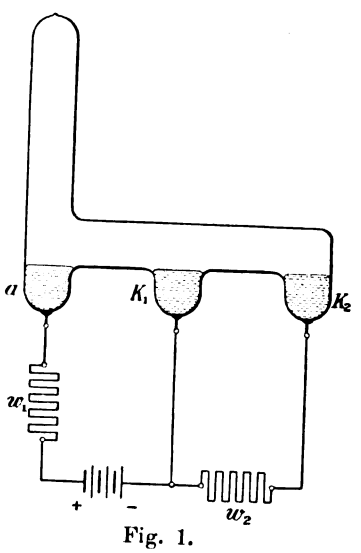


Fig. 1.

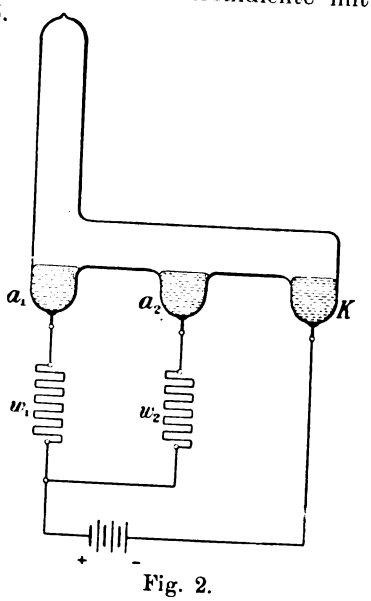


Fig. 2.

Folgender Versuch zeigt in besonders markanter Weise die grundsätzliche Verschiedenheit zwischen den beiden Elektroden.

Fig. 1 stellt eine Quecksilberlampe dar, in der die Elektrode a mit dem positiven Pol einer Gleichstromquelle verbunden ist und die Elektroden K_1 und K_2 mit dem negativen Pol derselben Quelle. Es sei auf irgendwelche Weise der Bogen zwischen der Anode a und Kathode K_2 hergestellt. Obwohl K_1 ebenfalls mit dem negativen Pol verbunden ist und zwischen K_2 und a liegt und obwohl zwischen K_1 und a die Spannung höher ist als zwischen K_2 und a, entsteht trotzdem kein Lichtbogen zwischen K_1 und a. Die elektrischen Verhältnisse sind bei den hier in Betracht kommenden Spannungen unwesentlich, die Kathode des Quecksilberbogens muß auf besondere Weise in den ihr eigentümlichen Zustand gebracht werden, in dem sie negative Elektronen aussenden kann.

Ganz anders verhält sich die Anode im gleichen Falle. Fig. 2 stellt dieselbe Quecksilberlampe dar, bei der die Elektroden a_1 und a_2 mit dem positiven Pol und die Elektrode K mit dem negativen Pol verbunden ist. Man kann einen Quecksilberbogen von a_1 nach a_2 durch Widerstandsverminderung bei a_2 hinüberleiten und umgekehrt, man kann auch den Bogen zu a_1 und a_2 gleichzeitig gehen lassen, was in dem in Fig. 1 geschilderten Falle unmöglich ist.

In einer Quecksilberbogenlampe gelingt es leicht, eine große Anzahl von Anoden mit einer Kathode zu erhalten, soferne nur jede Anode einen kleinen Widerstand in Serie besitzt, um die geringen Potentialschwankungen des Bogens auszugleichen. Es gelingt jedoch bloß durch besondere Anordnungen, eine Quecksilberlampe zu betreiben, die zwei Kathoden und eine Anode besitzt. Fig. 3 zeigt eine derartige Anordnung, dabei sind a Anode des Quecksilberbogens und K_1 und K_2 Kathoden desselben, mit denen zwei Reaktanzen r_1 und r_2 in Serie geschaltet sind. Ihre Funktion besteht offenbar darin, die Spannung zwischen a und K_1, bezw. a und K_2 zu erhöhen, wenn K_1 oder K_2 zu erlöschen beginnen. Ersetzt man die beiden Reaktanzen durch zwei Widerstände, so erlischt eine der Kathoden. Möglicherweise könnte man durch Verwendung einer Gleichstromquelle von hoher Spannung auch mit Widerständen in Serie mit den Kathoden denselben Effekt erzielen, jedenfalls zeigen die auftretenden Schwierigkeiten ebenfalls die Verschiedenheit zwischen Kathode und Anode.

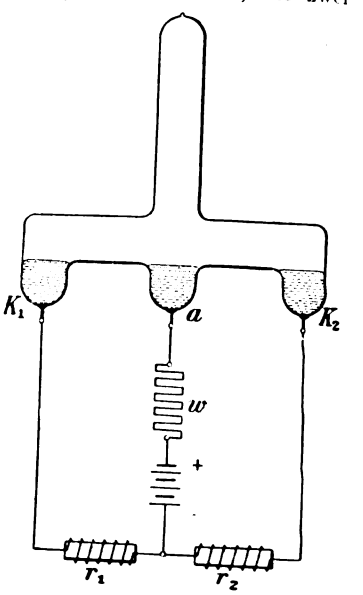


Fig. 3.

Verhalten einer Quecksilberlampe zu einer Wechselstromspannung.

4. Dieser Unterschied zwischen den beiden Elektroden ist Ursache der besonderen Erscheinungen, die dann auftreten, wenn eine Wechselstromspannung an zwei Quecksilberelektroden angeschlossen wird. Man findet ebenso wie beim Gleichstrom, daß bei mittleren Spannungen, wie sie in der Beleuchtungstechnik verwendet werden, eine Entladung nicht stattfindet. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn das Rohr bis zu dem höchst erreichbaren Vakuum ausgepumpt ist und wenn das Quecksilber eine Temperatur von zirka 20° C nicht überschreitet. Bei dieser Temperatur ist der Quecksilberdampfdruck sehr gering und infolge Abwesenheit anderer Gase kann ein Transport der Elektrizität im Rohre nicht stattfinden. Man kann mit solchen Rohren bis zu 20 000 V Spannung keine sichtbare Entladung erreichen. Vergrößert man dagegen den Druck im Rohre dadurch, daß man die Temperatur der Quecksilberelektroden beträchtlich erhöht, so kann man bereits bei Spannungen von zirka 400 V einen Strom von der Größenordnung eines Milliampere durch das Rohr hindurchschicken. Mit steigender Spannung steigt auch die Stromstärke, die alle Eigenschaften einer Geißler-Entladung besitzt, wie zum Beispiel den kleinen Druckgradienten in der positiven Säule und den großen Spannungsabfall im dunklen Kathodenraume. Die Größe des hindurchfließenden Stromes hängt außer von der Spannung von der Menge des im Raume befindlichen Quecksilberdampfes ab. Bei einem Druck von zirka 1 mm ist die Leitfähigkeit wie bei anderen Gasen die größte. Erhöht man die Spannung auf zirka 1000 V, so bemerkt man außer der Geißler-Entladung auch noch plötzlich auftretende starke Bogenentladungen, die bei Spannungen über 1000 V sich in eine regelmäßige Bogenentladung umwandeln. Untersucht man den hindurchfließenden Strom mittels eines Oszillographen, so findet

Digitized by Google

man, daß der Strom gleichgerichtet ist, wobei die Richtung desselben von Zeit zu Zeit sich ändert. Bei weiterer Erhöhung der Spannung kann man schließlich auch einen Wechselstrombogen in der Quecksilberlampe erhalten.

Ist das Rohr vollkommen symmetrisch gebaut, so hängt es von Zufälligkeiten ab, welche Elektrode als Kathode des gleichgerichteten Bogens wirkt. Wenn jedoch irgendwelche Unsymmetrie vorhanden ist — es erschüttere, zum Beispiel, das kondensierte Quecksilber die eine der Elektroden — so wird diese Elektrode öfters Kathode des Stromkreises werden. Wenn die eine Elektrode aus Graphit besteht, so wird diese die Tendenz haben, Kathode des Bogens zu bleiben, wobei eine Zerstäubung des Graphits eintritt. Die Eigenschaft des Kohlenstoffes, negative Elektronen leichter auszusenden als Quecksilber, wird am besten charakterisiert durch einen Versuch nach S a h u l k a*), der die Rektifizierung des Wechselstromes durch einen Quecksilberbogen bei Atmosphärendruck zuerst beobachtet hat.

Man macht den Versuch in der Weise, daß man ein unten geschlossenes Eisenrohr *e* (Fig. 4) von zirka 30 mm Durchmesser, mit Quecksilber *h* beschickt und an dem offenen Ende des Rohres eine isolierte, bewegliche Graphitelektrode *g* derart anbringt, daß sie ohne Gefahr für den Experimentierenden zum Kontakte mit der Quecksilberoberfläche gebracht werden kann. Verbindet man die Quecksilberelektrode und die Graphitelektrode mit der sekundären Spule eines Transformators *T* von zirka 1000 *V* Spannung, bringt nun die Graphitelektrode mit dem Quecksilber in Kontakt und unterbricht diesen durch Hebung der Graphitelektrode auf zirka 5 mm Entfernung, so findet man, daß im ersten Moment die Quecksilberelektrode die Kathode des Stromkreises ist. Nach kurzer Zeit jedoch, wenn die Graphitelektrode heiß geworden ist, kehrt sich die

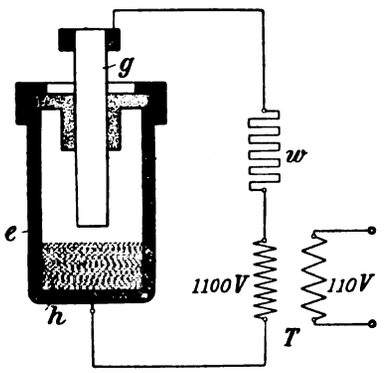


Fig. 4.

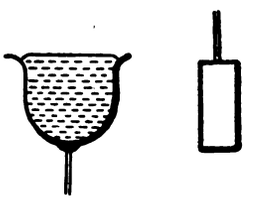
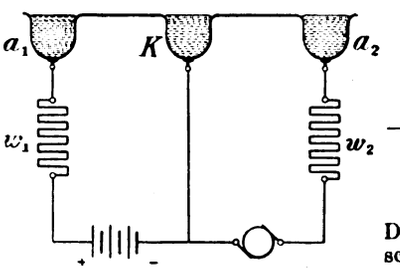


Fig. 5.

Stromrichtung um und die Graphitelektrode ist jetzt Kathode des Stromkreises. Infolge der leichten Verdampfbarkeit des Quecksilbers haben wir es hier nicht etwa mit einem Bogen in der Luft, sondern mit einem Quecksilberbogen von einer Atmosphäre Druck zu tun. Man kann mit diesem Apparate sehr wohl den Wechselstrom rektifizieren, da die Gleichrichtung quantitativ erfolgt. Durch entsprechende Schaltung könnte man auch beide halben Wellen des Wechselstromes gleichrichten. Indessen findet hier infolge der hohen Spannung des Quecksilberbogens ein erheblicher Verlust von elektrischer Energie statt.

In allen oben beschriebenen Fällen findet infolge der hohen Zündspannung eine starke Verzerrung der Wellenform des Stromes statt, so daß wir hier, wie bei allen Lichtbogen, den Fall einer scheinbaren Phasenverschiebung haben.

5. Will man einen Quecksilberbogen mit geringer Wechselstromspannung betreiben, so muß man die Kathode auf irgendwelche Weise in ihrem erregten Zustande erhalten*). Dies kann am leichtesten dadurch geschehen, daß man in einer Quecksilberlampe zwischen zwei Elektroden einen Gleichstrombogen zündet, die negative Elektrode des Gleichstromes zur Kathode des Wechselstromes macht und den anderen Pol der Wechselstrommaschine mit einer dritten Elektrode, die aus Quecksilber oder Graphit bestehen kann, verbindet (siehe Fig. 6)**). Oszillographische Wellenaufnahmen zeigen, daß der Wechselstrom quantitativ in Gleichstrom umgewandelt wird, wobei jedoch der Natur der Sache gemäß bloß die halbe Welle rektifiziert wird. Schaltet man den Gleichstrom aus, so erlischt auch der gleichgerichtete Wechselstrom. In der kurzen Zeit somit, in der die Umkehrung der Spannungsrichtung des Wechselstromes andauert, erlischt die Kathode und kann bei der geringen angewendeten Spannung nicht von neuem erregt werden. Bei einem Versuche, den der Verfasser mit einer Wechselstrommaschine von 10 000 Perioden gemacht hat, trat dieselbe Erscheinung ein, so daß der eigentümliche Zustand der Kathode in einem außerordentlich kurzen Zeitintervall verschwindet, der kleiner ist als $^1/_{20000}$ Sekunde.



Rektifikation mit Hilfe von Gleichstrom.

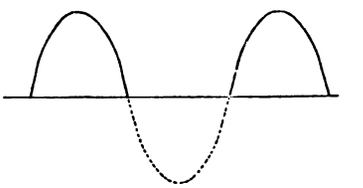
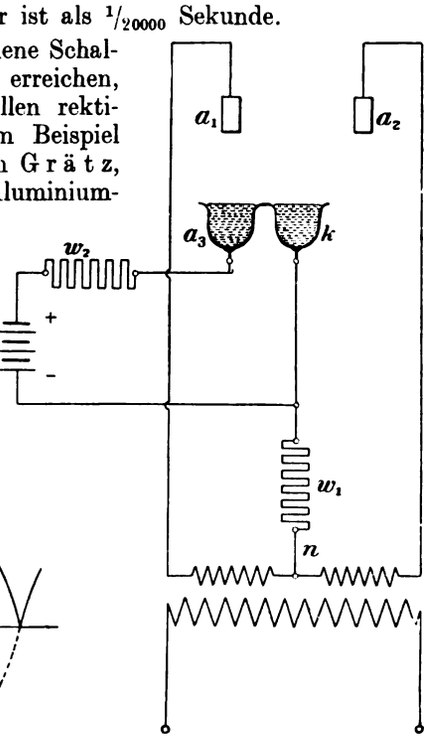

Die ausgezogene Kurve zeigt schematisch den rektifizierten Strom.

Fig. 6.

6. Durch verschiedene Schaltungen kann man es erreichen, daß beide halbe Wellen rektifiziert werden, so zum Beispiel nach der Methode von G r ä t z, wie sie zuerst bei den Aluminiumgleichrichtern angewandt wurde. Einfacher ist es, zwei sekundäre Spulen eines Transformators (siehe Fig. 7) in Serie zu schalten, die beiden freien



Rektifizierung beider halben Wellen durch einen Gleichrichter.

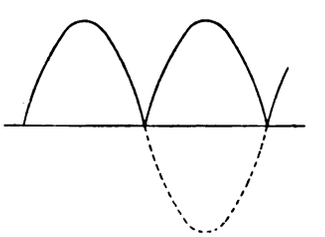

Stromkurve bei nicht induktiver Belastung.

Fig. 7.

*) S a h u l k a: Diese Beobachtung stammt vom Jahre 1894.

*) Die Priorität für diese Erfindung wurde C o o p e r H e w i t t zuerkannt, gleichzeitig und unabhängig von ihm wurde die Erfindung auch von W e i n t r a u b gemacht.

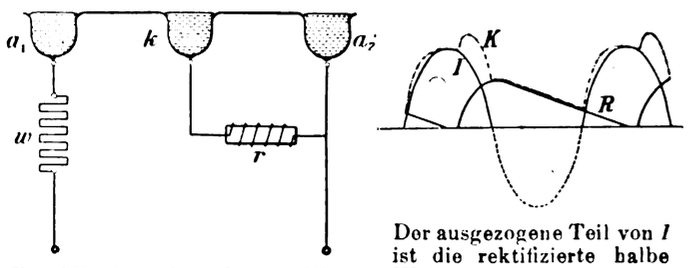
**) Um die sich wiederholende Zeichnung der Glasumhüllung in allen jenen Fällen zu vermeiden, in denen sie unwesentlich ist, pflegten wir bloß die Elektroden in der in Fig. 5 angedeuteten Weise zu bezeichnen, wobei *a* immer eine Anode des Quecksilberbogens und *K* Kathode desselben, manchmal auch Quecksilber Anode bedeutet. — Wir wollen im folgenden von dieser Abkürzung Gebrauch machen.

Digitized by Google

Enden der Spulen mit den Anoden a_1 und a_2 zu verbinden und von der gemeinsamen Leitung einen „neutralen" Draht n zu der Kathode k zu leiten. Setzt man die Quecksilberlampe durch einen Gleichstrom in Gang, derart, daß die Kathode k auch die Kathode des Gleichstromes ist, so erfolgt die Rektifizierung in der Weise, daß jede Spule unabhängig von der anderen die halben Wellen rektifiziert, die sich dann in der Mittelleitung zu einem kontinuierlichen Gleichstrome vereinigen. Da bloß der halbe Transformator Strom liefert, so kann die Gleichstromspannung in der Mittelleitung nicht mehr als die Hälfte der Transformatorspannung betragen. Diese Schaltung gestattet bereits eine technische Verwendung des gleichgerichteten Wechselstromes zum Laden von Batterien, Betrieb von Gleichstromdynamos usw. Auch diese Einrichtung ist jedoch kompliziert, weil eine unabhängige Gleichstromquelle zur Verfügung stehen muß.

7. Betrachtet man die rektifizierte Stromkurve in der Linie n, so sieht man, daß bloß ein kleiner Zeitraum zu überbrücken wäre, bei dem die Kathode stromlos sein würde und infolgedessen der Gleichrichter erlöschen müßte. Hiezu kommt noch dasjenige Intervall, bei dem die Spannung der Maschine unter zirka 14 V sinkt, welche Zahl ungefähr die Summe des Kathoden- und Anodenfalles und des Spannungsabfalles eines kurzen Lichtbogens darstellt. Während dieses Zeitintervalles wurde die Kathode in unserem Versuche durch den Gleichstrom erregt erhalten. Eine andere Methode besteht darin, daß man in Serie mit der Kathode eine Drosselspule von genügender Reaktanz schaltet. Diese Methode wurde zuerst von Cooper Hewitt verwendet. Die Funktion der Spule besteht darin, magnetische Energie während der Stromzunahme in der ersten Hälfte der halben Welle aufzuspeichern und diese Energie dann in elektrische Energie während der Stromabnahme umzuwandeln. Ist die Reaktanz genügend groß, so wird die vorhandene magnetische Energie ausreichen, um das Intervall, in dem die Kathode stromlos sein würde, zu überbrücken; während dieser Zeit wirkt somit die Reaktanz wie ein Gleichstromgenerator.

8. Gleichzeitig und unabhängig von Cooper Hewitt wurde dasselbe Prinzip von Weintraub und Weintraub und Kruh*), jedoch in einer anderen Schaltweise, angewandt. Verbindet man den Wechselstromgenerator mit zwei Elektroden einer Quecksilberlampe a_1 und a_2 (siehe Fig. 8), eine Reaktanz r mit einer dritten



Rektifikation einer halben Welle mit Hilfe einer Reaktanz.

Der ausgezogene Teil von I ist die rektifizierte halbe Welle, R Reaktanzstrom, K Summe beider.

Fig. 8.

Elektrode k und das andere Ende der Reaktanz mit einem Pol der Wechselstrommaschine, so findet man, daß eine derartig geschaltete Lampe einmal in Gang gesetzt nicht erlischt. Dabei ist die Elektrode k die Kathode des Quecksilberbogens.

Untersucht man den in den Leitungen und in der Lampe fließenden Strom mittels eines Oszillographen, so findet man, daß in allen Linien ein intermittierender Gleichstrom fließt, und zwar derart, daß er vom Pole der Maschine durch die Elektrode a_1 (Anode), Elektrode k (Kathode), die Reaktanz r zur Maschine zurückkehrt. Andererseits findet man, daß durch die Elektrode a_2 ebenfalls ein intermittierender Gleichstrom fließt, wobei a_2 Anode ist und k Kathode dieses Stromkreises, der bloß von der Reaktanz r gespeist wird, und zwar dann, wenn der Dynamostrom nach Erreichung seines Maximalwertes zu fallen beginnt, wodurch die aufgespeicherte magnetische Energie Gelegenheit bekommt, sich in elektrische umzuwandeln und durch die Lampe zu entladen. Von der Größe der Reaktanz sowie von dem Ohmschen Widerstande derselben hängt es ab, wie lange die Entladung vor sich geht. Je mehr Eisen und je weniger Ohmscher Widerstand, desto länger wird diese Entladung andauern können. Die elektrischen Verhältnisse müssen jedenfalls so sein, daß die Entladung etwas länger als eine halbe Periode andauert. Die Kurve I (siehe Fig. 8) zeigt uns eine halbe rektifizierte Welle des Wechselstromes, die Kurve R zeigt uns den Reaktanzstrom, der durch die Entladung der Reaktanz zustandekommt und welcher in der zu a_2 führenden Leitung meßbar ist. Man sieht somit, daß die Elektrode k immer unter Strom ist (siehe Kurve K), was eine Vorbedingung für das Brennen der Lampe darstellt.

(Fortsetzung folgt.)

*) Die in den Abschnitten 8 bis 32 beschriebenen Versuche wurden vom Verfasser experimentell durchgeführt.

Die Elektrizitätswerke in Kriegszeiten.

Von Ing. **Ed. Pick.**

In Kriegszeiten nimmt der Staat alles in Beschlag, was der Armeeleitung dienlich oder nützlich sein kann: die wehrfähigen Männer, die Professionisten, die Eisenbahnen und Schiffe, Post, Telegraph und Telephon und gewisse Materialvorräte. Der Verkehr mit den feindlichen Staaten hört auf und damit auch die Einfuhr verschiedener Artikel aus verbündeten und aus neutralen Reichen. Der Zahlungsmodus wird verändert, fremde Zahlungsmittel sind schwer und teuer erhältlich.

All dies beeinflußt selbstverständlich die gewerblichen Betriebe und viele von ihnen müssen ihre Produktion einschränken oder einstellen, jene ausgenommen, welche der Erzeugung von Heereserfordernissen dienen.

Die Elektrizitätswerke aber sind verhalten, allen Schwierigkeiten trotzend, ununterbrochen und störungsfrei elektrische Energie zu erzeugen und den Konsumenten zuzuleiten. Denn weite Kreise und wichtige öffentliche Interessen sind hievon berührt: Die Beleuchtung der Straßen, Plätze und Brücken, der Amtslokale der Behörden, der Kasernen, Spitäler, Eisenbahnstationen, öffentlichen Lokale, abgesehen von den vielen Geschäftsladen, Bureaus und Wohnräumen. Der Antrieb vieler unentbehrlicher Maschinen für die Wasserversorgung und Kanalisation, von Verkehrsmitteln, zahlreicher gewerblicher Erzeugungsstätten, darunter auch solcher, welche der Approvisionierung und der Heeresverwaltung dienen. Private Elektrizitätswerke sind überdies gewöhnlich auf Grund ihrer Konzessionsverträge durch hohe Pönalien zur ununterbrochenen Aufrechterhaltung ihrer Betriebe verpflichtet.

Der plötzliche Ausbruch des Krieges versetzte nun die Elektrizitätswerke in eine neue Situation, über welche Erfahrungen nicht vorlagen. Sind doch alle Elektrizitätswerke während der bisherigen Friedensperiode (seit 1884) entstanden.

Digitized by Google

Die Mobilisierungen entzogen oft binnen 24 Stunden den Werken ihre Direktoren und Leiter, ihre Obermaschinisten und Werksmonteure und Heizer sowie sonstiges Beamten-, Arbeits- und Hilfspersonal. Eine vollständige Desorganisation drohte.

Da jedoch wichtige öffentliche Interessen die ungestörte Aufrechterhaltung des Elektrizitätsbetriebes erfordern, hatten die Leiter und Direktoren sofort nach Mitteln gesucht, das für den Betrieb unentbehrliche Personal vom Kriegsdienste befreit zu erhalten. Laut § 57 des Gesetzes vom 5. Juli 1912 „betreffend die Einführung eines neuen Wehrgesetzes" können ausnahmsweise Personen, welche im Verbande des gemeinsamen Heeres, der Kriegsmarine oder der Landwehr stehen und die mit Rücksicht auf wichtige Interessen der bewaffneten Macht oder des öffentlichen Dienstes in ihren Anstellungen bezw. bürgerlichen Berufen unentbehrlich sind, für die ganze Dauer einer Mobilisierung und eines Krieges in ihren Anstellungen, bezw. bürgerlichen Berufen belassen werden. Auf welche Anstellungen und Berufe diese Ausnahmen in Anwendung gebracht werden können, ist der Genehmigung Seiner Majestät vorbehalten. Die diesfälligen Anträge stellt der Minister für Landesverteidigung im Einverständnis mit dem betreffenden Fachminister*) und dem Kriegsminister.

Dieses Gesetz findet bei Elektrizitätswerken hauptsächlich auf die Direktoren Anwendung, indes für das Personal § 2 des Landsturmgesetzes auf kürzerem und sicherem Weg geltend gemacht werden kann, jedoch nur für Landsturmpflichtige nicht für Reservisten**). Das diesbezügliche Gesuch soll an die zuständige Bezirkshauptmannschaft gerichtet sein mit der Bitte, die Angaben zu bestätigen und dasselbe befürwortend durch die betreffende Statthalterei den zuständigen Landwehrkommanden zu übermitteln, welchen die zu Enthebenden unterstehen.

Es muß vom Elektrizitätswerk der Nachweis erbracht werden, daß die Aufrechterhaltung seines Betriebes im öffentlichen Interesse gelegen und daß das angeführte Personal für den Betrieb unumgänglich nötig ist. Die Personaldaten sind in zwei Exemplaren „Verzeichnis der landsturmpflichtigen Personen, welche auf Grund des § 2 des Landsturmgesetzes, als für die Besorgung der Angelegenheiten des öffentlichen Dienstes oder Interesses unentbehrlich, zur Enthebung vom Landsturmdienste im Kriegsfalle in Antrag gebracht werden" B. H. 93, Muster 14 zu § 15 der Landsturmorganisationsvorschrift — k. k. Hof- und Staatsdruckerei, D. V., in Wien (St.) — auszufüllen und zwar die Rubriken 3, 4, 5, 6, 9, 10 und 11 für jeden Einzelnen der im Gesuche angeführten. In dringenden Fällen entschied auch das Landwehrkommando ohne die politischen Behörden auf kurzem Wege. Selbst befristete Beurlaubungen von Reservisten behufs Abrichten des Ersatzpersonals wurden ausnahmsweise vom Kriegsministerium bewilligt, wenn dieselben auf längere Zeit einer bestimmten Garnison zugeteilt waren.

Die Anwendung des § 2 des Landsturmgesetzes wird infolge der Nachmusterungen der in den Jahren 1878 bis 1890 Geborenen wieder aktuell; neuerdings legt die Militärbehörde großes Gewicht auf die Angabe, seit wann die Betreffenden den Betrieben angehören (Jahr, Monat, Tag) und behält sich ausdrücklich die Kontrolle über die Richtigkeit dieser Angabe vor. Auch ereignete es sich, daß das Personal zu Kriegsleistungen beim Militärkommando des betreffenden Ortes sich meldete und sodann entweder dem Elektrizitätswerke oder Militärdienststellen im Orte zugewiesen wurde und so seinen Dienst im Elektrizitätswerk ausüben konnte. Doch eilten auch andererseits viele Angestellte freiwillig zu den Fahnen, insbesondere in Galizien zu polnischen Legionen. So war oft Ersatzpersonal nötig. Konnte dieses nicht in der Nähe beschafft werden, so erwuchsen oft Schwierigkeiten mit der Hinbeförderung, da insbesondere zu Kriegsbeginn verschiedene Eisenbahnlinien für den Zivilreiseverkehr gesperrt waren. Entweder man erhielt im Kriegsministerium eine Umwegroute auf ungesperrten Linien namhaft gemacht oder man mußte Fahrtlegitimationen bei der Polizei verschaffen. Elektrizitätswerke, welche für Zwecke des Staates oder des öffentlichen Wohles besonders wichtig sind, werden im Sinne des § 1 der kais. Verordnung vom 25. Juli 1914, RGBl. 155 als staatlich geschützte Unternehmen erklärt. Versuche, Störungen oder Hemmungen dieser Betriebe herbeizuführen, werden mit strengem Arrest bis zu einem Jahr bestraft.

Abgesehen davon, daß man auf den Bezug ausländischer Betriebsmaterialien, wie preußische und englische Kohle, verzichten und sich mit den inländischen in der Nähe erhältlichen Kohlen abfinden mußte, trotz des oft geringeren Heizwertes, war überhaupt für viele Werke der Bezug der Betriebsmaterialien durch zeitweilige oder noch andauernde Einstellung des Frachtenverkehrs unmöglich. Die Werke waren auf ihre momentanen Vorräte angewiesen, welche man sofort nach der ersten Mobilisierung zu ergänzen suchte, doch war die Zufuhr der meisten Ankäufe nicht mehr möglich. Die laufenden Materialschlüsse wurden infolge der Kriegsklausel oder wegen Beschlagnahme durch die Militärbehörde aufgehoben bezw. unwirksam. Demnach bedrohte auch der Mangel an Betriebsmaterialien die Aufrechterhaltung des Betriebes. Jene Werke, welche mittels Wasserkraft betrieben werden, waren von dieser Kalamität verschont und die von den Kriegsschauplätzen entfernter liegenden wurden naturgemäß weniger betroffen. Die Elektrizitätswerke versuchten, meist mit Erfolg, die nötigen Betriebsmaterialien mittels von den Stadtverwaltungen ausgestellten Approvisionierungsscheinen oder oft auch mittels Militärfrachtbriefen, obwohl diese eigentlich nur für Militärgüter dienen sollen, ihre Betriebsmaterialen zu erhalten. Kohle für Elektrizitätswerke galt ausdrücklich als Approvisionierungsartikel im Sinne der kaiserlichen Verordnung vom 1. August d. J., ebenso Petroleum, Benzin, Spiritus; an Dieseltreiböl für Elektrizitätswerke, welche von Dieselmotoren betrieben werden, scheint man vergessen zu haben. Die Bahnverwaltungen machten aber auch bezüglich der Beförderung der Approvisionierungsartikel Vorbehalte und Waggonmangel machte sich hemmend fühlbar. Viele unterwegs auswaggonierte Güter fehlten den Elektrizitätsbetrieben. Diese waren bei den nötigen Reparaturen auf sich allein angewiesen, abgeschnitten von den auswärtigen Werkstätten. Auch die verlängerte Laufdauer der Briefe, die Unmöglichkeit des telephonischen und telegraphischen Verkehrs und die Einstellung des Postpaketdienstes auf einzelnen Strecken behinderten außerordentlich die Verwaltungen.

*) Für Elektrizitätswerke: Das k. k. Handelsministerium.

**) Der Vorstand der Vereinigung österr.-ungar. Elektrizitätswerke sandte seinen Mitgliedern eine diesbezügliche Information der Gesellschaft für elektrische Industrie in Wien.

Digitized by Google

Die hochwertigen amerikanischen Schmieröle, welche für die Maschinenzylinderschmierung benötigt werden, können nicht importiert werden; die Vorräte werden knapp. Infolge der kriegerischen Ereignisse in Galizien ist derzeit die Rohölproduktion bei uns vollständig eingestellt und es ist heute noch gar nicht abzusehen, wenn die Schächte wieder gereinigt, instandgesetzt und die Produktion und die Verfrachtung aufgenommen werden wird. Die Raffinerien sind daher schon seit Wochen auf ihre Vorräte angewiesen, welche immer mehr sich verringern, um so mehr, als auch die Militärbehörden für ihre Zwecke auf einen Teil derselben Beschlag gelegt haben sollen, und laut telegraphischen Erlaß Nr. 10 355 des k. u. k. Kriegsministeriums Motorentreiböl nur auf Grund einer kriegsministeriellen Erlaubnis ausgefolgt werden darf. Die Konsumenten müssen ihren eventuellen Bedarf schriftlich, unter Angabe des Verwendungszweckes beim k. und k. Kriegsministerium, Abteilung 5/M anfordern.

Die mit Dieselmotoren betriebenen Elektrizitätswerke sind dadurch in eine sehr prekäre Lage versetzt; sie laufen Gefahr, mangels an Dieseltreiböl ihre Betriebe einstellen zu müssen, wenn nicht bald Abhilfe geschaffen wird*), abgesehen von der materiellen Schädigung durch die bisherige außerordentliche Verteuerung dieses Betriebsmaterials.

So stellt sich derzeit Dieseltreiböl ungefähr auf das vierfache des Preises, welcher vor dem Kriegsausbruche marktgängig war. Eine Abhilfe gäbe es wohl, wenn die Regierung den derzeitigen abnorm hohen Schutzzoll auf Dieseltreiböl aus Rumänien pro K 12 pro 100 kg zeitweilig und auf die unumgänglich nötigen Quantitäten beschränkt, aufheben oder bedeutend reduzieren würde**). Der Schutzzoll hat seine Berechtigung verloren, insolange es eine zu schützende inländische Rohölproduktion nicht gibt.

Die Familien des länger dienenden eingerückten Personals werden von den meisten Elektrizitätswerken unterstützt, obwohl teures Ersatzpersonal eingestellt werden mußte. Die Gestehungskosten vieler Werke erhöhen sich daher durch die Verteuerung der Betriebsmaterialien und durch die höheren Personalkosten.

Der Absatz an elektrischer Energie hingegen leidet selbstverständlich unter den kriegerischen Verhältnissen. Bei vielen Konsumenten ist der Familienernährer eingerückt, andere Konsumenten sparen wegen des geringeren Einkommens; gesellige Zusammenkünfte und Festlichkeiten werden eingeschränkt, Geschäfte und Betriebe, deren Eigentümer ihren militärischen Pflichten obliegen müssen, sind gesperrt bezw. stillgelegt. Luxusartikel finden geringen Absatz; deren Erzeugungsstätten und Verkaufsläden sind schlecht beschäftigt und ihre Abnahme für motorische Kraft und Licht verringert sich fühlbar. Nur eine geringe Kompensation bieten die Erzeuger und Verkäufer von Heeresbedarfsartikeln. Städte in der Nähe der Kriegsschauplätze werden von vielen Familien verlassen; die dem Fremdenverkehr dienenden Hotels und Gastwirtschaften und Pensionen werden geschlossen und die öffentliche Beleuchtung wegen des Feindes Nähe auf das Notdürftigste beschränkt.

Es ist ferner begreiflich, daß das Inkasso unter den kriegerischen Verhältnissen leidet; viele Schuldner sind eingerückt, andere machen von dem Moratorium Gebrauch und so wachsen die Rückstände über das gewöhnliche Maß hinaus. Auch der Mangel an Kleingeld machte sich anfangs bis zur Herausgabe kleiner Münzen und Noten geltend und mußten sogar private Bons an Zahlungsstatt angenommen werden. Andererseits übten die Moratorien auf die Verkäufer von Betriebsmaterialien die Gegenwirkung aus, daß Vorausbezahlungen auch von den ersten Firmen verlangt werden und von den Werken bewilligt werden müssen, insbesondere für Dieseltreiböl.

Selbstverständlich ruht die Installationstätigkeit und die Akquisition. Die Entwicklung ist gehemmt, Neuinvestitionen werden auf spätere Zeiten verschoben. Die Kupfereinfuhr aus Amerika hat aufgehört, der Preis dieses Metalls ist schon sehr hoch und steigt noch täglich. Durch den Entfall an Installationsgewinn werden die Einnahmen ebenfalls reduziert. Die Elektrizitätswerke werden daher je nach ihrer geographischen Lage, je nach der Antriebskraft und je nach der Art ihres Absatzes mehr oder weniger an ihren Einnahmen Einbuße erleiden.

Indes andere gewerbliche Betriebe bei erhöhten Gestehungskosten ihre Verkaufspreise entsprechend regulieren können, sind die privaten Elektrizitätswerke durch ihre Konzessionsverträge an Höchstpreise gebunden und auch die kommunalen Werke werden nicht zu unpopulären Preiserhöhungen greifen, trotzdem sich die Allgemeinheit mit vielen Preiserhöhungen in Kriegszeiten abfinden muß.

So sehen wir, mit welchen Schwierigkeiten die Elektrizitätswerke in Kriegszeiten zu kämpfen haben, um unter oft sehr prekären Verhältnissen die Energieerzeugung und Abgabe ununterbrochen und ungestört aufrechtzuerhalten. Künftig wird man schon zu Friedenszeiten alljährlich vom § 57 des Gesetzes vom 5. Juli 1912 Gebrauch machen und das unumgänglich nötige Personal von Militärdiensten befreien. Die Betriebsmaterialvorräte werden noch reichlicher auf Lager gehalten und hiefür die Möglichkeiten der Aufstappelung geschaffen werden, um nicht nur vorübergehende Betriebsstörungen bei den Lieferanten und des Bahnverkehrs zu überstehen, sondern auch die ersten Störungen bei Mobilisierungen. Man wird besorgt sein, sich vom Bezuge ausländischer oder entfernt liegender Materialien unabhängig zu machen. Anderseits wird es für Dieselbetriebe sich empfehlen, die Verwendung von Teerölen und Residuen an Stelle des Gasöles zu ermöglichen*). Eine Kriegsversicherung versagt, denn bei ernstlicher Kriegsgefahr ist sie sehr kostspielig, und bricht der Krieg aus, so zahlen uns die englischen Versicherungsgesellschaften nicht den Schaden, denn nur diese pflegten bisher diesen Versicherungszweig.

Hoffen wir dagegen, daß der Krieg bald siegreich beendet, vor allem jedoch, daß der allgemeine wirtschaftliche Aufschwung, welcher siegreichen Kriegen zu folgen pflegt, die wirtschaftlichen Schäden der Kriegszeiten nicht nur gut machen, sondern noch eine raschere Entwicklung als vor dem Kriege bewirken wird.

*) Die Einkaufsgenossenschaft österr.-ungar. Elektrizitätswerke hat in dankenswerter Weise durch ihre Intervention beim Arbeitsministerium Interessenten sporadische Vorräte verschafft.

**) Entsprechende Eingaben hat die Ges. f. elektr. Industrie an die Handels- und Gewerbekammer, an das Handels- und an das Finanzministerium gerichtet.

*) Siehe „Über Treiböle", von Prof. Dr. E. J. Constam und Dr. P. Schläpfer, Z. V. D. I. 1913 Seite, 1490—1715.

Digitized by Google

Steuerfreie Betriebe im Elektrizitätswerk.

Von W. v. Winkler.

(Schluß von Heft 45/46, Seite 823.)

V. Schlußfolgerungen.

Die vorstehenden Ausführungen ermöglichen es nun, jene Maßnahmen zu erkennen und deren Tragweite zu beurteilen, die geeignet sind, immer vollständig auf dem Boden des Gesetzes die günstigste Besteuerungsbasis für Unternehmungen mit steuerpflichtigen und steuerfreien Betrieben zu finden. Eine solche Wahrung der eigenen Interessen gegenüber der Steuerbehörde kann man einem Unternehmen um so weniger übelnehmen, je mehr dasselbe, wie zum Beispiel ein kommunales Elektrizitätswerk, wirtschaftliche Bedeutung hat und nicht als bloßes Besteuerungsobjekt aufgefaßt werden darf. Man wird darin auch nicht einen Verstoß gegen die Steuermoral finden, welche leider zumeist nur als Pflicht des Steuerträgers angesehen zu werden scheint.

In übersichtlicher Zusammenstellung sind unsere Ergebnisse, welchen zweifellos auch solche in anderen Unternehmungen angefügt werden können, folgende:

a) In der derzeit geltenden Bestimmung über die steuertechnische Behandlung von steuerfreien und steuerpflichtigen Teilen eines Gesamtbetriebes bestehen Unstimmigkeiten. Insbesondere enthält die maßgebende Entscheidung des Verwaltungsgerichtshofes einen inneren Widerspruch. Wenn nämlich festgestellt ist, daß die öffentliche Beleuchtung nicht zur Erzielung eines Ertrages besorgt wird, sondern sich als Lösung einer Verwaltungsaufgabe darstellt und daher **entgegen** der Lieferung von Strom gegen Entgelt aus einem städtischen Werke an eine andere städtische Verwaltung nicht steuerpflichtig ist, dann soll auch konsequent nach den §§ 92 und 95/2 des Gesetzes ausschließlich der Reinertrag der steuerpflichtigen Unternehmung, nicht aber der des gesamten Betriebes der Besteuerung zugrunde gelegt werden. Und wenn es weiter heißt: „Der Verlust ist der Steuerverwaltung gleichgültig, diese hat sich lediglich an den erwerbssteuerpflichtigen Betriebszweig zu halten, als ob er für sich bestünde, so darf der zu besteuernde Gewinn nicht aus der Summe des steuerpflichtigen Gewinnes und eines etwaigen Verlustes aus steuerfreiem Betriebe ‚ermittelt' werden. Vielmehr muß der Verlust des steuerfreien Betriebes ebenso ausgeschaltet werden, als ein etwaiger Gewinn, weil er aus einem mit Ausnahme der Aufteilung der Spesen gesetzlich für die Besteuerung gar nicht vorhandenen Unternehmen resultiert. Wenn es schließlich heißt: „und selbst wenn der Verlust des steuerfreien Betriebszweiges den Ertrag des steuerpflichtigen übersteigen würde, müßte der letztere immer voll besteuert werden", so bedingt dies nicht eine weitere Erhöhung des ohnedies „voll zu besteuernden" Gewinnes und es ist unlogisch und in keiner Weise begründet, denselben durch Hinzuzählen des Verlustes des steuerfreien Betriebes noch zu vergrößern.

Es ist daher geboten, eine authentische, widerspruchfreie Auslegung der betreffenden Bestimmungen dahingehend anzustreben, daß die im Gesetz durch Gewährung der Steuerfreiheit beabsichtigte Erleichterung gemeinnütziger Betriebe nicht ins Gegenteil verdreht werden kann.

b) Der im Gesetze begründete Aufteilungsschlüssel nach dem Bruttoeinkommen der einzelnen Betriebe entspricht bei Elektrizitätswerken im Gemeindebesitz, welche Strom für öffentliche Beleuchtung liefern, aus dem Grunde nicht den obwaltenden Verhältnissen, weil dadurch das Konto des letzteren Betriebszweiges als steuerfreien Betriebes ungebührlich belastet wird, indem Posten der Ausgaben als „gemeinsam" zur Aufteilung kommen, welche durch das Bestehen des steuerfreien Betriebes in keiner Weise begründet oder beeinflußt werden.

Es ist daher eine Entscheidung dahingehend anzustreben, daß solche Ausgabsposten von der Aufteilung ausgeschieden und allein dem steuerpflichtigen Betrieb zur Last geschrieben werden sollen.

c) Die Besteuerung ist innerhalb der praktischen Grenzen eine lineare Funktion des gesamten künstlich errechneten Gewinnes, der dadurch entsteht, daß nach der Entscheidung des Verwaltungsgerichtshofes der Verlust des steuerfreien Betriebes nicht aber der Gewinn aus demselben, dem Gewinn aus dem steuerpflichtigen Betriebe hinzugezählt wird.

Es muß daher danach getrachtet werden, den steuerfreien Betrieb nicht mit Verlust arbeiten zu lassen; da aber für das kommunale Werk die Berechnungsbasis immer schwankt, so muß man die Einnahmen des letzteren immer ein wenig höher halten, als die Ausgaben direkt erfordern, da ein kleiner Gewinn die Steuer nicht erheblich mehr beeinflußt.

d) Die Selbstkosten der Stromerzeugung, der Kapitaldienst und die sonstigen gemeinsamen Kosten lassen sich nur wenig beeinflussen, wenn die Grundlagen zu denselben einmal gegeben sind, nämlich vor allem der Betrag der Investition, aus welchem die Instandhaltungskosten resultieren.

Man muß daher trachten, die speziellen Betriebs- bezw. Bedienungskosten des steuerfreien Betriebes möglichst zu beschränken und auch die Investition wegen der Verzinsung und Tilgung möglichst niedrig zu halten.

e) Die öffentliche Beleuchtung wird in der Regel aus einem eigenen, vom Mietzins abhängigen Fonds bestritten, der naturgemäß eine gewisse Beschränkung aufweist, so daß die Einnahmen nicht wesentlich verändert werden können. Daher ergibt sich wieder die Zweckmäßigkeit, auch in anderer Hinsicht die Ausgaben zu vermindern.

Es empfiehlt sich daher, Zahl und Stärke der Lampen zu reduzieren, insbesondere Bogenlampen wegen der hohen Investitions-, Erhaltungs- und Betriebskosten zu vermeiden, das heißt dem Sinn der Steuerbegünstigung entgegen hinsichtlich der öffentlichen Beleuchtung gerade nur das Notwendigste einzurichten.

f) Die Kapitalzinsen belasten das Konto der öffentlichen Beleuchtung ganz bedeutend, weil bei denselben nebst dem im steuerfreien Betrieb direkt investierten Kapital gesetzlich, aber unlogisch, der Anteil für verschiedene Posten in Frage kommt, die durch die öffentliche Beleuchtung in keiner Weise bedingt oder beeinflußt werden. Hieher gehören zum Beispiel Erwerbung der Wasserkraft, des Grundstückes, dann Wasser- und Hochbauten, Fernkabel usw.

Wenn aber die öffentliche Beleuchtung gar nicht als Investition des Werkes in der Bilanz vorkäme, so würde diese starke Belastung entfallen und das Konto könnte auch bei geringem Einkommen aktiv werden. Es erscheint demnach entgegen der herrschenden Ansicht recht unvernünftig, wenn man den Gemeindesäckel dadurch entlasten will, daß man Investition, Kapitaldienst und Betrieb der

Digitized by Google

„steuerfreien" öffentlichen Beleuchtung dem Elektrizitäts werk aufhalst; denn man arbeitet dadurch nur der Steuer behörde in die Hände, die nur bei entsprechendem Bruttoertrag der öffentlichen Beleuchtung deren Steuerfreiheit respektiert.

Auch die Wertverminderung läßt man am besten vom Beleuchtungsfonds tragen; der Hauptbetrieb tritt nur als Stromlieferant des gemeinnützigen Betriebes auf und die aus demselben erzielten Bruttoeinnahmen sind nicht anders zu besteuern, als der Stromkonsum eines Privatabnehmers, wenn der Stromlieferant ein Unternehmer ist, werden aber steuerfrei, sobald das Werk derjenigen Gemeinde gehört, welche die Stromlieferung in einem gemeinnützigen Betrieb zu verwenden hat.

Es empfiehlt sich daher, die öffentliche Beleuchtung rechnungsmäßig **nicht** dem Elektrizitätswerk anzugliedern, sondern die Investition von einem unabhängigen Fonds zu bewirken und nur die Stromlieferung im Konto des Elektrizitätswerkes zu belassen. Hiedurch entfällt auch die Aufteilung „gemeinsamer Betriebsspesen", wodurch der Gewinn des steuerpflichtigen Betriebes und die darauf entfallende Steuer vermindert werden.

Bei Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte kann man erheblich an Steuern und den von denselben abhängigen Umlagen sparen.

Die vorstehenden Ausführungen dürften für den Betrieb bezw. die Verwaltung von Elektrizitätswerken von Interesse sein und daher ihre Rechtfertigung in sich selbst tragen. Vielleicht ist durch dieselben die Absicht erreicht worden, die Aufmerksamkeit der Fachgenossen auf eine leicht übersehene oder unterschätzte Unstimmigkeit der Praxis zu wecken. Wenn die angeschnittene Frage mehrfach genau studiert wird und die Ergebnisse dazu verwendet werden, um die gerügten Übelstände zu vermeiden und die „Vereinigung der Elektrizitätswerke" zum Einschreiten zu veranlassen, dann haben die obigen Zeilen ihren Zweck erreicht.

Rundschau.

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Geschwindigkeitsregler für Wasserturbinen. Percy H. Pitman Der mechanisch betätigte Regler der Differentialtype ist infolge der Langsamkeit seiner Bewegungen für eine genaue Geschwindigkeitsregelung nicht geeignet. Die zweckmäßigsten Regler sind jene mit hydraulischer Zwischenschaltung. Bei diesen Reglerkonstruktionen kommen fliegende bezw. schwingende Hebel zur Verwendung, welche jedoch die Nachteile haben, daß sich der Ausschlag des Pendelreglers infolge immer größer werdenden „toten Ganges" der Übertragungsglieder mit einer gewissen Verzögerung auf die Steuerungsorgane des Servomotors überträgt, so daß ein „Nachhinken" des Letzteren stattfindet.

Bei dem vom Verfasser konstruierten Geschwindigkeitsregler für Wasserturbinen werden schwingende Hebel jeder Art vollkommen vermieden.

An der Reglermuffe des Reglers befindet sich ein Kreuzkopf, der sich mit der Muffe hebt und senkt und der so eingestellt werden kann, daß alle Abnutzungen ausgeglichen werden. Gegen Verdrehung ist derselbe durch Anschläge gesichert. Das eine Ende des Kreuzkopfes ist unmittelbar mit einem Kolbenventil des Steuerungsorgans zum Servomotor verbunden, während das andere Ende an den Plungerkolben einer Ölbremse angeschlossen ist. Hiedurch wird in einfacher Weise ein direkt wirkendes Kräftepaar erzielt.

Der Zurückführungsmechanismus besteht aus einem Rohre bezw. einer Muffe aus Bronze, welche in dem Schiebergehäuse des Steuerungsorganes verschiebbar ist und in welcher der vorgenannte Kolbenschieber gleitet. Die Muffe ist an den Kolben des Servomotors angeschlossen, kann jedoch auch mit irgend einem Teil des Wasserzuflußregelmechanismus in Verbindung stehen. Auf diese Weise wird jede Bewegung des Kolbenventils durch die vorgenannte Muffe sofort verdoppelt und erfolgen diese Bewegungen fast augenblicklich. Das geringste Sinken des Pendelreglers durch die geringste Belastung genügt, um eine Bewegung des Kolbenschiebers hervorzurufen.

Die Ölbremse gleicht eine zu rasche Wirkung des Reglers bei plötzlichen Belastungsänderungen aus und verhindert einen störenden Einfluß des Pendels auf die Zurückführungsmuffe. Das Gehäuse der Ölbremse ist mit der Rückführungsmuffe durch einen Balancier verbunden, so daß bei jeder Geschwindigkeitsänderung, wenn sich die Muffe nach aufwärts bewegt, das Gehäuse der Ölbremse nach abwärts bewegt werden muß und umgekehrt.

Ein an der Ölbremse befindliches Regelventil kann derart eingestellt werden, daß selbst bei plötzlicher Veränderung der Belastung, die Wirkung des Pendelreglers durch den Rückgang der Muffe nicht beeinträchtigt wird. An Stelle der Einströmung wird behufs Regelung der Geschwindigkeit mit Vorteil die Ausströmungsöffnung des Steuerungsgehäuses gedrosselt. Um die Reibungsverluste tunlichst herabzusetzen, werden Doppelkugellager im Kreuzkopfe, an der vertikalen Reglersplindel, sowie an der horizontalen Spindel zum Antrieb des Reglers verwendet. Als Schaltungsflüssigkeit wird reines Kohlenwasserstofföl mit niedrigem Erstarrungspunkt benützt.

Es ist wichtig, daß ein Geschwindigkeitsregler bei einer Geschwindigkeit von $^1/_2\%$ über der Normalen bereits zur Wirkung gelangt. Wenn der Wasserstand und die Belastung beständig sind, soll auch die Geschwindigkeit der Turbine stationär bleiben und soll für geringere Belastungsänderungen eine einzige Bewegung des Kolbenschiebers wieder normale Verhältnisse herstellen. Nicht mehr als drei verschiedene Bewegungen sollen für alle möglichen Änderungen der Belastung ausreichen.

Aus den bisherigen Versuchen läßt sich schließen, daß die Resultate gegenüber den bisher verwendeten Reglern mit Schwinghebeln bedeutend besser sind. Bei seinen Versuchen hat der Autor einen Pendelregler verwendet, der einen hohen Grad von Empfindlichkeit mit genügender Stabilität vereinigte. Der Verfasser hat weiters bei seinen Versuchen mit dem beschriebenen Regulator in Anwendung auf Strahlturbinen die Erfahrung gemacht, daß die durch den Regler bezw. den Servomotor hervorgerufene Formveränderung des Strahlquerschnittes mittels Deflektoren einen beträchtlichen Einfluß auf die Geschwindigkeit hat und insbesondere, daß ein kreisrunder Strahl bezw. eine kreisrunde Düse eine bessere Geschwindigkeit und höhere Leistung ergibt, als ein Strahl oder eine Düse von rechteckigem oder anderem Querschnitte, wenn auch gleicher Querschnittsfläche. Die Geschwindigkeitsschwankungen ergaben nicht mehr als $\pm 2\%$ bezw. nicht mehr als eine Gesamtabweichung von 4% von der normalen Geschwindigkeit.

Bei Hochdruckanlagen kann, wenn das Druckwasser durch Filter gereinigt wurde, der beschriebene Regler statt mit Öl mit Druckwasser betrieben werden. Vorteilhaft ist die Verwendung von Druckwasser zwischen 5 bis 12 Atmosphären. Zum Schlusse verweist der Verfasser auf den Umstand, daß bei der Regelung von Wasserturbinen die Frage der entsprechenden zur Verfügung stehenden Schwungradenergie von großer Wichtigkeit ist, wenn gleich für die Berechnung dieser Energiegröße keine für alle Fälle allgemein gültigen Formeln aufgestellt werden können.

(The Inst. of Mech. Engineers, April 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Erfahrungen mit Masttransformatoren bespricht Direktor Binswanger an der Hand der Berichte einer Anzahl Überlandzentralen. Zumeist ist es die Kostenfrage, welche für die Wahl von Masttransformatoren ausschlaggebend ist. Wenn, wie in rein landwirtschaftlichen Bezirken, ein 10 kVA-Transformator nur Mk. 300 Jahreseinnahmen aufweist, muß man sich mit billigen Masttransformatoren begnügen. Gebaute Transformatorhäuser können erst in Bezirken mit einiger Industrie am Platze sein, wo ein 10 kVA-Transformator Mk. 1500 bis 2000 einbringt. Eine Rundfrage ergab, daß Masttransformatoren bis 20 kVA und 20 000 V errichtet werden können; viele Werke begrenzen aber die Spannung für Masttransformatoren mit 5000 V. Die Erfahrung lehrt, daß kleine Transformatorhäuschen, welchen die Hochspannung bei 7 m über Straßenniveau zugeführt werden muß, im Mittel Mk. 650 bis 850 kosten; man baut Eisenbetonhäuser, Durohäuser, die etwas billiger sind, Blechturmkonstruktionen für Mk. 300 usw. Ein Masttransformator darf also auch nur Mk. 300 kosten; am besten ist es, den Transformator an einem Mast aus Holz (wenn es das Gewicht zuläßt) oder an einem Eisenmast anzuhängen und darüber den Freileitungsschalter mit Sicherung anzuordnen. Der Verfasser bespricht die Fehler und Schäden von Maststationen und weist darauf hin, daß nicht die Höhe der Spannung, sondern die Größe und Ausdehnung des Netzes und die Größe und Regel-

Digitized by Google

fähigkeit der Antriebsmaschinen eine Gefährdung der Station mit sich bringen können.

Die hauptsächlichste Ursache der Störungen sind die Hochspannungsdurchführungen. Die oberbayerische Überlandzentrale hat deshalb besondere von Sprecher & Schuh verfertigte Konstruktionen geschaffen. Ein Freileitungs-Masttrennschalter, über dem Transformator montiert, ist von unten mittels Kurbel bedienbar; an diesem sind Hochspannungssicherungen innerhalb eines starken Doppel-Delta-Isolators angebracht, über die eine Schutzröhre gestülpt ist. Eine zweite Konstruktion ist eine Freileitungs-Hörnersicherung, die vom Boden aus bequem mittels Holzstange ausgewechselt werden kann und bei der der Schmelzdraht zwischen zwei 10 bis 15 cm abstehenden Hörnern gespannt ist. Was die Stärke der Sicherung anlangt, so wird zumeist an der Hochspannungsseite für die 1·5- bis 3fache Stromstärke gesichert, doch soll bei 10 000 V nie unter 4 A gesichert werden. Unter den verschiedenen Typen der Sicherung treten neuerdings solche unter Öl auf; ein abschließendes Urteil darüber ist aber jetzt noch nicht möglich. Der elektrische Teil des Transformators muß völlig unter Öl stehen. Manche Firmen schützen den Transformator gegen das undichte Aufsitzen des Deckels, das Überquellen des Öls und gegen Luftfeuchtigkeit durch den Ölkonservator; Brown-Boveri hingegen schließen den Transformator nicht luftdicht ab, sondern lassen Luft unter dem Deckel durchstreifen. Die Erneuerung des Öls ist in den ersten drei Jahren nirgends nötig. Als Überspannungsschutz empfehlen sich Funkenstrecken oder über Widerstände geerdete Hörner. Es wäre jedenfalls anstrebenswert, Drosselspulen von nützlicher Induktanz oder sonstige Schutzapparate für die Unterbringung im Freien zu konstruieren. Am besten ist es aber, den Transformetor durch besonders gute Isolation der ersten Spulen der Hochspannungswicklung, die in völlig getrennte Spulen zu unterteilen ist, zu schützen; der Spulenkörper muß mechanisch gut abgestützt sein, um die Wirkung von Kurzschlüssen zu vermeiden. Der Transformator soll auch nicht direkt an das Netz angelegt werden, sondern über sogenannte Stichleitungen von ein bis zwei Mastlängen, die am Mast vorher abgesichert und mittels Freileitungsschalter abschaltbar gemacht sind. Gegen Überlastung und auch gegen Blitzschläge und Überspannung muß der Transformator an der Niederspannungsseite gesichert sein. 100% Überlastfähigkeit durch acht Stunden muß gefordert werden.

(Mitteil. Verein. El.-Werke, Oktober 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Über den Widerstand der Funkenstrecken als Überspannungschutz. Swyngedauw. Die theoretische Bestimmung dieses Widerstandes ist noch nicht einwandfrei festgelegt. Giles nimmt bei seiner Berechnung an, daß es sich darum handelt, die Schwingungen in einem Stromkreise zu unterdrücken, bestehend aus dem Widerstand der Funkenstrecke in Reihe mit der Induktanz L einer Phase des zu schützenden Generators, wobei die Kapazität des Generators im Sternpunkt lokalisiert ist. Man findet dann, daß der Widerstand größer sein soll als $2\sqrt{L/C}$. Diese Annahme ist jedoch nur zutreffend für den Augenblick nach der Stromunterbrechung durch den Ausschalter des Generators, an dessen Klemmen die Funkenstrecke angelegt ist. Betrachtet man jedoch die Schwingungen des vom Generator verzweigten Netzes im Augenblick des Schalterschlusses, so besteht das schwingende System aus der Kapazität der Leitung gegen Erde mit zwei Abzweigungen im Nebenschluß; die eine besteht aus der Generatorwicklung in Reihe mit dessen Kapazität, die zweite ist durch den Widerstand der Funkenstrecke bestimmt. Letzterer ist dann, nach obiger Formel bestimmt, so groß gegenüber der Impedanz des Generators, daß beinahe der ganze Strom des schwingenden Systems durch die Generatorwicklung geht und daher der Schutz unwirksam wird. Sieht man von der Induktanz der Leitung ab, so überwiegt in der Serie: Kapazität der Leitung, Kapazität des Generators und Induktanz desselben, die Kapazität der Leitung weitaus gegenüber jener der Generatorwicklung und die Periode dieses schwingenden Systems ist nahe der Resonanzperiode $2\pi\sqrt{L.C}$, was eben Giles vermeiden wollte. Will man daher die Stromstärke im Generator im vorliegenden Fall verringern, so muß der Widerstand des Spannungsbegrenzers derart gewählt werden, daß er kleiner als der äquivalente Widerstand des Generators im gegebenen Fall ist.

Es ist noch ein zweites schwingendes System möglich, welches entsteht, wenn gleichzeitig an zwei Spannungsbegrenzern Funken überspringen. Es besteht dann aus den durch die entsprechenden Phasen des Generators (in Sternschaltung) verbundenen Leitungen und im Nebenschluß zu letzteren die Widerstände der Spannungsbegrenzer. Dasselbe kann daher als ein Kondensator angesehen werden, dessen Kapazität gleich jener der Leitungen ist und von dessen Klemmen zwei Nebenschlüsse ausgehen, der eine bestehend aus den in Reihe geschalteten Phasen des Generators, der zweite aus dem Spannungsbegrenzer. Bezeichnet L' die Induktanz der in Reihe geschalteten Generatorwicklungen, i' den durch diese Wicklungen gehenden Strom, R' den Totalwiderstand der an die Leitungen angeschlossenen Funkenstrecken, i'' den Strom in letzteren, C' die Kapazität des Netzes, i den Entladungsstrom, u' die Klemmenspannung, so ist $u' = L' \cdot \frac{d\,i'}{d\,t} = R' \cdot i''$. Die Spannuug u' ist nicht oszillatorisch, wenn $R' < \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L'}{C'}}$.

Dieser Widerstand R' ist viel kleiner als der von Giles ermittelte Wert; er beträgt einige 100 Ohm für moderne Generatoren und Netze. Bei derartigen Widerständen wird also der Spannungsbegrenzer von einem Strom durchflossen, welcher ein Erlöschen des Bogens ausschließt. Will man daher den letzteren Nachteil vermeiden, so wendet man eine Reihe von elektrischen Ventilen (nach Giles) im Nebenschluß an.

(Technique Moderne, 15. April 1914).

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Prüfung von Kabeln mittels hochgespanntem Gleichstrom. Dr. L. Lichtenstein beschreibt die von den Siemens-Schuckert-Werken in Betrieb genommene Prüfeinrichtung, System Delon, bei welchem bekanntlich*) ein synchron mit dem zugeführten Wechselstrom rotierender Kontaktarm gegenüber festen Elektroden rotiert und durch Funkenübergänge Stromverbindungen herstellt, durch welche der Wechselstrom in Gleichstrom gewendet wird; dieser dient zum Laden des zu prüfenden Kabels. Der eine Leiter l_1 eines Drehstromkabels wird direkt an den Pol des Hochspannungstransformators von der effektiven Spannung E gelegt, die beiden anderen Leiter l_2, l_3 über die festen Kontakte des Gleichrichters durch den rotierenden Arm synchron mit dem Polwechsel an den zweiten Transformatorpol. Zwischen l_2 und l_3 herrscht theoretisch $2\sqrt{2}\,E$, zwischen l_2 und l_1 bezw. l_3 und l_1 die Spannung $E \cdot \sqrt{2}$. In der von der Firma gebauten fahrbaren Prüfanlage treibt ein Benzinmotor von fast 12 PS mit 1500 minutlichen Touren eine mit Schwungrad gekuppelte vierpolige Wechselstrommaschine für 500 V, 50 $\sim$ mit angebauter Erregermaschine und rotierendem Kontaktgeber. Dieser sitzt mittels Repelitisolator auf der Maschinenwelle, derart daß er sich durch Verdrehen in das Maximum der Spannungswelle einstellen läßt. Die Maschinenspannung wird in einem 10 kVA-Transformator auf 100 000 V erhöht. Die ganze Einrichtung wiegt 8 t. Zur Prüfung von nur 15 km-Kabeln mit Wechselstrom würde eine Prüfanlage 25 t wiegen. Die Gleichstromspannung wird aus der gemessenen sekundären Transformatorspannung errechnet, welche wieder durch das Produkt primäre Spannung mal Windungsverhältnis gegeben ist. Das Verhältnis der Gleichstrom- zur Transformatorspannung schwankt bei großer Kabelkapazität zwischen 2·35 und 2·45, bei hoher Spannung sinkt der Wert der Gleichstromspannung wegen der größeren Verluste. Die Aufladezeit ist bei 3 km-Kabeln für 10 000 V 40 Sekunden, bei längeren Kabeln für höhere Spannung natürlich größer.

Um die Zulässigkeit von Durchschlagsversuchen mit Gleichstrom zu prüfen, hat man vergleichende Versuche beim Durchschlagen von Kabelpapier zwischen Elektroden in Öl mit Wechselstrom und Gleichstrom angestellt und gefunden, daß sich die Mittelwerte der Durchschlagsspannung, die proportional der Zahl der Lagen wachsen, wie 1 : 2·67 verhalten; bei isolierter Gummiader verhalten sich die Mittelwerte der Durchschlagsspannung wie 1 : 2·8 bis 2·5. Wurde die oben beschriebene fahrbare Anlage zu den vergleichenden Durchschlagsversuchen an Kabeln verwendet, so erhielt man das Verhältnis 2·53. Es sind also die mit Gleichstrom erzielten Durchschlagseffekte denen mit Wechselstrom erreichten vergleichbar. Das Verhältnis ist also im Mittel 2·6. Prüft man nach der Verlegung mit $1^1/_2$facher Betriebsspannung, so gelten folgende Werte:

Betriebsspannung	20	30	40	60 kV
Gleichstromprüfspannung:				
Leiter gegen Leiter	78	118	155	— kV
Leiter gegen Blei	45	68	92	118 kV

(E. T. Z., Hefte 40 bis 43, 1914.)

Leitungen.

Über die Spannungserhöhung in langen, unbelasteten Hochspannungsleitungen haben A. E. Kennelly und H. Pender Untersuchungen angestellt. Bekanntlich ist die Spannung am Ende einer von einer Mehrphasenstromquelle ausgehenden Leitung höher als an der Stromquelle selbst, eine von Ferranti

*) E. u. M. 1913.

Digitized by Google

i. J. 1890 nachgewiesene Erscheinung. Das Verhältnis der beiden Spannungen hat bei einer bestimmten Frequenz einen maximalen Wert, wenn die Leitungslänge gleich ist einer Viertelwellenlänge. Bei den üblichen Frequenzen, zum Beispiel 60 ∾, erreicht dieses Verhältnis einen Wert 1·05, der aber natürlich mit der Frequenz steigt. Es wäre nun interessant zu wissen, welchen Wert der Faktor bei den mehrfachen Harmonischen der Grundwelle erreichen kann. Zu diesem Zweck haben die Autoren eine künstliche Leitung hergestellt, die aus einzelnen Widerständen und Spulen besteht, und in durch Kondensatoren geerdete Abschnitte geteilt ist; jeder Abschnitt entspricht einer Leitungslänge von 48 km. Es wurden acht solche Leitungssätze untersucht und gefunden, daß Resonanz bei einer Frequenz von 189 ∾ pro Sekunde auftritt, also ungefähr bei der dritten Harmonischen der Grundwelle. Die an den Enden der einzelnen Abschnitte gemessene Spannung bei einer Grundspannung von 51·5 *V* zeigt nachfolgende Tabelle:

Am Ende des	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8. Abschnittes
war die Spannung	200	400	580	740	870	970	1020	1033 *V*.

Der Ferranti-Faktor hat also hier einen Wert von 20·06 erreicht. Bei einer Verteilungsleitung von 1000 *V* Anfangsspannung konnten also derart 20 000 *V* am Ende der Leitung auftreten. Bei dem Versuch war der in die Leitung eintretende Strom 3 *A*, die Leistung 154 *VA*. Die Stromstärke nimmt natürlich längs der Leitung ab. Wird die Leitung am fernen Ende geerdet, so tritt dort ein auf das 20fache gesteigerter Strom auf. Bei einem Versuch wurde der Leitung 0·116 *A* bei 805 *V* aufgedrückt, am Ende der Leitung war der Strom 2·32 *A*.

Der Ferranti-Faktor nimmt mit der Frequenz zu, aber nicht proportional; je kürzer die Linie ist, desto höher muß die Frequenz sein, damit Resonanz auftritt.

(„El. World", 8. 8. 1914.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Über die zusätzliche Triebwerksbeanspruchung durch Lagerspiel bei Kurbelgetrieben elektrischer Lokomotiven. Prof. Dr. W. Kummer erörtert im Anschluß an seine Untersuchungen über Triebwerksbeanspruchungen elektrischer Lokomotiven*) die Störungen, welche das durch Fehler und Abnutzungen entstandene Lagerspiel bereitet. Das Lagerspiel hat Schwingungserscheinungen zur Folge, auf welche Brüche im Triebwerk bei Unterdrückung der Schwingungen zurückzuführen sind. Der Verfasser behandelt den Einfluß des Lagerspiels auf die Beanspruchung des Triebwerks analytisch.

Es ergibt sich, daß Schwingungszahlen dreifacher Art auftreten können, nämlich:

$$\nu_1 = \frac{1}{2\pi} \cdot 4\,\omega, \quad \nu_2 = \frac{1}{2\pi} \cdot 2\,\omega, \quad \nu_3 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{\gamma \cdot m_1 \, m_2}}.$$

Hiebei ist ω die Winkelgeschwindigkeit, m_1 die treibende, m_2 die getriebene Masse und γ der reduzierte Nachgiebigkeitsgrad des Zwischengliedes. Die Gefahr liegt darin, daß es zu Interferenzen zwischen diesen drei Schwingungen kommen kann.

Aus den Untersuchungen des Verfassers ergibt sich folgendes: Als maßgebende Erscheinung der durch Lagerspiel bei Kurbelgetrieben hervorgerufenen zusätzlichen Triebwerksbeanspruchung haben wir anzusehen, daß auch bei an sich konstanter Triebkraft für die das Getriebe beanspruchende Kraft nicht mehr harmonisch verlaufende Schwingungen mit einer, je nach der Kurbeldrehzahl veränderlichen Schwingungszahl, sondern komplexe Schwingungen auftreten, deren einzelne Wellenzüge mit teils fester, teils mit der Kurbeldrehzahl veränderlicher Schwingungszahl, für bestimmte Geschwindigkeitsbereiche durch Übereinanderlagerung zu bedeutenden Vergrößerungen der Beanspruchung führen können, wobei diese Geschwindigkeitsbereiche mit dem Auftreten heftiger Schüttelbewegungen im Getriebe zusammenfallen. Je nach der konstruktiven Anordnung der Parallelkurbelgetriebe in Verbindung mit dem allgemeinen Aufbau der Triebwerke elektrischer Lokomotiven, insbesondere auch je nach den verschiedenen Maßnahmen zur Übertragung der Triebkraft eines einzelnen oder zweier Motoren auf eine Gruppe gekuppelter Triebachsen, äußert sich der Einfluß des Lagerspiels quantitativ in sehr ungleichem Maße. Eine für die Praxis sehr wichtige Maßnahme liegt nun darin, durch geeignete Konstruktion die Schwingungszahl ν_3 möglichst tief zu legen, damit die Interferenz mit ν_1 bezw. ν_2 bei möglichst niedrigen Fahrgeschwindigkeiten auftritt. Aus dem Ausdruck für ν_3 geht hervor, das dies einerseits durch Erhöhung der Massen und andererseits, was aus verschiedenen Gründen empfehlenswerter ist, durch Erhöhung von γ, also den Einbau elastischer Zwischenglieder in das Getriebe, erfolgen kann.

*) E. u. M., 1914, Heft 25, Seite 537.

J. Büchli hat auf dem Versuchsstand der A. G. Brown Boveri & Cie., Baden, ein Modell anfertigen lassen, an dem die gegenseitige Einwirkung zweier durch Kuppelstangen verbundener rotierender Massen untersucht werden kann, bestehend aus zwei Schwungmassen, die durch um 90° versetzte Kuppelstangen einstellbare Länge verbunden waren; auch das Lagerspiel war zwischen 0 und 2 *mm* einstellbar. Die Versuche decken sich so ziemlich mit den Ergebnissen der Untersuchung des Verfassers. Sobald das Spiel in den Stangenlagern einen gewissen Betrag erreicht, traten bei 500 bis 600 U. p. M. starke Erschütterungen auf, die plötzlich verschwanden, um bei 1000 bis 2000 U. p. M. wieder in ähnlicher Weise aufzutreten und zu verschwinden. Eine Vergrößerung des Spiels verstärkt die Erschütterungen erheblich. Spiel in den Wellenlagern hatte die nämlichen Wirkungen: Das Einsetzen der elastischen Kupplung bewirkte einen praktisch vollständig ruhigen, stoßfreien Gang; das nämliche wurde erreicht durch Ausfüllen des Spiels der Stangenlager mit Gummiringen; letztere wurden allerdings in kurzer Zeit gebrauchsunfähig. Eine fehlerhafte Einstellung der einen Stangenlänge in der Größenanordnung des Spiels hatte ein Verbiegen der Kurbelzapfen zur Folge. Durch Veränderung des Gewichtes der angetriebenen Massen konnte die kritische Tourenzahl erhöht oder erniedrigt werden, je nach dem Gewicht weggenommen oder zugesetzt wurde.

(Schweiz. Bauz., Bd. 64, Nr. 11, 12.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Zur Theorie des Becquereleffektes. A. Goldmann und J. Brodsky, Leipzig. Der schon seit dem Jahre 1839 bekannte Becquereleffekt besteht in der bei Belichtung auftretenden Potentialänderung einer Metallelektrode in einem Elektrolyten, wobei entweder die Elektrode mit einer dünnen, festen, lichtempfindlichen Schicht bedeckt ist oder der Elektrolyt eine lichtempfindliche Substanz enthält. Zur Klärung der Verhältnisse bei dieser Erscheinung wurden neue Versuche unternommen, welche zeigten, daß die auftretenden Ströme mit abnehmendem Elektrodenpotential annähernd linear zunehmen und bei Potentialen unter 0 *V* annähernd konstant (Sättigungsstrom) bleiben, wobei die Konzentration des Elektrolyten, dessen Art, das Lösungsmittel und die Dielektrizitätskonstante des umgebenden Mediums ohne Einfluß sind. Bei Stromstärken tief unter dem Sättigungswert ist der Strom ein äußerst empfindliches Reagens auf H-Ionen, die als Sensibilisatoren wirken. Andauernde oder wiederholte starke Belichtung drücken den lichtelektrischen Strom herab; beim Abdunkeln entsteht ein negativer Strom und fällt allmählich auf Null ab (Ermüdung, Solarisation). Die Solarisation, die durch eine dem Effekt entgegenwirkende Schicht in der Lösung bewirkt wird, kann zum großen Teil durch kräftiges Rühren der angrenzenden Flüssigkeit beseitigt werden. Das Verhältnis des Stromes zur Beleuchtungsstärke nimmt mit wachsender Beleuchtung ab. Kräftiges Rühren der Lösung bewirkt eine größere Annäherung an die Proportionalität zwischen Stromstärke und Beleuchtungsintensität. Auch hier liegt der vorkommenden Abweichung die Bildung einer entgegenwirkenden Schicht zugrunde. Temperatursteigerung bewirkt ein Anwachsen des Stromes. In bezug auf den Zusammenhang zwischen der Potentialänderung im Lichte und dem Anfangspotential der Elektrode ergab sich eine sehr annähernd lineare Beziehung zwischen der Potentialänderung im Lichte und dem Anfangspotential. Die in älteren Potentialmessungen konstatierte Abhängigkeit des Effektes vom Elektrolyten und von der Konzentration ist in erster Linie durch die Verschiebung des Anfangspotentiales bedingt. Die Abnahme des Effektes bei wachsender Konzentration der Iodionen beruht auf deren depolarisierender Wirkung. Ebenso bedingt der überwiegende Temperaturkoeffizient der Depolarisation den negativen Temperaturkoeffizienten der Potentialänderung im Lichte. An die Ergebnisse der Versuche knüpft Goldmann eine Reihe von theoretischen Erwägungen, die zu einer alle vorkommenden Erscheinungen befriedigend erklärenden Auffassung des Becquereleffektes als eines essentiell lichtelektrischen Phänomens führen.

(Ann. d. Phys. Nr. 14, 1914.)

Strahlungslehre.

Über sekundäre Kathodenstrahlung in Gasen bei geringer Geschwindigkeit der Primärstrahlen und über deren Absorption. Franz Mayer, Heidelberg. Die Fähigkeit der „primären" Kathodenstrahlen, „sekundäre" Kathodenstrahlen auszulösen, ist bekanntlich eine Funktion der Geschwindigkeit. Unterhalb einer gewissen Grenze findet keine Sekundärstrahlung statt (11 *V*-Grenze); oberhalb dieser Geschwindigkeit wird ein Maximum der Sekundärstrahlung erreicht (Optimum der Trägerbildung) und darüber hinaus bei noch größeren Geschwindigkeiten nimmt die sekundäre Strahlung wieder ab. Neue Untersuchungen auf diesem wichtigen Gebiete haben zunächst die zur Auslösung sekundärer Kathodenstrahlen notwendigen

Digitized by Google

niedrigsten Primärgeschwindigkeiten für sechs verschiedene Gase festgestellt:

für Luft	H_2	N_2	CO_2	CH_4	CO
9·5	11·5	11·8	12·5	13·5	14·5 V

Primärgeschwindigkeit. Das sind also die genaueren, für die verschiedenen Gase charakteristischen Werte der von Lenard bereits 1902 gefundenen „11-V-Grenze". Der von Franck und Hertz für Stickstoff gefundene abweichende Wert ist wahrscheinlich einer Verunreinigung des benutzten Gases zuzuschreiben. Das Optimum der Sekundärstrahlung, dessen Existenz von Lenard gefunden, dessen genaue Lage aber bisher noch niemals bestimmt worden war, ergab sich:

für Luft	H_2	N_2	CO_2	CH_4	CO
bei 130	125	150	140	132	125 V

Primärgeschwindigkeit. Jenseits des Strahlungsoptimums, also nach höheren Primärgeschwindigkeiten zu, erfolgt, bezogen auf dieses Maximum, bei den untersuchten Gasen der Intensitätsabfall um so rascher, je kleiner der Radius der betreffenden Gasmoleküle ist. Wasserstoff weicht von dieser Regel ab, indem sein Sekundärstrahlungsvermögen langsamer abnimmt als seinem Molekülradius entspricht. Die Absorptionskoeffizienten von Kathodenstrahlen sehr geringer Geschwindigkeit (0·5 bis 3 bezw. 4·2 V) in Luft lassen in diesem Geschwindigkeitsintervall auf Konstanz des absorbierenden Querschnittes schließen. Hienach wird die von Lenard bereits 1903 für mehrere Gase zwischen 8 und 4 V nachgewiesene Konstanz nun auch für alle Gase bis zirka 0·5 V herab sehr wahrscheinlich.
(Ann. d. Phys. Nr. 17, 1914.)

Chronik.

Der 35. Jahrestag der elektrischen Glühlampenbeleuchtung. Am 21. Oktober d. J. sind, wie „Electr. Rev. and Western Electrician" erinnert, 35 Jahre verflossen, seit Th. A. Edison seine Glühlampe auf den Markt brachte. War auch vorher die elektrische Beleuchtung mittels Bogenlampen bereits für Straßen, Plätze, als Scheinwerfer usw. bereits bekannt, so kann man doch sagen, daß erst im Jahre 1879 die elektrische Beleuchtung Gemeingut der Öffentlichkeit wurde, als Edison aus seinem Laboratorium in Menlo Park die erste betriebsfähige Glühlampe herausbrachte. Zwei Monate nachher, am 21. Dezember 1879, wurde die große Erfindung im New York Herald angekündigt.

Bekanntlich hat Edison den Glühfaden vorerst aus Bambusfasern hergestellt, von welchen er alle möglichen Arten untersuchte. Fast durch zehn Jahre herrschte diese Erzeugungsart vor. Dann erst wurde der Faden aus Zellulose verfertigt. Einen weiteren Fortschritt bildete das Metallisieren des Kohlenfadens, wodurch eine bedeutende Stromersparnis erzielt wurde. Hiemit setzte die regste Erfindertätigkeit auf Verwendung von Metallen aller Art zur Herstellung von Glühfäden ein, welche in der Metalldrahtlampe mit Stickstoffüllung ihr letztes Werk hervorgebracht hat. In diesem verhältnismäßig kurzen Zeitraum kann man den Fortschritt der elektrischen Glühlampe am besten aus der steten Erhöhung des Wirkungsgrades erkennen. Hat die Edison-Kohlenfadenlampe 4 bis 5 W pro Kerze an elektrischer Energie benötigt, so gibt uns die neueste Metalldrahtlampe die Kerze schon zu 0·5 W.

Nicht zum geringsten ist der Glühlampe der ungeheuere Aufschwung der Elektrizitätswerke zu verdanken, in welchen, wenn wir die Vereinigten Staaten allein ins Auge fassen, 12 500 Millonen Kronen investiert sind.

Die Edison Lamp Works der General Electric Comp. haben den „Edison-Tag" zu einer weitausgreifenden Propaganda für die Popularisierung der elektrischen Beleuchtung benutzt und über 12 Millionen Druckschriften in alle Teile des Landes ausgeschickt.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Leitungen und Leitungsbau.

Bei einem von der Firma Siemens & Halske Akt.-Ges. in Berlin angegebenen Seekabel mit den Leiter dicht umschließender, nicht hygroskopischer Isolation, wird zur Isolation eines Leiters mit gleichmäßig oder punktförmig verteilter Selbstinduktionsbelastung reine oder nahezu reine Balata verwendet, wobei das Verhältnis der Ableitung zur Kapazität $\left(\frac{A}{C}\right)$ um den Wert 10 herumschwankt, also ähnliche Werte wie bei Landkabel mit Papier-Luftisolation annimmt.
(D. R. P. Nr. 274256.)

Eine Erfindung des Charles Sereno Smith in Providence (Ver. St. v. A.) betrifft einen gewebten Isolationsschlauch für elektrische Leitungen, der dichte Gewebebindungen und einen hohen Grad von Elastizität trotz großer Steifigkeit und Härte in der Querrichtung besitzt, ohne daß das Gewebe des Schlauches sich beim Biegen öffnet und eine weitere Decke erforderlich ist. Dies wird dadurch erreicht, daß man für die Schüsse gezwirnte Papierfäden benutzt. Die Papierfäden werden so sehr fest gezwirnt, daß sie steif und hart sind und als Schüsse verwendet, einesteils seitlichen Pressungen widerstehen, andererseits federnde Windungen liefern, welche durch biegsame nicht metallische Kettenfäden fest eingebunden werden. Es entsteht so ein dichtes, keiner weiteren Decke bedürfendes Gewebe, dessen Schußfäden beim Biegen im Gegensatz zu aus flachen Streifen bestehenden Schüssen sich nicht gegenseitig behindern oder einreißen. Auch wird ein Festhaken des eingezogenen Drahtes vermieden. (D. R. P. Nr. 272 859.)

Ein von der Firma Rheinische Draht- und Kabelwerke G. m. b. H. in Cöln gebauter elektrischer Hohlleiter aus Profildrähten besteht darin, daß die außenliegende Oberfläche der einen zylindrischen Hohlraum bildenden Drähte halbzylinderförmig gestaltet ist (Fig. 1). Man erreicht damit die Wirkung eines normalen Seiles mit gleichmäßig an der Oberfläche verteilten Rundleitern und die Bildung eines Hohlleiters mit im Verhältnis zum erforderlichen Leitungsquerschnitt vergrößertem Durchmesser. (D. R. P. Nr. 275 218.)

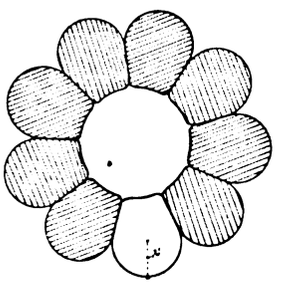


Fig. 1.

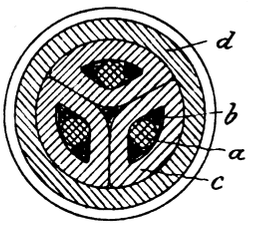


Fig. 2.

Eine Erfindung der Firma Felten & Guilleaume Carlswerk Aktien-Gesellschaft in Mülheim a. Rh. bezieht sich auf ein elektrisches Kabel, dessen im Querschnitt runde Leiter von im Querschnitt sektorförmigen Isolierhüllen umgeben sind. Die Erfindung besteht darin, daß die zwischen den runden Leitern a und den sektorförmigen Isolierhüllen c bestehenden Zwischenräume durch Isoliermaterial b ausgefüllt sind, so daß sich keinerlei Lufträume zwischen Leiter und Isolierhülle bilden können und die durch die Lufträume bedingten Nachteile in Fortfall kommen (Fig. 2).
(Ö. P. Nr. 64 463.)

Die Firma Westinghouse Electric Company Limited in London beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von Isolationsplatten aus Glimmer u. dgl. und einem gepulverten Bindematerial, wobei die Flocken von einer Füllvorrichtung durch Druckluft ausgestoßen werden. Die Einrichtung ist derart getroffen, daß die Flocken aus der Füllvorrichtung zwecks Verteilung portionsweise nach oben ausgestoßen werden und durch einen geschlossenen Raum beträchtlicher Länge fallen, um sich in gleichmäßiger Schicht auf einer feststehenden Aufnahmeplatte auszubreiten, worauf das Bindemittel mittels einer Siebvorrichtung in Pulverform über die Flocken verteilt und das Ganze erhitzt und zu Platten gepreßt wird. (D. R. P. Nr. 270 133.)

Wilhelm Senstin Düren baut eine Klebmaschine für Platten aus Glimmer oder ähnlichem Material. Der Glimmer wird in das Gefäß d eingefüllt und fällt auf die Mitte des Tellers b. Alsdann treibt die Zentrifugalkraft den Glimmer auf dem Teller nach außen an dem aufgebogenen Rand des Tellers empor und schleudert ihn über den Rand c hinaus gegen die Innenseite eines zylindrischen Mantels e, welcher die Klebunterlage bildet. Der Mantel schiebt sich während des Arbeitens der Maschine allmählich in die Höhe und wird zweckmäßig gleichzeitig um seine Achse gedreht. Durch die Düsen f wird die Klebunterlage mit Klebstoff bespritzt, bevor sie an den Rand des Tellers gelangt, an welchem die Glimmerstücke abgeschleudert werden (Fig. 3).
(D. R. P. Nr. 275 252.)

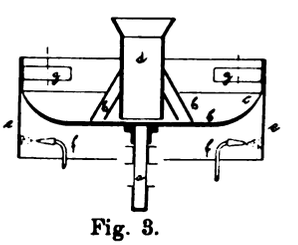


Fig. 3.

Den Gegenstand einer Erfindung des Dr. J. Ledergerber und Dr. J. Baur in Liestal bildet ein Verfahren zur Herstellung eines elektrisch-isolierenden Überzuges auf Drähten, welches darauf beruht, daß man Drähte aus irgendeinem Metall, zum Beispiel aus Kupfer, Aluminium oder Bronze, durch eine Zelluloid und Azeton enthaltende Masse zieht und den Überschuß der Masse von den Drähten, zum Beispiel durch eine geeignete Vorrichtung, abstreift. Der Zelluloid und Azeton enthaltenden Masse kann auch Kollodiumlösung zugesetzt sein; sie kann auch Harze, zum Beispiel Mastix, Kolophonium, ferner Metalloxyde, zum Beispiel Zinkoxyd sowie auch Zelloidin enthalten.
(Schw. P. Nr. 64 329.)

Eine Erfindung des John Allen Heany in Washington betrifft ein Verfahren, isolierende Faserstoffe auf Leitungen zu bringen in der Form einer glatten, gleichmäßigen, homogenen, feuerfesten oder wasserdichten Schicht beliebiger Stärke, das besonders geeignet ist zur Isolation von Leitungsdrähten, Bändern u. dgl. mit Asbest oder ähnlichem Faserstoff in Gestalt von verhältnismäßig kurzen Fasern, die für gewöhnlich nicht zu Fäden oder Garnen versponnen werden

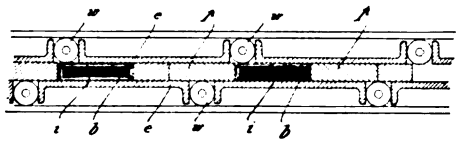
Digitized by Google

können, die dann aber so auf die Leitung gebracht werden, daß sie einen regelmäßigeren und gleichförmigen Überzug oder eine Schicht bilden und einen isolierten Leiter mit glatter Oberfläche von gleicher Stärke schaffen, der überall einen im wesentlichen gleichen Isolationsfaktor besitzt. Das Verfahren besteht darin, daß zunächst das Fasermaterial in Form einer gepreßten oder verfilzten Schicht auf einen verhältnismäßig dünnen Faden und dann dieser so bekleidete Faden auf den isolierenden Draht aufgebracht wird, wobei zweckmäßig der mit Fasern bedeckte Faden um den Draht gewunden und dann zusammengedrückt wird auf eine gleichmäßige Stärke.

(Ö. P. Nr. 66 096.)

Eine von Siemens-Schuckert Werke G. m. b. H. in Berlin gebaute Vorrichtung zum Nachspannen und Plätten von Isoliermaterial, das um elektrische Leiter gewickelt ist, ist dadurch gekennzeichnet, daß die umwickelten Leiter *b* auf zwei gegenüber-

Fig. 4.



liegenden Seiten in ihrer ganzen Länge zwischen festen, einen Tisch bildenden Platten *p* liegen, während über die anderen Seiten Platten *e* oder Walzen *w* hinwegstreichen und die Isolationswicklung festziehen. Eine Walze bestreicht die eine Seite des Leiterbündels, solange die andere Seite von einer ebenen Platte bedeckt ist und umgekehrt (Fig. 4).

(D. R. P. Nr. 273 229.)

Eine weitere Verbesserung und weitere Ausbildung dieser Einrichtung erhält man dadurch, daß man in ähnlicher Weise, wie es bei den Plättmaschinen bekannt ist, ein oder mehrere biegsame Bänder unter Druck gleitend über die Isolation hinwegzieht. Ein besonderer Unterschied zwischen der neuen Vorrichtung und den bekannten Plättmaschinen besteht jedoch darin, daß die Bänder der Nachziehvorrichtung sich nicht mit gleicher Geschwindigkeit wie das zu bearbeitende Werkstück, sondern gleitend über dasselbe hinwegbewegen, und zwar in verschiedener Richtung auf der Ober- und Unterseite des Arbeitsstückes. Zur Übertragung des erforderlichen Druckes können Platten, Walzen oder Kugeln verwendet werden, ähnlich wie sie im Hauptpatent zum Nachspannen dienen. (D. R. P. Nr. 277 058.)

Johannes Lange und Oswald Kurr in Lauenburg gibt eine Drahtbefestigung an Isolatorköpfen an, welche gekennzeichnet ist durch einen um den Hals des Isolatorkopfes zu legenden, an seinen Enden mit druckknopfartiger Verschlußvorrichtung *g* ausgestatteten Drahtring *b*, auf welchem ein ebenfalls mit druckknopfartigem Verschluß versehener Lappen d^1 zum seitlichen Befestigen des Leitungsdrahtes *e* angeordnet ist (Fig. 5). (D. R. P. Nr. 274 546.)

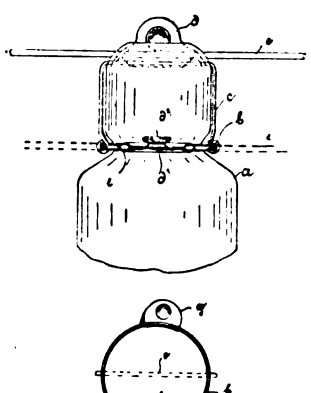


Fig. 5.

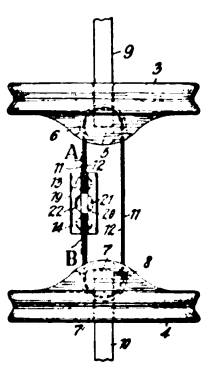


Fig. 6.

Oswald Aschenheim in Berlin-Wilmersdorf und Dr. E. Berliner in Neuköln beschreiben eine Einrichtung zur Verbindung der Einzelisolatoren einer Isolatorenkette untereinander und mit dem Ausleger und Leitungsträger befestigten Teilen durch flache Metallbänder. Durch diese Einrichtung wird bezweckt, eine einfache Möglichkeit der Verbindung der Metallbandenden mit den Halteteilen der Isolatorenkette und untereinander zu schaffen und dadurch die Verwendung von Metallbändern als Verbindungsglieder in gleich günstiger Weise zu ermöglichen, wie sie bei Drahtseilen vorliegt. Dies wird dadurch erreicht, daß die Metallbänder 9, 10, 11, 12 an jedem Ende mit einer Pfanne 13 zur Aufnahme eines losen Klemmkörpers 14 versehen sind, der die ihm als Lager dienende Pfanne bei der Verbindung zweier Metallbandenden untereinander in ein Verbindungsstück oder Schloß und zur Befestigung des Metallbandes an den mit dem Ausleger und dem Leitungsträger der Isolatorenkette sitzenden Teilen in diese Teile oder gegen die Wände von in diesen Teilen liegenden Kanälen drückt, die nach außen nur so weit offen sind, daß die Metallbänder hindurchtreten können. Jedes Verbindungsglied besteht aus zwei aneinander liegenden Metallbändern 11, 12, deren Pfannen 13 mit den offenen Seiten einander zugewendet sind und den Klemmkörper 14 zwischen sich halten, der die Pfannen gegen die Wände des sie aufnehmenden Kanals 21 drückt (Fig. 6.)

(D. R. P. Nr. 275 852.)

(Schluß folgt.)

Vereins-Nachrichten.

Kriegsanleihe.

Nach den bis zum 1. Dezember bei uns eingelaufenen Mitteilungen haben sich bei der Kriegsanleihe aus dem Kreise der elektrotechnischen Industrie und der Elektrotechnikerschaft folgende Firmen und Personen beteligt:

Accumulatoren-Fabrik „Tudor“ K 20 000, K. Armster K 9000, Ing. F. Bach K 2000, Ing. O. Battré K 600, Österr. Baugesellschaft für Verkehrs- und Kraftanlagen K 50 000, Berndorfer Metallwaren-Fabrik K 2 000 000, Angestellte der Berndorfer Metallwaren-Fabrik K 250 000, J. Bittner K 200, E. Blihar K 600, J. Boschan K 5000, Bosnische Elektrizitäts-Akt.-Ges. K 1 300 000, hievon K 300 000 in Ungarn, Dr. C. Breitfeld K 20 000, Czeija, Nissl & Co. K 300 000, J. Dacho K 30 000, Dampfapparatebau-Ges. K 50 000, Dr. Ing. M. Déri K 50 000, A. Duda K 10 000, E. A. G. vorm. Kolben & Co. K 300 000, Elektrizitätswerke Steyr K 5000, Elektrotechnischer Verein K 10 000, „Elektra“ Apparatebau-Ges. K 20 000, Ericsson Ö. E. A. G. vorm. Deckert & Homolka K 200 000, „Etschwerke“ Meran K 150.000, M. Fehl K 4000, Felten & Guilleaume K 1 000 000 davon K 500 000 für Ungarn, V. Felisko K 1000, W. v. Ferstel K 50 000, Ing. F. Fischer K 7000, Finger & Sohn K 20 000, Ing. R. Fluss K 10 000, J. Fuchs K 20 000, Obering. W. Fuchs K 1000 für Ungarn, Dir. L. Gebhard K 80 000, Gesellschaft für el. Industrie K 130 000, R. Goldschmidt K 1000 für Ungarn, Hofrat R. v. Grimburg K 25 000, A. Gschanes K 2000, C. Guttmann K 40 000, J. Herzog K 7500, Obering L. Hesky K 7300, J. Hirsch, Hydrawerk Dr. Louis Röder K 50 000, hievon K 25 000 in Ungarn, Hoffmann & Comp. K 50 000, V. Holzer K 1000, Holzimprägnierwerke G. m. b. H. K 25 000, Ingenieur H. Jahnel K 6000, J. Jergle K 500, Kabelfabrik Akt.-Ges. Preßburg K 500 000 für Ungarn, Marineing. H. Kafka K 2000, Kontakt-Gesellschaft m. b. H. K 100 000, L. Kornblüh K 5000, Könitzer & Klinger K 3400, A. Kratky K 700. F. Krauß K 10 000, J. Kremenezky K 60 000, hievon K 10 000 in Ungarn, K. Krötlinger K 100, Kruger & Cie. K 100 000, Ing. K. Kurmayer K 2200, V. Edler v. Lang K 16 000, A. Leng K 3300, F. Lipowsky K 2000, A. Maller K 10 000, Mährisch-Ostrauer Elektrizitäts-Akt.-Ges. K 25 000, F. Mrazek K 10 000, kais. Rat J. Müller K 1200, davon K 600 für Ungarn, Österr. Gasglühlicht- u. Elektrizitäts-Ges. K 300 000, Perci & Schacherer A.-G. K 15 000 für Ungarn, J. Pintsch K 100 000, Ing. L. Prohaska K 1000, E. Racz K 300 für Ungarn, H. Reicher sen. K 6500, J. Reithoffers Söhne K 1 000 000, hievon 250 000 in Ungarn, C. Richter K 3000, P. La Ruelle K 30 000, O. Rzeppa K 3000, W. Salzer Fa. Salzer & Thil K 9500, O. Sch. K 5000, S. Schlesinger K 20 000 für Ungarn, H. Schmalzl K 2000, Ing. A. Schmeer K 500, G. Schneider K 1000, H Schulhof K 10 000, J. Seidener K 5000, A. Seifert K 300, Siemens-Schuckert-Werke & Siemens & Halske A.-G. K 1 200 000, davon K 200 000 für Ungarn, Siemens-Schuckert-Werke & Siemens & Halske A.-G., Beamtenschaft K 550 000, Stadtgemeinde Laibach K 500 000, Stadtwerke Feldkirch K 50 000, Städt. Elektrizitätswerk Agram K 50 000 für Ungarn, Städt. Elektrizitätswerk Trautenau K 15 000, Städt. Elektrizitätswerk Ried K 40 000, Städt. Elektrizitätswerk Brünn K 50 000, Steiermärkische Elektrizitäts-Gesellschaft K 50 000, Stern & Hafferl A.-G., Elektrizitätswerk K 100 000, Hofrat Dr. V. Strouhal K 2000, C. Sturam K 10 000, Telefon-Fabrik A.-G. vorm. J. Berliner K 400 000, davon K 200 000 für Ungarn, Beamtenschaft der Telefon-Fabrik A.-G. vorm. J. Berliner K 100 000, „Tungsram“ Glühlampen- & Elektrizitäts-Gesellschaft K 400 000 für Ungarn, „Tungsram“ Glühlampen- & Elektrizitäts-Gesellschaft, Beamtenschaft K 10 000, „Tudor“ Accumulatoren-Fabrik A.-G. K 100 000 für Ungarn, Tramway- u. E.-G. Linz-Urfahr K 100 000, A. E. G. Union El.-Ges. K 1 500 000, A. E. G. Union, Pensionstonds K 60 000, Beamten der Uprava Gradske Munjare in Vodovoda K 700 für Ungarn, Verein deutscher Ingenieure, Reichenberg K 600, Vereinigte Elektrizitäts- u. Maschinenfabriks-A.-G. K 90 000 für Ungarn, Vereinigung österr. u. ung. Elektrizitätswerke K 17 000, Oberingenieur J. Watzke K 10 000, L. Wetz K 1500, R. Werkner, K 10 000 für Ungarn, Westinghouse Metallfaden-Glühlampenfabrik K 100 000, A. Wolf K 10 000, Zettlitzer Kaolinwerke A.-G. K 150 000, Ing. A. Zillig K 20 000, Ober-Ing. M. Zinner K 1000; zusammen K 14 321 500.

Außerdem beteiligten sich an der Anleihe die Herren: Ing. W. Bonwitt, L. Doczekal & Cie., Ing. I. Fischer, J. v. Fischer, Gilger, Ing. A. Grünhut, C. Hofreiter, Doktor P. Holitscher & Co., E. Honigmann, Ing. R. Mars, S. Schön, K. Schuster, J. Sluke, Fr. J. Watzek, mit in Summa K 112 800.

Ferner zeichneten 68 Firmen und Personen den Betrag von K 552 150.

Die Summe aller Zeichnungen bildet nach den bisherigen Mitteilungen den Betrag von K 14 986 450. Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 1. Dezember 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie **Redaktion, Administration** und **Expedition** der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.425.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der **Jahresbeitrag** beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige **Eintrittsgebühr** beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. **Bezugspreise:** Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die **Bezugspreise** sind im **vorhinein** zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro *mm* Höhe und Spalte (45 *mm* Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Wirtschaftliche Rundschau. Von Emil Honigmann, Wien 857
Der Quecksilberbogen-Gleichrichter.
Von Dr. O. Kruh, Wien (Fortsetzung) 860
Rundschau:
Elektrizitätswerke, Anlagen 865
Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 866
Dynamomaschinen, Transformatoren 866
Leitungen 866
Elektrische Apparate 866
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 867
Strahlungslehre 867
Wirtschaftliches 867
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues: Leitungen und Leitungsbau (Schluß) 867
Vereinsnachrichten 868
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *497—500*

Wirtschaftliche Rundschau.

Von **Emil Honigmann**, Wien.

Wie sich ein schweres Unwetter durch drückende Schwüle, eine auf Natur und Kreatur lastende Spannung und den Himmel verfinsterndes schwarzes Gewölk schon vorher ankündigt, so war auch vor dem Weltkriege wie die politische so auch die wirtschaftliche Atmosphäre voller Anzeichen der herannahenden Ereignisse. Nach einer Periode glänzenden Aufschwunges begann, besonders als die Balkanwirren einsetzten, sich eine Depression fühlbar zu machen, welche anfangs nur einzelne Gewerbe und den Geldmarkt in ihren Bann zog, allmählich aber fast in allen Ländern, vor allem auch in der österreichisch-ungarischen Monarchie Handel und Wandel beeinflußte. Das Wirtschaftsjahr 1913 wird in schlechter Erinnerung bleiben und wenn es bei uns zu keiner direkten Krise kam, so ist dies nur darauf zurückzuführen, daß die erwerbenden Stände die guten Jahre größtenteils zu einer Konsolidierung ihrer Unternehmungen benutzt hatten und deshalb auch die schlechte Konjunktur aushalten konnten. Wohl hatten sich auch breite Schichten der Bevölkerung verleiten lassen, ihr Glück im Börsenspiel zu versuchen und es waren naturgemäß herbe Verluste für viele nicht ausgeblieben; im allgemeinen aber hatten die eingetretenen Rückschläge sich doch in erträglichen Grenzen bewegt, keinesfalls aber zu einer solchen Katastrophe geführt wie nach dem Spekulationstaumel im Jahre 1873. Der Rückgang in Handel und Industrie setzte vielmehr langsam ein und wuchs allmählich an, bis er alles in Mitleidenschaft gezogen hatte. Wenn wir den ausgezeichneten Bericht, welchen alljährlich die Handels- und Gewerbekammer dem k. k. Handelsministerium abstattet, für das Jahr 1913 überblicken, so fällt uns auf, daß er diesmal völlig grau in grau gemalt ist und vielleicht mit Ausnahme des Kohlengeschäftes auch nicht einen einzigen Lichtblick gewährt. Es ist diesmal tatsächlich nicht ein Zweig unseres Wirtschaftslebens zu finden, welcher von Gedeihen oder gar Aufschwung zu erzählen hätte. Verhältnismäßig am besten hat sogar unsere elektrotechnische Industrie abgeschnitten, da sie zu Beginn der geschilderten Periode vielfach noch mit der Abwicklung großer, zum Teil auch lohnender Arbeiten von früher her beschäftigt war. Dieser Teil des Handelskammerberichtes ist übrigens schon den Lesern durch den Abdruck in unserer Zeitschrift (E. u. M. 1914, Heft 24 bis 26) bekannt. Es empfiehlt sich aber auch, einen kurzen Blick auf das sonstige Wirtschaftsleben hier zu werfen, weil mit Rücksicht auf die engen Beziehungen, welche unsere Industrie mit fast allen seinen Zweigen verknüpfen, für diese manches Lehrreiche daraus zu entnehmen ist.

Um zunächst das Baugewerbe zu betrachten, das die Elektrotechnik ja in erster Linie alimentiert, so litt dasselbe vor allen Dingen unter der Geldteuerung. Zum Teile war dieselbe wohl auf den vorangegangenen geschäftlichen Aufschwung zurückzuführen, der große Kapitalien für Investitionen aller Art erfordert und gebunden hatte, dann kamen die immer wachsenden Ansprüche dazu, welche der Staat, die Länder und zum Teil auch die Gemeinden an den Geldmarkt stellten. Als schließlich auch die Moratorien der Balkanstaaten eine Stockung im Kreislauf des Geldes bewirkten und vorsichtige Leute aus Furcht vor einem Weitergreifen des Krieges auf die euro-

Digitized by Google

päischen Großstaaten vielfach ihre Barmittel aus dem Verkehr zogen und versteckten, wurde die Geldknappheit immer größer und steigerte sich in den verschiedenen Staaten durch Wechselwirkung, denn das fein verästelte Netz der Geldzirkulation ist dem des Blutkreislaufes vergleichbar, wo auch eine geringere Stockung in irgendeinem Teile des Körpers für den ganzen Organismus verhängnisvoll werden kann. Auf dem Hypothekenmarkte traten Verhältnisse ein, welche die Durchführung einer Belehnung selbst der besten Objekte und die Konvertierung von Baukredit in feste Sätze unendlich schwer, vielfach ganz unmöglich machten. Bewilligung fast wucherhaft zu nennender Zinsen und Provisionen, Subhastationen, Unterbrechungen halb unfertiger Bauten, Fallen der Mietzinse in einzelnen Stadtgebieten und Entwertung vieler Realitäten waren die Folgen. Bei solchen Baukrisen kamen die Handwerker — darunter auch vielfach die ohnehin finanziell nicht besonders gut fundierten Elektroinstallateure — vielfach zum Handkuß. Die Ziegelindustrie hatte einen Ausfall von rund 43% und besaß am Ende des Berichtsjahres ungefähr 46% mehr Lagervorräte als im Jahre zuvor. Die Portland-Zementindustrie erfuhr einen wohl geringeren, die Roman-Zementerzeugung aber einen starken Rückgang; letztere sank von 8000 Waggons im Jahre 1910 auf 5500 Waggons im Berichtsjahre. Die Einfuhr von Zement aus dem Auslande nahm stark ab. Die Steinindustrie litt außer durch die geschilderten Verhältnisse auch noch durch das Vordringen des modernen Beton- und Betoneisenbaues. Der Absatz an Gips und Gipsdielen und den Erzeugnissen der Baukeramik ging bedeutend zurück. Daß der Niedergang des Baugewerbes auch auf den Geschäftsgang der Eisenwerke seinen Einfluß ausüben mußte, ist klar. Bis zum Frühjahre dauerte wohl noch die lebhafte Tätigkeit fort, dann aber wirkte die verringerte Aufnahmsfähigkeit des Marktes immer stärker auf den Beschäftigungsgrad der Werke, bis sie sich schließlich zu Betriebseinschränkungen und starken Preisherabsetzungen verstehen mußten. In den eisenverarbeitenden Gewerben hatte der Rückgang des Inlandskonsums und die besonders unerfreuliche Gestaltung der Exportverhältnisse eine bedeutende Verschlechterung des Geschäftes, ja auch die Auflösung der Fittings-, Schlosserwaren- und Sensenkartelle zur Folge. Besser ging es den Betrieben, welche sich mit der Bearbeitung unedler Metalle befassen; der Handel mit Rohmetallen lag bis tief ins Frühjahr hinein nicht ungünstig, bis die von Amerika ausgehende Verstimmung auch die Länder der alten Welt ergriff. Das Geschäft in Blei, dessen Zufuhren infolge der mexikanischen Wirren recht knapp waren, ließ sich besonders günstig an. In der zweiten Hälfte des Jahres 1913 wurden in Fiume und Trzebinia neue Bleihütten errichtet, wodurch Österreich seine Produktion beträchtlich steigern konnte. Auch das Geschäft in Kupfer war in der ersten Hälfte des Jahres vorzüglich, ließ aber später ebenfalls, besonders infolge der schon erwähnten Geldkrise nach. Der Konsum von Zink, das Österreich wohl auch in beschränkten, aber nur knapp ein Drittel seines Verbrauches deckenden Mengen produziert, ging zurück, kann aber immerhin noch als befriedigend bezeichnet werden. Zinn, das vom Anfange des Jahres an ungewöhnlich hohe Preise erzielt hatte, geriet im Sommer in einen katastrophalen Preissturz; während es zu Beginn des Jahres 1913 noch zu K 570 bis 580 franko Wien gehandelt wurde, betrug die Notierung gegen Jahresschluß nur noch K 425. Der Preis in Rohaluminium blieb ziemlich stabil, sein Absatz stieg immer mehr. In Zinkblechen ließ der Absatz um fast 25% nach. Die Kupferblechfabrikation, welche stark vom Baugewerbe abhängig ist, litt unter dessen Niedergang ebenso wie unter dem Mangel an Exportmöglichkeiten sowie unter zahlreichen Konkursen, besonders am Balkan. Der Inlandsabsatz für Bronzewaren verringerte sich um 20%, der Export, der sonst eine beträchtliche Rolle spielt, versagte fast vollkommen. Das Geschäft mit Lampen und Beleuchtungsgegenständen ließ stark zu wünschen übrig und ließ allein in Ungarn und Galizien um 40% nach, ganz abgesehen von den Verlusten, welche dort durch vielfache Zahlungseinstellungen erwachsen sind. Die Ausfuhr nach den Balkanstaaten, mit Ausnahme Rumäniens, hörte vollkommen auf, die nach der Türkei war leidlich, der Absatz nach Ägypten durchaus unbefriedigend und riskant und nach Rußland völlig unzulänglich; hingegen gestaltete sich das überseeische Geschäft günstiger. Was speziell elektrische Beleuchtungskörper anlangt, klagt die einheimische Industrie über die nicht einzudämmende deutsche Konkurrenz, die trotz aller Anstrengungen ihr nicht nur in den Grenzdistrikten, sondern im ganzen Lande das Geschäft größtenteils wegnimmt.

Die Erzeuger von Halbfabrikaten brachten einen Teil des infolge des allgemein verschlechterten Geschäftes verringerten Absatzes durch Lieferung an die Munitionsfabriken wieder ein. Das Messingkartell, das nahezu zehn Jahre bestanden hat, aber schon längere Zeit mit den Außenseitern einen vernichtenden Kampf führen mußte, hat sich aufgelöst.

Das Bild, das die Maschinenindustrie bot, war auch kein erfreuliches; schätzt man doch den Rückgang an ihren Erzeugnissen auf 25 bis 30%; dabei verlief die erste Jahreshälfte noch mit der Abwicklung aus der günstigen Vorperiode stammender Aufträge. Das Geschäft in Dieselmotoren ging infolge der hohen Rohölpreise ganz besonders stark zurück, nur einige größere Lieferungen für die ägyptische Regierung brachten einigen Ersatz für den Ausfall. Der Vertrieb von Wasserturbinen, Zerkleinerungsmaschinen, Kranen und Flaschenzügen ließ stark nach, nur der von Einrichtungen für Papierfabriken hielt sich auf der Höhe des Vorjahres. Die Lokomotivfabriken waren etwas besser beschäftigt als 1912, doch immerhin nicht ausreichend. Der Absatz an Verbrennungsmotoren ging um etwa 30 bis 40% zurück, die Verkaufspreise waren schlecht, die Zahlungs- und Kreditverhältnisse vollkommen ungenügend und die Konkurrenz des Auslandes, besonders leichter amerikanischer Exportware im Wachsen begriffen. Der Außenhandel, der sich vornehmlich nach dem Balkan bewegt, war ganz brachgelegt. Die Verhältnisse in der Motorenbranche sind besonders ungesund, Ratenzahlungen und Garantieerstreckung bis auf drei Jahre sind nicht selten und würden sich nur durch ein Zusammengehen der beteiligten Lieferantengruppen aus der Welt schaffen lassen, wozu aber nicht die geringste Aussicht besteht.

Die Werkzeugmaschinenfabriken konnten sich großer Aufträge seitens der Rüstungsindustrien erfreuen, nur gegen Ende des Jahres ließ der Absatz nach, während die Konkurrenz und damit die Preisschleuderei zunahm. Der Export blieb bescheiden. Die landwirt-

Digitized by Google

schaftliche Maschinenindustrie klagt außer über scharfe Konkurrenz auch der auswärtigen Fabriken und die dadurch bedingten unbefriedigenden Preise gleichwie die Motorenfabrikanten, über die langfristigen Zahlungsbedingungen, die den Maschinenfabrikanten gewissermaßen zum Bankier der Landwirte machen. Nähmaschinen, Haus- und Küchengeräte, Wagen, hauswirtschaftliche Maschinen usw. haben ebenfalls den geringeren Absatz und die schlechteren Preise im Inlande durch lohnende Exporte nicht wettmachen können. Die Waffenfabriken klagen über den Rückgang von Jagd- und Handfeuerwaffen, während sie für militärische Zwecke naturgemäß vortrefflich beschäftigt waren. Auch die Erzeuger von Verkehrsmitteln loben nicht das Jahr 1913. Der Automobilbau wurde allerdings durch bedeutende Bestellungen der Kriegsbehörde alimentiert. Welcher Nutzen ihm und den Hilfsindustrien aber noch verloren geht, zeigt die Tatsache, daß das Ausland Kraftfahrzeuge im Werte von nicht weniger als 21 Millionen Kronen nach der Monarchie verkauft.

Die der elektrotechnischen Industrie ferner stehenden Gewerbezweige sollen nur ganz kurz charakterisiert sein. Der Holzmarkt blieb von der ungünstigen Konjunktur verhältnismäßig weniger berührt, auch die Lederindustrie konnte eine Regulierung der Preise vornehmen und für Sohl- und Treibriemenleder Kartelle abschließen. Die Schuhwarenerzeugung mußte der ausländischen Konkurrenz Bestellungen in der Höhe von 24 Mill. Kronen überlassen. Der Seidenindustrie ging es nach wie vor schlecht, was durch die Reduktion der Betriebe bis zu 45% des Normalen bestätigt wird. Auch die Kammgarn- und Wollwarenfabriken, ganz besonders aber die Baumwollspinnereien, Webereien und Druckereien mußten ihre Produktion erheblich herabsetzen. Überhaupt befand sich die Textilindustrie, auch die Jute- und Leinenindustrie in ganz besonders ungünstiger Lage, ebenso verschärfte sich die andauernd ungünstige Konjunktur für die Papierfabriken durch Verringerung des Absatzes und Erhöhung der Produktionskosten.

Die Mühlen konnten den Ausfall im Inlande durch die Exporte an die kriegführenden Balkanstaaten nicht wettmachen. Der Minderertrag an Zucker, der im überseeischen Wettbewerbe einen neuen Konkurrenten an italienischer Ware erhalten hat, belief sich auf 12·1%. Die Malzindustrie litt unter der infolge ungünstiger Witterung beeinträchtigten Rauhgerstenernte. Die Bierproduktion sank von 22·78 Mill. Hektoliter Würze auf 21·03 Mill. Hektoliter, weil der Sommer verregnet war und die schlechten Zeiten mit einer Einschränkung des Konsums sich fühlbar machten. Hingegen hob sich Inlandsverbrauch und Auslandsabsatz an Spiritus. Die starke Erhöhung der Rohölpreise, deren Produktion neuerdings um zirka 10.000 Zisternen zurückging, wurde bereits erwähnt, doch begann im Laufe des Jahres wieder eine stärkere Bohrtätigkeit in Galizien, die einen Abfall der Notierungen zur Folge hatte. Auch der Export hat nachgelassen.

Wenn wir den Außenhandel der Monarchie betrachten, so muß konstatiert werden, daß das Passivum ganz beträchtlich abgenommen hat. Es sank von 743·1 Mill. Kronen im Jahre 1912 auf 520·5 Mill. Kronen, also um 222·6 Mill. Kronen. Die amtliche Zusammenstellung nach Rohstoffen und Fabrikaten ergibt in Mill. Kronen:

	Einfuhr		Ausfuhr	
	1913	gegen 1912	1913	gegen 1912
Rohstoffe . . .	1996·6	— 9·6	918·9	— 42·4
Halbfabrikate . .	498·8	— 75·9	527·2	+ 16·6
Ganzfabrikate . .	911·1	— 64·7	1323·0	+ 61·7

Nach Produktionsgruppen geordnet werden ausgewiesen in Millionen Kronen:

	Einfuhr		Ausfuhr	
	1913	gegen 1912	1913	gegen 1912
Erzeugnisse der Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei	1609·5	— 67·7	761·6	— 43·2
Bergwerke u. Hüttenbetriebe	569·0	+ 17·9	199·6	— 3·4
Industrie	1228·1	—100·4	1808·9	+ 82·5

Der gesamte Außenhandel ist also schwächer geworden, wenngleich die Ausfuhr gestiegen, die Einfuhr gefallen ist. In der Gruppierung der Bilanzziffern spiegelt sich die Depression des Jahres 1913 wieder, denn die Einfuhr an Rohstoffen, die im Inlande zur Verarbeitung kommen, hat sich nicht vermehrt und die gesteigerte Ausfuhr an Ganzfabrikaten wiegt die zurückgegangene Einfuhr nicht auf. Daß bei einer derartigen Abflauung des Geschäftslebens auf allen Gebieten auch die Gründungstätigkeit hinter den Vorjahren zurückblieb, wird nicht verwundern. Es wurden nur 52 Aktien-Gesellschaften mit rund 95 Mill. Kronen Kapital gegen 68 Gesellschaften mit rund 129 Mill. Kronen Kapital im Jahre 1912 gegründet, darunter nur eine einzige Bank mit 1 Mill. Kronen gegen drei mit 8·3 Mill. Kronen im Vorjahre und gar keine Versicherungs-Gesellschaft. Auch die Errichtung von Filialen seitens der Banken blieb gegen früher zurück. Unter den Neugründungen nimmt die Nahrungsmittelindustrie den ersten, die Metall- und Maschinenindustrie den zweiten Rang ein, dann folgen die chemische, die Papier- und Verlags- und schließlich Textil- und Konfektionsindustrie.

Dagegen wurde keine einzige Montangesellschaft gegründet und auch die Bau- und Baumaterialienindustrie, welche im Vorjahre sieben Gründungen mit 12 Mill. Kronen verzeichnet hatte, kann nur auf drei Gesellschaften mit 2·7 Mill. Kronen hinweisen. Ebenso blieben die Kapitalsvermehrungen weit hinter denen des Jahres 1912 zurück, in dem 92 Gesellschaften ihr Aktienkapital um rund 224 Mill. Kronen vergrößert hatten, während 1913 dies nur bei 62 Gesellschaften mit rund 133 Mill. Kronen der Fall war.

Die Gesellschaften mit beschränkter Haftung zeigten zum erstenmal seit ihrem Bestehen einen Stillstand, da die Gründungen im Betriebsjahre (549 Gesellschaften mit 86·81 Mill. Kronen Stammkapital) nur ein um 0·41% höheres Kapital als im Jahre 1912 aufbrachten. Wenn man die gesamten Preisinvestitionen sowohl durch Neugründungen als durch Kapitalserhöhungen von Aktiengesellschaften und Gesellschaften mit beschränkter Haftung betrachtet, so zeigt sich, daß dieselbe um 116 Mill. Kronen gegenüber dem Vorjahre zurückgeblieben ist und sogar um 142 Mill. Kronen hinter dem Jahre 1911. Auch die Zahl der industriellen Privatgründungen war über 20% geringer als im Vorjahre.

Aus all diesen Ziffern und den Schilderungen der in den einzelnen Gewerben herrschenden Verhältnisse geht klar hervor, daß, wie sich eine Krankheit durch Schwäche und Abspannung anzukündigen pflegt, sich auch in unserem wirtschaftlichen Organismus die Anzeichen des herannahenden Weltbrandes schon im verflossenen Jahre fühlbar machten. Aber wie sich jedem Übel ebenfalls eine gute Seite abgewinnen läßt,

Digitized by Google

so kann man es auch als einen Vorteil betrachten, daß uns der Krieg nicht in einer Periode übergroßer Beschäftigung und Anspannung aller wirtschaftlichen Kräfte überrascht hat, denn zweifellos wäre dann der Rückschlag um so empfindlicher gewesen, da es ungleich größere Schwierigkeiten geboten hätte, das Rad in vollem Schwunge aufzuhalten und sofort die plötzlichen Stockungen, welche die Mobilisierung mit sich brachte, zu überwinden. Langsam kommt nun das Rad wieder ins Rollen und man darf die berechtigte Hoffnung hegen, daß ein glücklicher Ausgang des Krieges uns eine Blüte in Handel und Gewerbe schenken wird, welche alle geschlagenen Wunden rasch vernarben lassen wird.

Der Quecksilberbogen-Gleichrichter.

Eine Experimentelle Studie von Dr. O. Kruh, Wien.

(Fortsetzung von Heft 49, Seite 848.)

9. Will man nun beide halbe Wellen rektifizieren, so benutzt man zwei Reaktanzen r_1 und r_2 (wie in Fig. 9 a). Jede Reaktanz wirkt ganz unabhängig von der anderen, die Stromrichtung ist in der Figur durch Pfeile angezeigt.

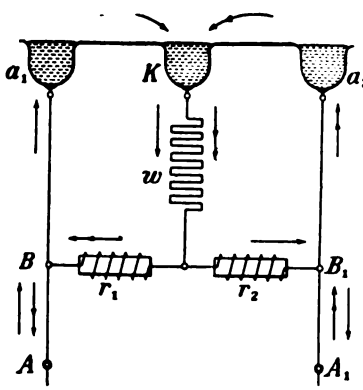
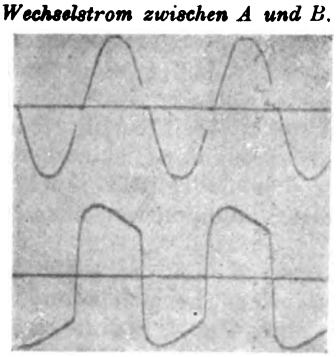


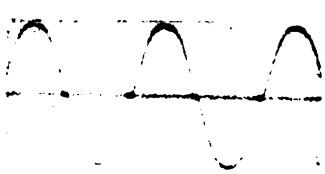
Fig. 9 a. Rektifikation beider halben Wellen mit Hilfe zweier Reaktanzen.

Es fließt somit die erste halbe Welle durch die Anode a_1, den Gleichrichter, die Kathode K, den Widerstand oder Last w, die Reaktanz r_2 zurück zum Generator. Die andere halbe Welle, gekennzeichnet durch den Doppelpfeil, fließt durch die Anode a_2, Gleichrichter, Kathode K, Widerstand w, Reaktanz r_1 zurück zur Dynamomaschine. Die beiden Reaktanzen r_1 und r_2 entladen sich in ihren entsprechenden Stromkreisen, sobald der Dynamostrom den Maximalwert erreicht hat. Sie erhalten somit die Kathode immer in erregtem Zustande, da der Entladungsstrom einer Reaktanz dieselbe Richtung hat wie ihr Ladestrom. Wie man sieht, fließen beide halbe Wellen durch den Widerstand w, so daß in diesem Widerstande ein intermittierender Gleichstrom zustandekommt. Die oszillographischen Aufnahmen in der Fig. 9 b bis 9 i zeigen die elektrischen Verhältnisse dieser

Wechselstrom zwischen A und B.



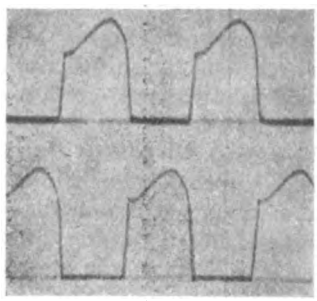
Spannung zwischen A und A_1.
Fig. 9 b.



Spannung zwischen den Anoden a_1 und a_2.
Fig. 9 c.

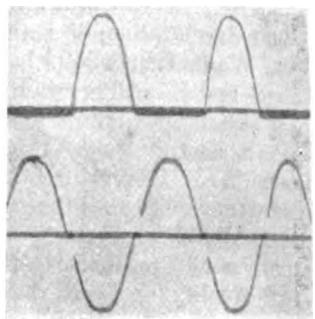
Schaltung. Die Verhältnisse ändern sich etwas, je nach der Natur der Last, die an Stelle des Widerstandes w eingeschaltet wird. Ist keine gegenelektromotorische Kraft vorhanden, so kann man mit kleinen Reaktanzen auskommen. Verwendet man den Gleichrichter jedoch zum Laden einer Akkumulatorenbatterie oder zum Betriebe eines Gleichstrommotors, so müssen die Reaktanzen so groß gewählt

Strom in Anode a_1.



Strom in Anode a_2.
Fig. 9 d.

Spannung zwischen Anode a_1 und Kathode K.

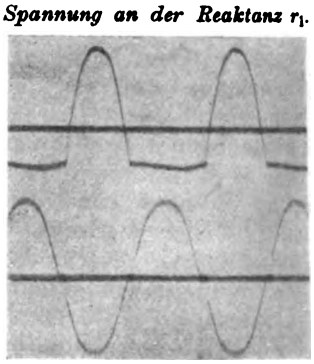


Spannung zwischen den Anoden.
Fig. 9 e.

Ladestrom einer Batterie.

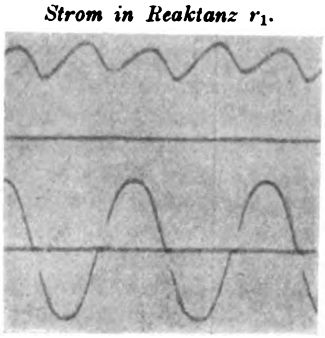
Ladespannung.
Fig. 9 f.

Spannung an der Reaktanz r_1.



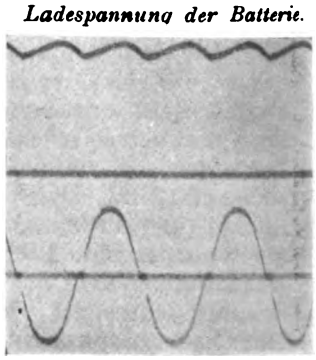
Linienspannung.
Fig. 9 g.

Strom in Reaktanz r_1.



Linienspannung.
Fig. 9 h.

Ladespannung der Batterie.



Linienspannung.
Fig. 9 i.

werden, daß sie nicht nur genügend Strom liefern, um die Kathode erregt zu erhalten, sondern auch genügende Spannung, um die gegenelektromotorische Kraft der Batterie bezw. der Dynamomaschine zu überwältigen.

10. Im vorhergehenden sind die Schaltungen beschrieben worden, die bei der Gleichrichtung eines einphasigen Wechselstromes in Betracht kommen. Hat man einen mehrphasigen Strom zur Verfügung, zum Beispiel einen dreiphasigen oder sechsphasigen Wechselstrom, so kann man alle Phasen durch einen einzigen Gleichrichter rektifizieren. Dabei ist die Zahl der Elektroden gleich der

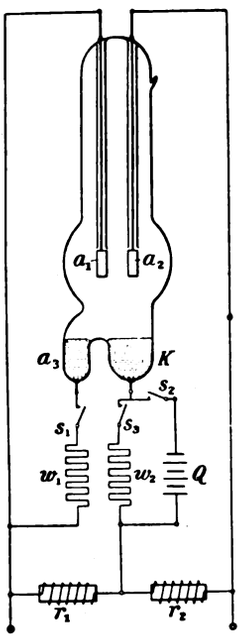
Digitized by Google

Anzahl der Phasen + 1, die Zahl der Anoden ist gleich der Anzahl der Phasen. Alle Anoden haben eine gemeinsame Kathode. Man kann sowohl einen Transformator mit Mittelleitung (analog wie in Fig. 7) oder man kann eine Anzahl von Reaktanzen verwenden, deren Zahl gleich ist der Anzahl der Phasen (analog wie in Fig. 9 a). Bei der oszillographischen Aufnahme findet man, daß der rektifizierte Gleichstrom geringere Schwankungen der Momentanwerte aufweist, was offenbar dem Umstande zuzuschreiben ist, daß die einzelnen halben Wellen einander zum Teile überdecken.

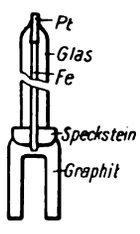
Der Kurzschlußbogen zwischen den Anoden.

11. Nach Besprechung der elektrischen Schaltungen wollen wir uns wieder dem Gleichrichter zuwenden. Es war im vorhinein klar, daß man infolge des niedrigen Siedepunktes des Quecksilbers Quecksilberelektroden, wo immer angängig, vermeiden mußte, da sonst der Quecksilberdampfdruck im Gleichrichter zu hoch steigen und dadurch ein größerer Spannungsabfall entstehen würde. Die Vergrößerung des Dampfdruckes würde auch zu einer unwillkommenen Vergrößerung der Dimensionierung der Gleichrichter führen; man entschloß sich deshalb im vorhinein, die Anoden aus Graphit herzustellen.

12. Ehe man einen brauchbaren Gleichrichter herstellen konnte, war zunächst die Frage des Ingangsetzens zu erledigen. Dies wurde analog zur Weintraubschen Methode des Ingangsetzens durch einen Hilfsbogen von Kruh*) auch im Gleichrichter durchgeführt, mit dem Unterschiede, daß bei der Weintraubschen Methode ein beständiger Hilfsbogen den Quecksilberbogen zündet, während hier ein intermittierender, nur eine halbe Periode andauernder Bogen die Zündung bewirken muß. Eine derartige Type zeigt Fig. 10, in der die Form des Gleichrichters sowie die Schaltungen angegeben sind. Es seien hier auch einige Details über einzelne Teile des Gleichrichters selbst angegeben. Der Gleichrichter besteht aus einem evakuierten Rohre, in dem zwei Anoden aus Graphit angebracht sind. Sie bestehen aus zwei Graphitröhrchen, die aus bestem Achesongraphit hergestellt werden und an einem Ende geschlossen sind, an dem in der Regel ein Eisendraht oder ein Platindraht eingeschraubt ist. Im Falle der Zuleitungsdraht aus Platin besteht, wird er direkt in das Glas eingeschmolzen, wenn dagegen ein anderes Material verwendet wird, so wird noch an der Einschmelzstelle ein angelötetes Stückchen Platin benutzt. Der Zuleitungsdraht wird durch ein Glasrohr, das entweder darübergeschoben oder direkt darangeschmolzen ist, vom Bogen isoliert. Ebenso schützt ein Stück Speckstein den Zuleitungsdraht vom Bogen. a_3 ist die Hilfsanode des Gleichrichters und K die Kathode. Der Gleichrichter wird nun in der Weise in Gang gesetzt, daß man durch Schütteln das Quecksilber der Elektroden a_3 und K in Verbindung bringt, wodurch Strom durch die Lampe selbst fließt. Wird diese Brücke unterbrochen, so



Zündung des Gleichrichters durch einen Hilfsbogen.



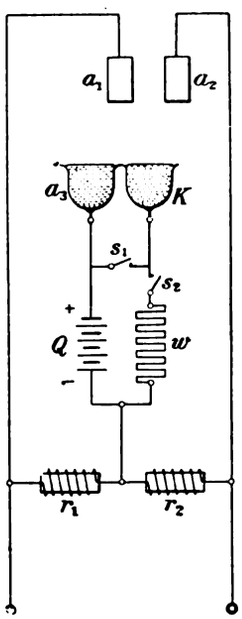
Details einer Anode.

Fig. 10.

entsteht ein kurz andauernder Bogen zwischen a_3 und K. Wenn nun die Trennung der Quecksilberflächen in dem Momente geschieht, in dem a_3 positiv gegen K ist, so wird K Kathode des Gleichrichters. Der Strom fließt dann durch den Widerstand w_1, die Anode a_3, die Kathode K, die Belastung Q und die Reaktanz r_2. Der Raum oberhalb der Kathode wird durch das vom Bogen ausgesandte ultraviolette Licht sowie durch Kathodenstrahlen ionisiert, so daß der Bogen von a_3 infolge des Widerstandes w_1 zu a_1 übertragen wird. Bei Umkehrung der Stromrichtung funktioniert dann die Elektrode a_2 als Anode des Gleichrichters. Ist der Gleichrichter in Gang gesetzt, so kann man die Hilfsanode a_3 durch den Schalter s_1 ausschalten. Erfolgt die Unterbrechung des Kontaktes in dem Augenblicke, in welchem K positiv ist zu a_3, so ist der Bogen nicht beständig und die Lampe muß noch einmal in Gang gesetzt werden. Das Schütteln der Lampe erfolgt in der Regel mit der Hand, doch sind automatische Vorrichtungen für diesen Zweck ebenfalls im Gebrauch.

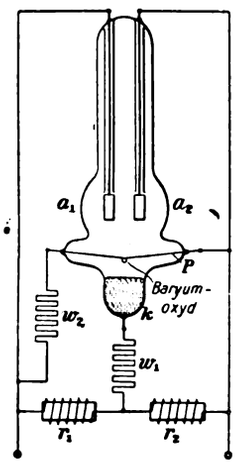
Besteht die Last Q aus einer Batterie, die eine gegenelektromotorische Kraft besitzt, so ist es schwierig die Lampe in Gang zu setzen. Um diesem Übelstand abzuhelfen, wird parallel zur Last Q ein Widerstand w_2 geschaltet, der Gleichrichter zunächst an dem induktionsfreien Widerstande w_2 in Gang gesetzt, hierauf der Schalter s_2 geschlossen, so daß der gleichgerichtete Strom sowohl die Batterie Q wie auch den Widerstand w_2 durchfließt. Mittels des Schalters s_3 wird dann w_2 ausgeschaltet.

Man kann auch die Batterie dazu benutzen, um den Gleichrichter in Gang zu setzen, da nach dieser Methode eine einmalige Kontaktunterbrechung genügt. Die Schaltung ist gezeigt in Fig. 11. Man verbindet den positiven Pol der Batterie Q mit der Hilfsanode a_3 und durch den Schalter s_1 mit der Kathode K; parallel zur Batterie liegt ein Widerstand w. Der Schalter s_1 ist zunächst offen und Schalter s_2 geschlossen; man stellt nun durch Schütteln den Kontakt zwischen K und a_3 her und unterbricht ihn dann, wodurch der entstehende Gleichstrombogen den übrigen Teil des Gleichrichters zündet und der Dynamostrom durch die Anoden a_1, a_2 und die Kathode K fließt. Jetzt schließt man den Schalter s_1 und öffnet s_2, der rektifizierte Strom fließt dann durch die Batterie.



Zündung durch die zu ladende Batterie.

Fig. 11.



Ingangsetzen durch Bestrahlung.

Fig. 12.

Um das lästige Schütteln des Gleichrichters zu vermeiden, kann man auch die vom Verfasser gefundene Methode des Ingangsetzens eines Quecksilberbogens durch

*) Kruh: Am. P. 916879 vom Jahre 1909.

Digitized by Google

Bestrahlung (siehe Fig. 12) anwenden*). Die Methode besteht darin, daß man in der Nähe der Kathode eine Platinspirale P einschmilzt, die mit einem Oxyd eines Erdalkali, zum Beispiel Bariumoxyd bedeckt ist und sie durch elektrischen Strom erhitzt. Es wird dadurch die Spirale Kathode des Stromkreises, während die Elektroden a_1 und a_2 Anoden des Gleichrichters bilden. Die Elektronen, die von der Spirale abgeschleudert werden, wirken auf die Elektrode k und befähigen sie ebenfalls zur Aussendung von Elektronen, wodurch sie zur Kathode wird. Diese Methode ist somit eine Hilfskathodemethode, während man die vorher beschriebenen als Hilfsanodenmethoden bezeichnen kann.

13. Setzt man den in Fig. 10 beschriebenen Gleichrichter in Gang und läßt ihn einige Zeit brennen, so findet man, daß in dem Zeitraume von einigen Stunden bis einigen Tagen zwischen den beiden Anoden a_1 und a_2 Entladungen durchgehen, welche mit der Zeit sich so steigern, daß Kurzschlüsse im Gleichrichter auftreten. Diese Kurzschlüsse treten um so schneller auf, je größer die Belastung des Gleichrichters ist. Es war ein naheliegender Gedanke, daß der Kurzschluß durch die Nähe der Elektroden a_1 und a_2,

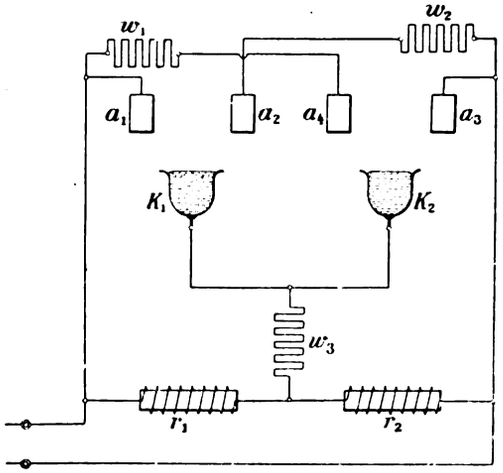


Fig. 13. Parallel-Schaltung zweier Gleichrichter.

die direkt an die Maschine angeschlossen sind, bedingt ist und daß der Kurzschluß aufhören würde, wenn man die Anoden weiter voneinander entfernen würde. Zu diesem Zwecke wurden Gleichrichter in Form eines U-Rohres hergestellt, wobei in jedem Schenkel eine Anode untergebracht war. Trotz der nun erzielten größeren Distanz der Anoden wurde auch hier dieselbe Erfahrung gemacht. Stellt man die Anoden aus auf einer Seite geschlossenen Eisenrohren her, die durch Vermittlung von angelöteten Platinrohren in die Glashülle eingeschmolzen sind und kühlt die Anoden durch Wasser, so tritt der Kurzschluß mit noch größerer Gewalt auf; der Kurzschluß ist somit nicht der hohen Temperatur der Anoden, die zirka 1000° C beträgt, zuzuschreiben. Durch entsprechend gerichtete magnetische Felder kann man den Kurzschluß etwas mildern, doch genügt diese Methode nicht, da selbst geringe Entladungen zwischen den Anoden das Vakuum verschlechtern. Man half sich zunächst auf die Weise, daß man zwei Gleichrichter parallel schaltete. Eine derartige Schaltung zeigt Fig. 13, aus der man sieht, daß die Anoden a_1 und a_3 die Hauptanoden des rektifizierten Stromes sind, während a_2 und a_4 bloß zur Aufrechterhaltung der Kathode dienen. Da in Serie mit a_2 und a_4 große Widerstände w_1 und w_2 eingeschaltet sind, so treten Kurzschlüsse in den Gleichrichtern nicht mehr ein. Dasselbe Resultat kann auch durch verschiedene andere Schaltungsmethoden erreicht werden, die alle das Prinzip befolgen, die Rektifikation der beiden halben Wellen in zwei Gleichrichtern durchzuführen, die so geschaltet sind, daß die beiden halben Wellen in einer Leitung vereinigt werden.

14. Es ist klar, daß eine derartige Anordnung sehr kompliziert ist und es ist deshalb nach einem Wege gesucht worden, um die Kurzschlüsse auf einfachere Weise zu vermeiden. Dieses gelang in der Tat dadurch, daß man Gleichrichter von der Form wie in Fig. 14 baute, in der beide

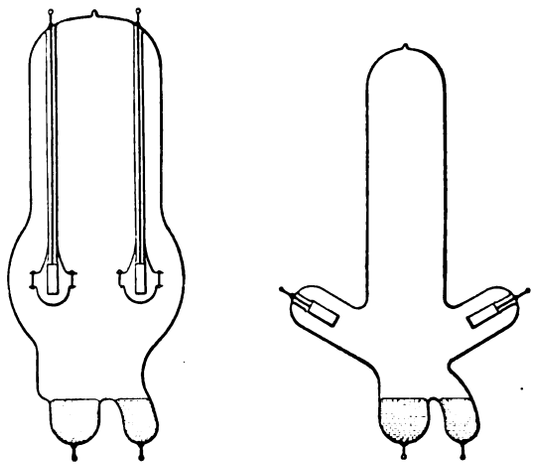


Fig. 14. Gleichrichter mit Anodenschutz.

Anoden durch Schutzschirme oder Rohre vom Raume möglichst abgesondert oder in seitlich angesetzten Rohren angebracht wurden, so daß der Gleichrichter etwa die Form eines Kreuzes erhielt. Diese Methode ist bis jetzt die einzig praktische und wird bei allen Gleichrichtern angewandt*).

15. Die Ursachen des Kurzschlusses im Gleichrichter sind mannigfache. In erster Linie hängt der Kurzschlußbogen von der Spannung ab. Ein geringer Stromdurchgang zwischen den beiden Anoden findet immer statt und erhöht sich mit steigender Spannung, so daß bei irgendeiner kritischen Spannung ein Bogen zwischen den beiden Anoden sich ausbildet. Da jedoch ein Kurzschlußbogen auch bei 100 V entstehen kann, so ist die Spannung offenbar nicht die wichtigste Ursache des Kurzschlusses, die in Betracht kommt. Tatsächlich ist es gelungen Gleichrichter zu bauen, die auch 20 000 V bei einer Belastung von 4 bis 6 A rektifizieren können.

16. Als zweite Ursache ist der Grad des Vakuums anzusehen; je besser das Vakuum, desto geringere Wahrscheinlichkeit für Kurzschlüsse. Indessen ist die Vakuumfrage von zu vernachlässigendem Einflusse bis Spannungen von zirka 400 V. Bei dieser Spannung und bei einem Gehalte an Fremdgasen bis zu 2 mm Quecksilberdruck findet bereits ein zeitweiliges Erscheinen einer Bogenentladung zwischen beiden Anoden statt, offenbar ist bei diesem Drucke die Leitfähigkeit des Gasraumes am größten. Unter 400 V ist das Vakuum von keinerlei Bedeutung, während über 400 V der Gleichrichter immer empfindlicher wird, selbst für geringen Gehalt an Gasen. Es wäre deshalb ausgeschlossen, hohe Spannung zu rektifizieren, wenn nicht die Glaswand sowie die kondensierten Quecksilbertröpfchen den größten Teil der fremden Gase absorbieren würden. Ebenso wie die fremden Gase wirkt auch der Quecksilberdampf; dies zeigt sich in dem Umstande, daß bei höherer Belastung des Gleichrichters die Kurzschlüsse leichter und öfters zustande-

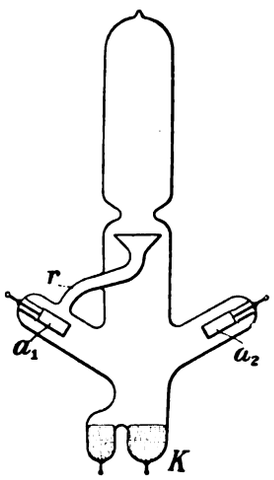
*) Man vergleiche zum Beispiel Kruh: Am. P. 887660 vom Jahre 1908. Näheres darüber: Kruh: Über das Ingangsetzen eines Quecksilberbogens l. c.

*) Siehe zum Beispiel: Kruh: Am. P. 1 086 185 vom Jahre 1914, 1 086 186 vom Jahre 1914, 883 114 vom Jahre 1908, 1 091 669 vom Jahre 1914, 883 030 vom Jahre 1908. Nach dem letzten Patent wird außerdem die Kathode in einem besonderen Glasrohr eingeschlossen.

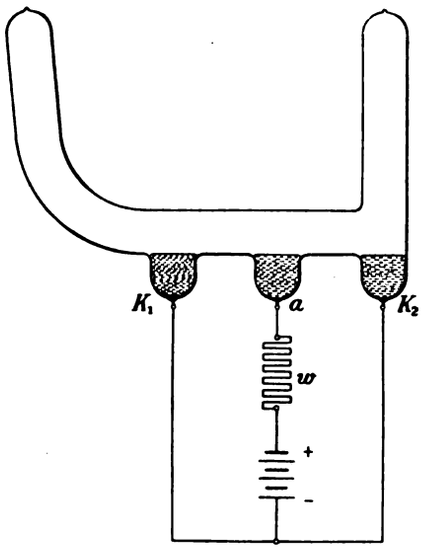
Digitized by Google

kommen. Auch ist zu beachten, daß bei Gleichrichtern, bei denen alle Elektroden aus Quecksilber bestehen, der Kurzschlußbogen öfter auftritt. Es ist somit die Bildung des Kurzschlußbogens auch vom Quecksilberdampfdruck abhängig.

17. Als dritte Ursache ist die spontane Bildung einer Kathode auf einer der Elektroden zu betrachten, die als Anoden funktionieren sollten. Die hier auftretenden Erscheinungen stehen mit der Frage des Mechanismus der Rektifikation von Wechselstrom durch eine Bogenentladung in Zusammenhang. Denn die Ursache der Gleichrichtung liegt nicht im Bogen selbst, sie ist unabhängig von dem Umstande, ob der Strom im Bogen von den negativen oder positiven Elektronen getragen wird oder von beiden. Die Schwierigkeit der spontanen Bildung einer Kathode gibt erst die Möglichkeit der Rektifikation und im folgenden seien einige Bedingungen angegeben, unter denen Kathodenbildung beobachtet wurde.



Kurzschluß zwischen Anoden, erzeugt durch fallende Quecksilbertropfen.
Fig. 15.



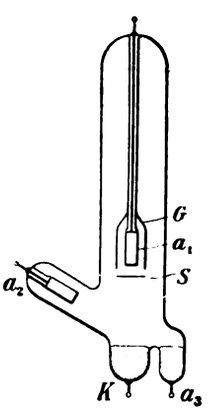
Überspringen der Kathode infolge fallender Quecksilbertropfen.
Fig. 16.

Das Aufschlagen von fallendem, kondensiertem Quecksilber auf die Anoden ist eine derselben und kann leicht dadurch bewiesen werden, daß man ein Rohr herstellt von einer Form, wie in Fig. 15. Wie man sieht, ist die Kühlkammer derart gebaut, daß das kondensierte Quecksilber durch das Rohr r auf die Anode a_1 fallen kann. Wenn man das Rohr einige Zeit im Betriebe hat, so bemerkt man, daß von Zeit zu Zeit zwischen den Anoden a_1 und a_2 eine Entladung stattfindet, die immer öfters eintritt und schließlich den Charakter eines Kurzschlusses annimmt. Schaltet man ein Gleichstromamperemeter in Serie mit a_2, so findet man, daß a_1 die Kathode des Kurzschlußbogens bildet und a_2 seine Anode. Die Tatsache, daß der Kurzschlußbogen nicht sofort eintritt, sondern erst nach einer gewissen Zeit, beweist einen kumulativen Effekt, dessen Ursache kaum der Verschlechterung des Vakuums zuzuschreiben ist. Es ist wahrscheinlich, daß das Quecksilber gewisse Veränderungen unter dem Einflusse der Kathodenentladung durchmacht, etwa nach Art der radioaktiven Umwandlungen, so daß der auf die Anode auffallende Quecksilbertropfen die Leitfähigkeit des Raumes um die Anode steigert. Dadurch wird der Kathodenfall der zwischen den Anoden stattfindenden Geißler-Entladung so herabgemindert, daß eine Bogenentladung entstehen kann.

Ein anderer Umstand, welcher hier ebenfalls in Betracht kommt, ist die Erschütterung der Oberfläche des auftreffenden Quecksilbertropfens, der zu diesem Zeitpunkte die Anode des Bogens bildet. Daß diesem Umstande eine große Bedeutung beizumessen ist, folgt aus folgendem Versuche: Wenn man ein Rohr in der in Fig. 16 gezeigten Form baut und eine Gleichstromquelle mit dem Rohre derart verbindet, daß der positive Pol an die Elektrode a und der negative Pol an die Elektroden K_1 und K_2 angeschlossen ist, sodann den Quecksilberbogen zwischen K_1 und a zündet, so findet man, daß nach einer gewissen Zeit, die von Zufällen abhängt, die Kathode von K_1 nach K_2 überspringt, nie aber von K_2 nach K_1. Die kondensierten Quecksilbertropfen fallen aus der Kühlkammer auf die Oberfläche der Quecksilberelektrode K_2 mit einer gewissen Gewalt, während die Kühlkammer über der Elektrode K_1 so gebaut ist, daß die Quecksilbertropfen nur langsam und sanft zurückfließen können. Ob es sich beim Auftreffen des Quecksilbers auf die Elektrode K_2 tatsächlich bloß um die mechanische Erschütterung der Elektrodenoberfläche oder um kleine Fünkchen zwischen der negativ geladenen Elektrode K_2 und der auf einem anderen Potentiale befindlichen Quecksilbertropfen handelt, ist bis jetzt mit Sicherheit nicht bestimmt worden.

Wenn eine Potentialdifferenz zwischen den fallenden Quecksilbertropfen und einer Quecksilberelektrode vorhanden ist, die genügend groß ist, um die Bildung von Fünkchen zu ermöglichen, so würde damit die Entstehung des Kurzschlusses unter dem Einflusse von auffallenden Quecksilbertröpfchen erklärlich sein; verhindert man das Auffallen der Quecksilbertröpfchen auf die Elektroden, so verschwindet auch die Erscheinung des Kurzschlusses. Dies zeigt sich besonders drastisch bei Gleichrichtern, deren Anoden ebenfalls aus Quecksilber bestehen. Bildet man die Kühlkammer an den Anoden so aus, wie die linke Kühlkammer in Fig. 16, so wird ein Kurzschluß im Gleichrichter vermieden, da die Tröpfchen langsam in das Quecksilber gleiten. Nimmt man an, daß die Kathodenbildung nicht infolge mechanischer Erschütterung, sondern durch kleine Fünkchen vor sich geht, so ist den Quecksilbertröpfchen durch das langsame Herabgleiten Gelegenheit gegeben, ihre Ladung zu verlieren.

18. Eine andere Ursache der Kathodenbildung ist auch von theoretischen Gesichtspunkten außerordentlich interessant, nämlich die Entstehung einer Kathode unter dem Einflusse der Bestrahlung. In einer früheren Publikation*) hatte Verfasser Gelegenheit, den Einfluß der Kathodenstrahlen bezw. der ultravioletten Strahlen auf die Bildung von Kathoden zu beschreiben. Unter dem Einflusse der Strahlen, die von einer Kathode ausgehen, entsteht zunächst eine Geißler-Entladung zwischen der bestrahlten Oberfläche und einer Elektrode von höherem Potential. Diese Entladung wächst in der Intensität sehr schnell und nimmt bei einer bestimmten Stromstärke den Charakter einer Bogenentladung an. Der Einfluß der Kathodenbestrahlung ist aus folgendem Versuche leicht zu erkennen: Baut man ein Rohr, wie in Fig. 17 gezeigt, schützt die Anode a_1 vor dem Einflusse von fallenden Quecksilbertropfen durch ein Glasrohr G, so findet man, daß nach einiger Zeit sich auch hier ein gleichgerichteter Kurzschlußbogen entwickelt, dessen Kathode a_1 ist. Schützt man dagegen die Anode a_1 durch einen Schirm S, vor dem Einflusse der Bestrahlung der Kathode, so findet ein Kurzschluß nicht statt.



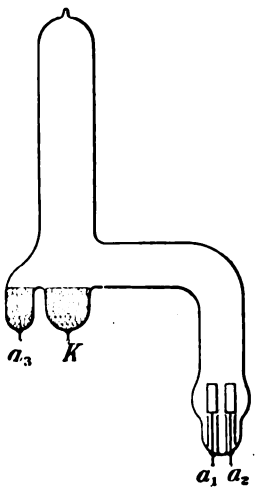
Kurzschluß infolge Bestrahlung.
Fig. 17.

*) Kruh: l. c.

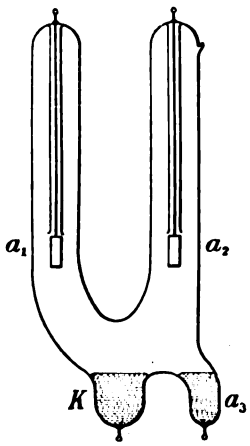
Digitized by Google

Das ultraviolette Licht des Bogens wirkt ebenfalls in demselben Sinne, wenn auch viel schwächer als die Kathodenbestrahlung. Die Wirkung desselben macht sich besonders bei den Hochvoltgleichrichtern fühlbar.

19. Daß die Distanz zwischen den beiden Anoden von keinem Einflusse ist auf die Entwicklung des Kurzschlußbogens, erhellt aus dem Umstande, daß ein Rohr von der Form, wie in Fig. 18, vollkommen zufriedenstellend funktioniert, trotzdem die Anoden a_1 und a_2 bloß 1 *mm* von-



Kein Kurzschluß, obwohl die Anoden einander sehr nahe sind.
Fig. 18.



Kurzschluß trotz großer Entfernung der Anoden.
Fig. 19.

einander entfernt sind, während in einem Rohre von der Form, wie zum Beispiel in Fig. 19, in welchem die Distanz der Anoden 20 *cm* und mehr betragen kann, der Kurzschluß mit großer Gewalt auftritt.

Technische Typen des Gleichrichters.

20. Im vorhergehenden haben wir die Gründe besprochen, die zur Konstruktion des Gleichrichters, wie in Fig. 14 geführt haben. Gewisse Änderungen haben sich dann in der Praxis als notwendig herausgestellt und im folgenden seien einige der verwendeten Typen angeführt: In Fig. 20 sind gezeigt: *a*) ein Gleichrichter für eine Spannung von zirka 100 *V*, 30 *A*, *b*) für 250 *V*, 20 *A*, und *c*) für Hochspannungsgleichrichter von einer Spannung von zirka

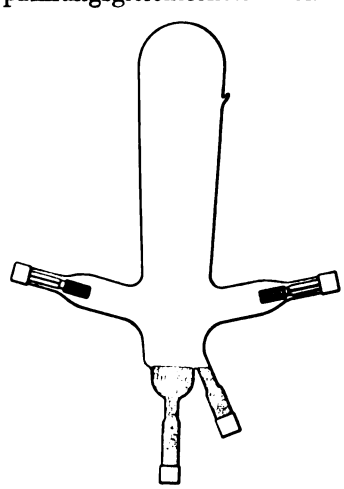


Fig. 20 *a*.

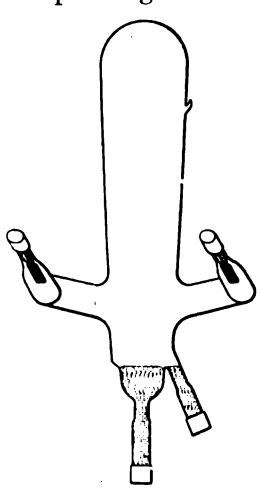


Fig. 20 *b*.

6000 *V* und zirka 6 *A* Gleichstrom. Diese letzte Type wird insbesondere in Verbindung mit einem Konstantstromtransformator verwendet und wird noch weiter unten besprochen werden. Wie man sieht, ändert sich der Bau der die Anoden enthaltenden Seitenrohre mit der Spannung, je höher die Spannung, desto größer ist die Distanz der Anoden voneinander. In Wirklichkeit kommt es nicht auf die Distanz der Anoden an, sondern auf ihren Schutz vor der Bestrahlung durch die Kathode sowie vor den Quecksilbertropfen. Auch ist zu berücksichtigen, daß der Quecksilberbogen selbst infolge der ultravioletten Bestrahlung auf die Anoden entladend wirkt, so daß unter diesem Einflusse ebenfalls Kathodenbildung an den Anoden zustandekommen kann. Aus diesem Grunde werden die Seitenarme abgebogen, wie in *b* und *c* gezeigt wird. Die besondere Einschnürung der Kühlkammer in *c* ist nicht notwendig, sie ist bloß aus glastechnischen Rücksichten eingeführt worden.

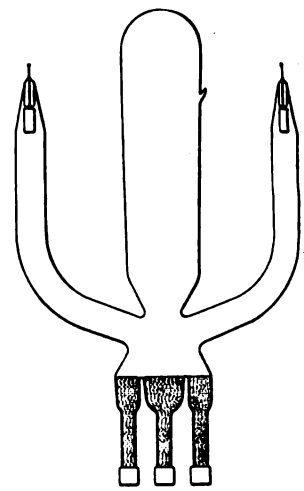
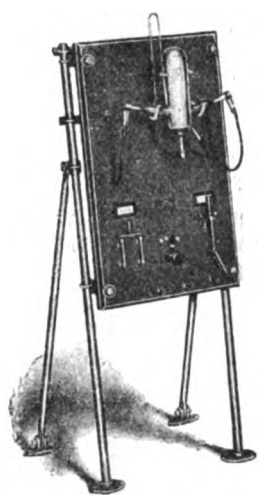
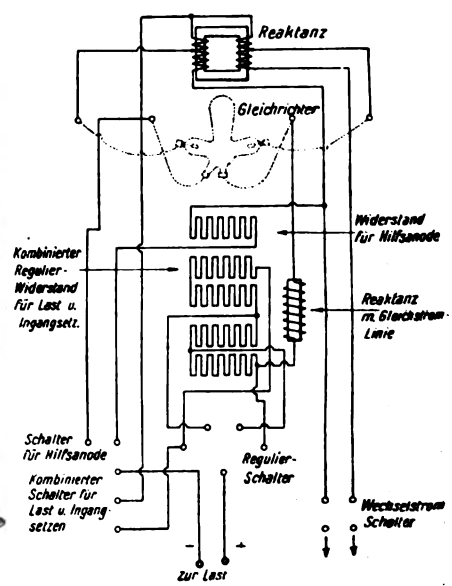


Fig. 20 *c*.

21. Die technische Ausrüstung eines Gleichrichters besteht aus einer Schalttafel; auf einer Seite derselben sind der Gleichrichter mit einer Kippvorrichtung, die Schalter und der Regulierschalter, angebracht, auf der anderen Seite die Widerstände und die Reaktanz. Es sei hier eine Type gezeigt, siehe Fig. 21, eines Gleichrichters zum Laden von



Gleichrichter mit Schalttafel.
Fig. 21 *a*.



Schaltungsschema eines Gleichrichters.
Fig. 21 *b*.

Akkumulatoren, wie sie namentlich zum Zünden von Explosionsmotoren bei Automobilen benutzt wird. Die Batterie wird mit zirka 5 *A* geladen. Bei größeren Gleichrichtern ist die Schalttafel etwas größer, besonders die Reaktanz, die ebenso gewickelt ist wie ein Transformator, auch kommen dazu noch einige Instrumente, wie Amperemeter, Voltmeter usw.

Der Gleichrichter hat insbesondere in Amerika eine ungemein große Verbreitung gefunden, da die Kraftwerke dort meistens Wechselstrom erzeugen. Insbesondere ist derjenige Teil der Industrie, der Akkumulatoren benutzt, so zum Beispiel elektrische Automobile, Telephonzentralen auf den Gleichrichter infolge seiner geringen Anschaffungskosten im Vergleiche mit kleinen rotierenden Umformern und wegen des hohen Nutzeffektes von 85 bis 90% angewiesen. Die Glasgleichrichter werden bis zirka 40 *A* Gleichstrom her-

Digitized by Google

gestellt; will man eine höhere Stromstärke benutzen, so muß man mehrere Gleichrichter parallel schalten. Dies kann ohne weiteres geschehen, soferne man in Serie mit jeder Anode eine Reaktanz schaltet, welche die gleichmäßige Verteilung der Belastung auf einzelne Gleichrichter ermöglichen, da sonst der Gleichrichter mit der niedrigsten Spannung die ganze Last übernehmen würde. Man kann die Gleichrichter auch in Serie schalten, wie in Fig. 22*) gezeigt wird, die näherer Erläuterung nicht bedarf.

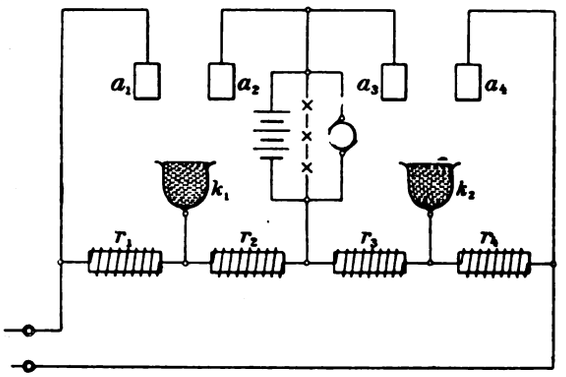


Fig. 22. Serienschaltung von Gleichrichtern.

Außer zum Laden von Akkumulatoren verwendet man die Gleichrichter zum Betreiben des Lichtbogens in Kinematographen, da der Gleichstrombogen ein konstantes Licht gibt.

22. Ein besonders interessanter Fall der Verwendung des Gleichrichters für Röntgenrohre**) sei im folgenden beschrieben: Ein Gleichrichter mit der gewöhnlichen Schaltung enthalte als Last einen Gleichstrommotor m, der einen rotierenden Unterbrecher u antreibt, siehe Fig. 23. Parallel

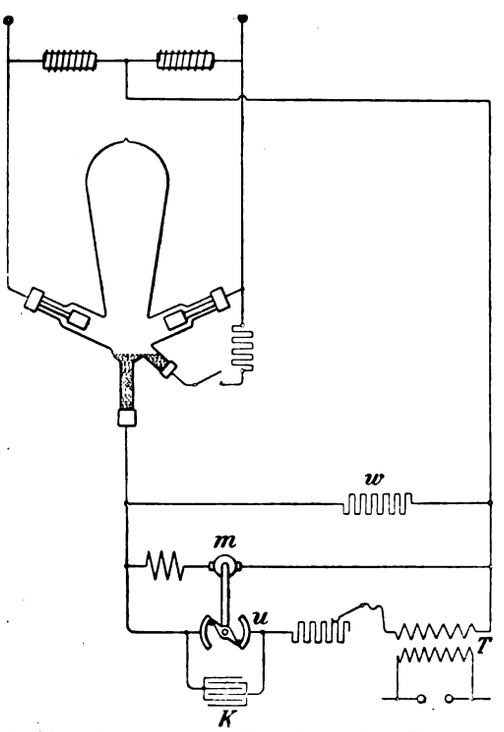


Fig. 23. Gleichrichter zum Betreiben einer Röntgenröhre.

zur Unterbrechungsstelle sei ein Kondensator K und in Serie mit ihr ein Transformator T geschaltet, dessen Sekundärwicklung mit einem Röntgenrohre verbunden ist. Es hat sich nun herausgestellt, daß der Gleichrichter bloß bis zu Stromstärken von zirka 3 A im Betriebe erhalten werden konnte; steigt die Belastung, dann löscht der Gleichrichter aus. Man kann jedoch durch Parallelschaltung eines nicht induktiven Widerstandes w mit dem Motor den Gleichrichter mit allen Stromstärken betreiben. Es handelt sich hier offenbar um die Entstehung von hochfrequenten Strömen, deren gegenelektromotorische Kraft größer wird als die vom Gleichrichter produzierte Gleichstromspannung. Durch die Parallelschaltung des nicht induktiven Widerstandes wird die oszillatorische Entladung so stark gedämpft, daß der Gleichrichter im Betriebe aufrecht erhalten werden kann.

Etwas anders liegt der Fall, wenn man als Unterbrecher einen Wehnelt-Unterbrecher benutzt. In diesem Falle kommt es auf eine genau bestimmte Größe der Induktanz in Serie mit dem Wehnelt-Unterbrecher an. Man muß somit auch die Reaktanz, die zum Betriebe des Gleichrichters dient, entsprechend abstimmen. Dies geschieht am leichtesten dadurch, daß man, wie in Fig. 24,

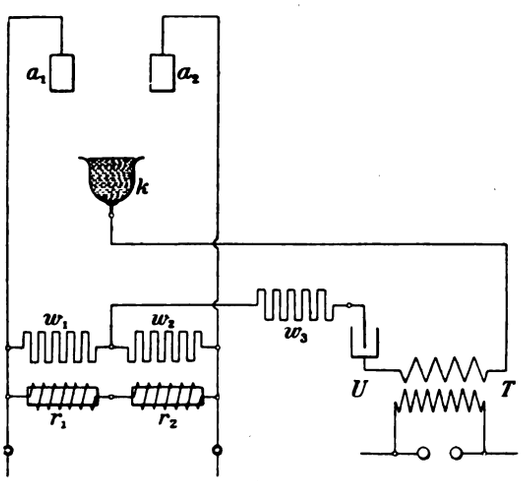


Fig. 24. Gleichrichter mit Wehnelt-Unterbrecher.

die nicht induktiven Widerstände w_1 und w_2 zu den Reaktanzen r_1 und r_2 parallel schaltet und die Widerstände so lange reguliert, bis der Wehnelt-Unterbrecher U am besten wirkt.

(Schluß folgt.)

*) Kruh: Am. P. 900 745 vom Jahre 1908.

**) Kruh: Am. P. 871 171 vom Jahre 1907.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Die Elektrifizierung Hollands. B. H. Verhagen bespricht den Bericht der von der niederländischen Regierung im Jahre 1911 eingesetzten Staatskommission, welche dieses Problem in wirtschaftlicher und technischer Hinsicht behandelt hat. Der gegenwärtige Bedarf an elektrischer Energie wird entweder aus öffentlichen Zentralen oder aus Fabrikszentralen gedeckt. Es bestanden anfangs 1913 in Holland 82 elektrische Zentralen mit 87 500 kW Leistung der Stromerzeuger und 98 400 kW der Maschinen, in welchen an 70 Millionen Kronen investiert sind. Sie liefern zusammen 97 Millionen kWh pro Jahr, so ziemlich zu gleichen Teilen für Licht-, Kraft- und Bahnstrom. In 1360 Fabriken des Landes sind Elektrizitätszentralen für zusammen 129 500 kW eingerichtet. Setzt man in den Niederlanden die installierten Kilowatt pro 1000 Einwohner mit 1 an, so gilt für Bayern 0·8, Dänemark 0·9, Belgien 2·7, Schweiz 6·4. Pro Kopf der Bevölkerung ist der Verbrauch 16·2 kWh, gegen 30 kWh im Deutschen Reich.

Unter den Antriebsmaschinen in den Elektrizitätswerken nehmen die Dampfturbinen den ersten Rang ein; es wird dort Kohle zu 1·6 h pro kWh verbrannt. Bei Dieselmotoren kostet der Brennstoff 2·2 bis 5·4 h, bei Sauggasmotoren 3·8 h und bei Windkraft kommt die Kilowattstunde auf 8 h zu stehen.

Für die kommende Zeit hat man den Verbrauch an elektrischer Energie schätzungsweise ermittelt und für die Beleuchtung 85 Millionen kWh, für die Großindustrie, die sich beim Strompreis von 4 bis 6 h anschließen würde, 183 Millionen kWh, für die

Digitized by Google

Landwirtschaft 3·69 Millionen *kWh*, für die Trockenhaltung der Polder, wozu jetzt die Dampfmaschinen für 18 740 *kW* und Windmotoren für 6700 *kW* dienen, 13·5 Millionen *kWh*, für den Bahnbetrieb 36·6 Millionen *kWh*, zusammen also 321 Millionen *kWh* angesetzt. Zur Deckung des Elektrizitätsbedarfes sind Überlandzentralen von 15 km Reichweite im Umkreis bei 10 000 *V* Verteilungsspannung zu errichten; die Verteilung kann mittels Drehstromkabel von 3×35 mm² erfolgen. Die Zentralen könnten Strom zu 4 h pro *kWh* abgeben.

Der Bericht warnt jedoch vor der Anlage neuer Werke und empfiehlt eine zweckmäßige Verbindung bestehender Überlandzentralen.

Die Kommission ist der Ansicht, daß die Reichsregierung in die Elektrizitätsversorgung gesetzlich eingreifen soll, zum Beispiel durch Anlage der großen Leitungsnetze, jedoch auch die Provinz- und Gemeindeverwaltungen die im Volksinteresse liegende Elektrizitätsversorgung fördern mögen, indem die ersteren für die Bezirksversorgung in Betracht kommen, die Gemeinden aber von den Provinzen die Energie zu beziehen hätten. Der Bericht empfiehlt, staatliche Konzessionen zu erteilen für die Erzeugung, Leitung, Lieferung oder Umformung der Energie, wobei der Staat über die vom Konzessionär auszuführenden Arbeiten die Oberaufsicht behalten soll. (E. T. Z. Heft 47, 1914.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Wirbelstromtachograph für Dampfturbinen. Von Dipl. Ing. Fr. Berg. Anschließend an seine früheren Ausführungen über einen Wirbelstromtachometer*), macht der Verfasser weitere Mitteilungen über einen Wirbelstromtachographen. Während das Tachometer nur gestattet, die augenblickliche Drehzahl der Turbine von einer Skala abzulesen, liefert der Tachograph bleibende Aufzeichnungen über die Veränderungen der Drehzahl während der ganzen Betriebsdauer. Der Papierstreifen des Tachographen zeigt nach Ablauf einer bestimmten Periode ein Diagramm, dessen sachgemäße Auswertung für die Überwachung der Anlage von hohem Nutzen ist. Bei Betriebsstörungen gibt ein Blick auf die vom Tachographen aufgezeichnete Kurve Aufschluß über die Ursache. Der Hauptbestandteil des Tachographen ist ein Deutatachometer von der früher beschriebenen, inzwischen noch weiter vervollkommten Bauart. Das Magnetfeld besteht aus einem sehr kräftigen permanenten Ringmagneten, zu dessen Polen konzentrisch ein Eisenring angeordnet ist. Zwischen dem Magnetfeld und dem Eisenring schwingt in dem zylindrischen Hohlraum der Kurzschlußrotor oder Anzeigekörper aus Aluminiumblech, dessen Achse mit einem Zeiger, einer Spiralfeder und einem Zahnrad versehen ist. Der Zeiger spielt über einer Skala, während die Feder den Zweck hat, den Zeiger bei abfallender Geschwindigkeit wieder in seine Nullage zurückzubringen. Das Zahnrad ist mittels eines Zahnsektors mit einem Schreibhebel verbunden und setzt diesen bei jeder Verdrehung des Anzeigekörpers in Bewegung.

Anzeigekörper und Schreibhebel sind sorgfältig ausbalanciert, so daß der Apparat in jeder Lage richtig anzeigt. Wird die Antriebswelle und mit ihr das Magnetsystem gedreht, so entstehen im Anzeigekörper (Kurzschlußrotor) elektrische Wirbelströme, deren Stärke proportional der Umlaufgeschwindigkeit ist. Hiedurch erhält der Anzeigekörper das Bestreben in gleichem Sinne wie der umlaufende Magnet zu rotieren, woran er jedoch durch die Spiralfeder gehindert ist, die ihn in seiner Ruhelage erhalten will.

Es kann sich daher der Anzeigekörper nur um einen bestimmten Winkel drehen, wodurch nicht nur der Zeiger auf der Skala bewegt, sondern auch der mittels des Zahnrades gekuppelte Schreibhebel mit dem Schreibstifte betätigt wird. Die Apparate sind eichbar bezw. für verschiedene Geschwindigkeiten einstellbar, was durch achsiale Verschiebung des Magnetsystems erfolgen kann. (Z. f. d. ges. Turbinenwesen, 20. 9. 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Über Betriebsverhältnisse der Hochspannungskraftanlage Big Creek)**, insbesondere über die Spannungsreglung berichtet E. Woodbury. Die Spannung ist zwischen 10% oberhalb der normalen bei Leerlauf durch die Selbsterregung des Generators zufolge der Ladeströme der Leitung verursacht und 20% unterhalb bei Vollast zu regeln. Die Spannung am Ende der Leitung wird der am Anfang herrschenden, durch einen am Leitungsende eingeschalteten Synchronmotor von 15 000 *kVA* gleichgemacht, wobei für die Generatoren (von 17 000 *kVA*) und die Synchronmotoren automatische Regler vorgesehen sind. Die Regeleinrichtung in der einen Zentrale besteht in folgendem: Das Feld *F* (Fig. 1) der Haupterregermaschine *A* für normal 150 *kW*, 250 *V* wird durch zwei in Reihe gegeneinandergeschaltete Gleichstrommaschinen *B* für 125 *V* und *C* für 275 *V* erregt, wobei die Spannung von *B* konstant und die von *C* zwischen 0 und 275 *V*

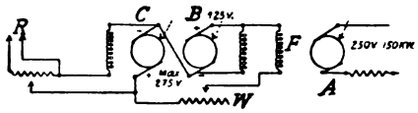


Fig. 1.

durch einen vom Wechselstromnetz beherrschten Automaten *R* geregelt wird. Durch den Widerstand *W* kann die Erregerstromstärke eingestellt werden. In der zweiten Zentrale werden die Generatoren durch eine 200 *kW*-, 250 *V*-Erregermaschine erregt, die durch einen besonderen Wechselstromregler geregelt wird. Die Erregermaschine hat drei Feldwicklungen. Die Nebenschlußwicklung der Erregermaschine steht unter dem Einfluß des Reglers. Eine fremderregte Hilfswicklung über einen einstellbaren Widerstand an eine Batterie angeschlossen, soll die Spannung des Generators herabdrücken, wenn die Leitung unbelastet ist; die zweite Hifsfeldwicklung ist zur Aufrechthaltung der konstanten Polarität an die Fremdstromquelle angeschlossen.

Besonderes Augenmerk wurde darauf gelegt, die Kurzschlußstromstärke der Maschinen herabzusetzen. Die Reaktanz des einen Generators ist 70%, die der Transformatoren am Anfang und Ende der Leitung je 5%; bei dem zweiten Maschinensatz ist die Reaktanz größer, 85% für die Maschinen und 8·5% für die Transformatoren. Der momentane Kurzschlußstrom ist 330% des Vollaststromes und bei dauerndem Kurzschluß beträgt die Stromstärke nur 110% der bei Vollast auftretenden. Der hydraulische Regler sperrt bei Kurzschluß den Wasserzufluß plötzlich ab. (Proc. Am. Inst. El. Eng., September 1914.)

Leitungen.

Induktive Beeinflussung von Schwachstromleitungen durch Starkstromleitungen, insbesondere Fahrleitungen einphasiger Wechselstrombahnen. A. H. Babcock berichtet der in Spokane zusammentretenden Jahresversammlung der American Institution of Electr. Engineers über die eingehenden Untersuchungen, welche ein aus verschiedenen Körperschaften zusammengesetztes Komitee in dieser Frage angestellt hat. Aus dem umfangreichen Bericht seien hier nur die vom Komitee festgestellten Tatsachen angeführt.

1. Störungen in Telephonstromkreisen rühren von den höheren harmonischen Wellen in den Wechselstromleitungen her. 2. Die Grundwelle des Wechselstromes bleibt auf Telephonleitungen ohne Einfluß, wenn sie nicht gewisse Gefahrgrenzen überschreitet. 3. Hingegen beeinflußen die Grundwelle und ihre niederen Harmonischen die Telegraphenleitungen. 4. Ströme und Spannungen der mehrphasigen Übertragungsleitungen kann man in abgeglichene und unabgeglichene Systeme einteilen. Bei den ersteren ist die vektorielle Summe gleich Null, bei den letzteren, die den größeren Einfluß auf Schwachstromleitungen ausüben, ist sie von Null verschieden. 5. Den Einfluß von abgeglichenen Leitungssystemen kann man durch entsprechende Verdrillung der Starkstrom- und Schwachstromleitungen ausgleichen. 6. Schaltvorgänge in Starkstromleitungen können vorübergehende sehr gefährliche Wirkungen in Schwachstromleitungen ausüben.

In einem Anhang werden Regeln für die Errichtung neuer Leitungslinien mit Rücksicht auf benachbarte Schwachstromleitungen angeführt und eingehend begründet.

(El. Ry. Journ., 12. 9. 1914.)

Elektrische Apparate.

Untersuchungen an der Liebenröhre. R. Lindemann und E. Hupka. Wenn man zwischen der Glühkathode und dem Sieb eine Gleichspannung anlegt, die in dem Stromkreis einen Strom *i* hervorruft und zwischen Anode und Kathode abermals über eine Batterie einen Stromkreis bildet, der den verstärkten Strom *J* führt, so interessiert die Beziehung $J = f(i)$. Steigert man, von kleinen Werten beginnend, *i* allmählich, so nimmt *J* zuerst wenig, dann aber fast plötzlich zu, um dann wieder nur allmählich anzusteigen; läßt man jetzt *i* abnehmen, so nimmt auch *J* ab, aber viel langsamer und die Kurve $J = f(i)$ liegt höher, als die bei ansteigenden Werten von *i* erhaltene. Die Aufnahme dieser Kurven erfordert aber einige Stunden. Das gleiche Verhalten zeigen Kurven, welche die Beziehungen der Ströme *J* und *i* zur Spannung *e* zwischen Sieb und Kathode darstellen; die Ursache dieser Erscheinung ist die Trägheit des Entladungsvorganges, der sich vor allem oberhalb des Siebes abspielt. Wenn man aber an Stelle dieser stationären Zustände rasch wechselnde hervorruft, also Wechselstrom von 50 ∾ an die Röhre legt und den zugeführten (*i*) sowie den entnommenen Wechselstrom (*J*) oszillographisch untersucht, so findet man ähn-

*) Siehe „E. u. M." Heft 52, 1912, S. 1089, 1090. „Geschwindigkeitsmesser für Dampfturbinen."

**) E. u. M. 1914, Heft 11, S. 231.

Digitized by Google

liche Erscheinungen. Es wurden Messungen von i und J sowie der Kurvenform bei verschiedenen Werten der aufgedrückten Wechselstromspannung, des Heizstromes, der Spannung zwischen Sieb und Kathode und zwischen Anode und Kathode vorgenommen. Bei sehr kleinen Werten von i ist J nahezu sinusförmig, mit wechselnder Amplitude von i wird die Kurve von J immermehr verzerrt, was in der Gleichrichterwirkung der Röhre seine Erklärung findet. Auch die Kurven von i werden aus dem gleichen Grund mit Zunahme der aufgedrückten Wechselspannung E verzerrt. Nimmt E zu, so steigen die Kurven langsam an und fallen rasch ab, wobei dazwischen ein Stück verbleibt, in dem keine merklichen Änderungen auftreten; dies läßt sich durch die bei langsamen Zyklen (mittels Gleichstrom) beschriebene Erscheinung der trägen Entladung erklären. Das Gebiet der konstanten Spannung in den Kurven von J verbreitert sich mit wachsendem Heizstrom und wachsender Gleichstromspannung am Sieb. Bei Versuchen mit hochgespannten Strömen wurden die zu verstärkenden Ströme einem Poulsenbogen entnommen, der mit dem Siebkreis lose gekoppelt wurde und Oberschwingungen im Poulsenkreis und im verstärkten Kreis (Anode-Kathode) mit dem Wellenmesser bestimmt. Bei Abstimmung auf die Oberschwingungen gibt das Verhältnis ihrer Amplituden im zu verstärkenden und verstärkten Kreis ein Maß für die Verzerrung. Die Verzerrung konnte mit Sicherheit nachgewiesen werden.

Die Verfasser ziehen aus den Untersuchungen den Schluß, daß die Röhre wegen der auftretenden Verzerrungen für die quantitative Messung zu Stromverstärkung stärkerer Ströme nur mit Vorsicht zu verwenden ist, hingegen bei den verhältnismäßig schwachen Telephonströmen große Vorteile bietet.

(„Archiv f. Elektrot.", Bd. 3, Heft 2.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Untersuchungen über stehende Hertzsche Wellen in Luft. Martin Sjöström, Upsala, hat mit einem sehr empfindlichen stabförmigen Resonator gut ausgebildete stehende elektromagnetische Wellen vor einer dicken Ziegelwand im Laboratoriumszimmer gemessen, die sogar zur Bestimmung der Wellenlänge des Oszillators dienen konnten. Gleichzeitig zeigte sich jedoch, daß der Abstand zwischen Oszillator und Mauer einen enormen Einfluß auf die Wellenlänge der stehenden Welle übte und daß große Unterschiede zwischen der beobachteten und berechneten Wellenlänge auftraten. Dies schien darin begründet, daß mehrere Wellen, die direkte vom Oszillator und die am Fußboden, an der Decke und an der Mauer reflektierten Wellen, mit verschiedenen Phasen interferierten und eine recht komplizierte Interferenzkurve ergaben. Die Durchsicht älterer Arbeiten über Wellenlängenbestimmungen zeigte, daß dort ähnliche Abweichungen vorhanden waren. Sjöström hat daher die Hertzsche Spiegelmethode mit Hilfe eines großen planen Metallspiegels einer Prüfung unterzogen. Er beschreibt die anomal ausgebildeten Interferenzkurven, die unter verschiedenen Verhältnissen erhalten werden, und gibt die Erklärung dieser Anomalien. Es ergibt sich daraus die Bedingung, die erfüllt sein muß, um mittels der Hertzschen Methode hinreichend sichere Wellenlängenwerte zu erhalten. Ebenso wird angegeben, wie aus einer deformierten Kurve der wahre Wert zu entnehmen ist. Es wird auch gezeigt, welche Bedeutung diese Störungen in älteren Arbeiten hatten und wie sie dazu führten, die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrischen Wellen in Luft größer erscheinen zu lassen als in Drähten. (Ann. d. Phys. Nr. 19, 1914.)

Strahlungslehre.

Über die Sekundärstrahlung von Kanalstrahlen in Gasen und Dämpfen. H. Baerwald, Darmstadt, hat in früheren Arbeiten die von Kanalstrahlen an festen Körpern ausgelösten Sekundärstrahlen untersucht. Die Kanalstrahlen (Goldstein 1886) pflanzen sich durch eine Öffnung oder einen Kanal in einer Kathode nach rückwärts, entgegen der Richtung der Kathodenstrahlen, fort und leuchten in Luft mit gelblicher Farbe. Unter den Ergebnissen schien eines auffallend, daß die Menge der Sekundärstrahlung von der Natur der bestrahlten Substanz unabhängig ist, was auch N. R. Campbell gefunden hat. Baerwald hat nun neue Versuche über den Gegenstand unternommen, jedoch nicht mit gebundenen, sondern mit freien Atomen, die spezifischen Verschiedenheiten leichter folgen. Er fand folgendes: Die von Kanalstrahlen in Gasen und Dämpfen ausgelöste Menge an Sekundärstrahlung ist der Energie der Primärstrahlung proportional. Die Menge der in verschiedenen Gasen durch einen Kanalstrahl ausgelösten Sekundärstrahlung deutet auf spezifische, durch die Natur der Teilchen bedingte Wirkungen hin. Die Lichtemission eines Kanalstrahles verhält sich wie die von ihm bewirkte Sekundärstrahlung. Sie ist ebenfalls der Primärenergie proportional und zeigt sich in derselben Weise spezifisch variabel in verschiedenen Atmosphären. Das Leuchten und die Sekundärstrahlung in Joddampf sind besonders stark und lassen den Parallelismus beider Erscheinungen genau verfolgen. Es kann geschlossen werden, daß die Sekundärstrahlung die Ursache des Leuchtens ist.

(Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. Nr. 16, 1914.)

Wirtschaftliches.

Der Installateur im Elektrizitätsgesetzentwurfe. Dr. H. Schreiber. In diesem für die Erkenntnis des neuen Elektrizitätsgesetzentwurfes interessanten Aufsatze wird, ausgehend von der Bedeutung des Installationswesens für die Elektroindustrie, die Frage erörtert, ob der Entwurf des Elektrizitätswegerechtes auch auf das Installationsgewerbe Bedacht nimmt und wieweit diese Bedachtnahme reicht. Die Frage ist überaus aktuell, denn das Wegerecht, welches in seinen Hauptstücken das Benutzungsrecht für die elektrischen Leitungen an fremdem Gute, die Konzession für die Stromlieferungsanlagen und das Elektrizitätsschadenrecht regelt, wendet sich vor allem an die Interessenten der Stromlieferungsunternehmungen. Das Installationswesen ist im Prinzipe zur Seite gestellt, wie der Autor schon in einem Aufsatze über „Anomalien des Entwurfes"*) hervorgehoben hat. Indessen wird gezeigt, daß bei dem Zusammenhange und den Beziehungen, welche zwischen Stromlieferung und Installationsgeschäfte bestehen, das, wie der Autor sich ausdrückt, sich als der beste Mittler und Zubringer der Stromwerke erweist, der Entwurf nicht umhin kann, auch auf das Installationswesen überzugreifen. Das trifft vor allem zu in der Frage des Installations- und Materiallieferungsmonopols, welches verschiedentlich die Stromlieferungsunternehmungen zum Schaden der Installateure in Anspruch nehmen. Auch darüber hat der Verfasser in unserer Zeitschrift bereits vormals eine eingehende Studie veröffentlicht. Nunmehr will der Gesetzentwurf die Installateure vor diesen Alleinrechten schützen, indem den Stromwerken konzessionsgemäß die Pflicht auferlegt werden kann, alle Installateure zur Herstellung von privaten Einrichtungen zuzulassen. Wesen und Reichweite dieses Schutzes wird sorgfältig dargelegt und es wird weiterhin klargestellt, inwiefern die Installateure auch an den allgemeinen Bedingungen für die Errichtung und den Betrieb der Starkstromanlagen beteiligt sind. Aber auch andere Partien des Gesetzes berühren die Tätigkeit des Installateurs, so vor allem auch die Schadensregelung. Zwar stellt der Entwurf bei Schäden, die durch den elektrischen Strom entstehen, die Erfolghaftung (Zufallshaftung) des Stromlieferanten obenan; allein der Installateur bleibt gleichwohl nicht befreit, da ihn die Ersatzpflicht treffen kann, wenn seiner Arbeit die Schadensursache zugemessen wird. Auch strafrechtlich wird seine Mitwirkung verschärft, weil die Entziehung und Gebrauchsanmaßung von elektrischer Energie als Sachdiebstahl qualifiziert wird, was freilich seine Spitze vorzugsweise gegen Zuwiderhandlungen der Stromabnehmer richtet, aber auch den Installateur, der sich in einem oft nicht gehörig wahrgenommenen Gelegenheitsverhältnisse befindet, leicht in Mitleidenschaft ziehen kann, wenn er oder seine Monteure sich herbeilassen, vorzeitig oder eigenmächtig eine Leitungsverbindung mit dem Stromnetze herzustellen. Da schließlich der Entwurf auch die Schwachstromanlagen, und zwar nicht allein die staatlichen Betriebe, sondern auch die privaten Telegraphen- und Telephonleitungen, Klingeleinrichtungen usw. in seine Bestimmungen einschließt, kann auch das Gros jener Installateure, die bloß in Schwachstrom arbeiten, an dem Gesetzentwurfe nicht achtlos vorübergehen.

(Elektrotechniker Nr. 21/22, 1914.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Leitungen und Leitungsbau.

(Schluß aus Heft 49, Seite 856.)

Die Firma Thiel & Schuchardt, Metallwarenfabrik vorm. Georg Thiel in Ruhla i. Thür. baut eine Steckkupplung für den Anschluß beweglicher elektrischer Leitungen, darin bestehend, daß der Anschlußstöpsel 14 mit hakenförmigen Kontaktstiften 15 versehen ist, welche durch Schlitze 13 des Dosendeckels 11 in die von letzterem völlig abgedeckten Kontaktteile 4 des Kupplungsunterteiles eingeführt werden. Die elektrische Kupplung des Stöpsels mit dem Unterteil geschieht nach dem Einführen der hakenförmigen Kontaktstifte des Stöpsels in die Schlitze des Dosendeckels durch Verschieben des Stöpsels senkrecht zu seiner Längsachse. Die aus der Stirnfläche des Anschlußstöpsels heraustretenden hakenförmigen Kontaktteile 15 und ebenso die dazugehörigen Kontaktteile 4 des Kupplungsunterteiles liegen parallel nebeneinander, so daß der mittels des Stöpsel-

*) E. u. M. Heft 38, 1914.

Digitized by Google

erfolgende Anschluß ohneweiters hinsichtlich der Polarität unverwechselbar ist (Fig. 7). (Ö. P. Nr. 65 305.)

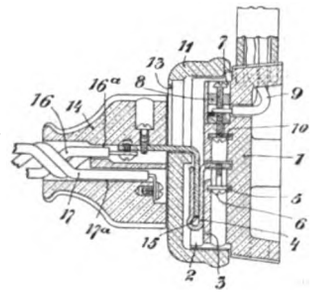


Fig. 7.

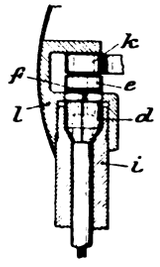


Fig. 8.

Eine von der Firma Robert Bosch in Stuttgart gebaute zweipolige Kabelklemme besteht aus zwei voneinander isolierten Klemmstücken *d*, *e*, welche je auf ein Kabelende gesteckt sind und durch ein einziges Spannstück *i* gegen ein leitendes Widerlager *k* gedrückt werden, wodurch das eine Klemmstück *d* im Spannstück, das andere *e* im Widerlager und beide auf ihren Kabelenden festgeklemmt werden. Die beiden Klemmstücke *d*, *e* sind durch Isoliermaterial zu einem einzigen Körper verbunden (Fig. 8). (D. R. P. Nr. 274 286.)

Eine Erfindung des Gerald St. John Day in Oldham betrifft eine Schnurklemme für Fassungen von elektrischen Lampen, Verbindungsstöpseln oder dgl., durch welche die Zuleitungsdrähte *c* mit dem Kontaktteile durch Einziehen in die Kanäle des festen Fassungssteines miteinander verbunden werden, so daß keine Zugbeanspruchung auf die blanken Anschlußenden der Drähte kommt. Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß die Kontakte selbst mit gerauhten (*e*), gekerbten (*l*) oder gelochten Fortsätzen versehen sind, welche die Isolation der Drähte zwecks Zugentlastung an den glatten Kanalwänden festklemmen. Die Kanäle des Fassungssteines können mit konischen oder schulterähnlichen Stützflächen versehen sein, durch welche die Klemmen sicherer gehalten werden und welche auch zum Festhalten der Leitungsschnur beitragen (Fig. 9). (D. R. P. Nr. 276 955.)

Henry Parra in Toulouse beschreibt eine Klemmvorrichtung zum Befestigen von elektrischen Leitungsdrähten an Isolatoren daß der Klemmbügel *B* unmittelbar in zwei Ösen des Befestigungsringes *A* angelenkt ist und daß an dem Klemmbügel *B* oberhalb seiner Drahtlager *d*, der Schließhebel *C* ebenfalls in zwei Ösen angelenkt ist, so daß der an insgesamt vier Gelenkpunkten *c*, *c*, *e*, *e* gehaltene Klemmbügel *B* in der Schlußstellung unbeweglich am Isolatorkopf liegt (Fig. 10). (Ö. P. Nr. 65 528.)

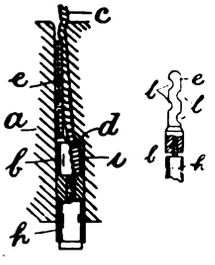


Fig. 9.

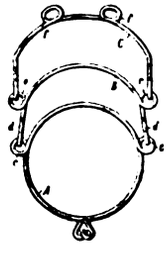


Fig. 10.

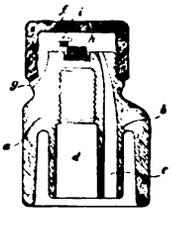


Fig. 11.

Eine Erfindung der Firma Nestler & Co. in Aussig a. d. E. bezieht sich auf einen Einführungsisolator mit abnehmbarer Kappe, bei welchem das Einführungskabel durch eine von unten her den Isolatorkörper durchsetzende Bohrung *c* und der blanke Liniendraht von außen her in den abgeschlossenen Hohlraum unter die Kappe *f* geführt und dort durch Metallsteg *h* und Klemmen *i* elektrisch verbunden sind. Der innere Mantel des Isolators weist in seiner ganzen Höhe eine Bohrung *c* für die einzuführende Kabelleitung auf, die dadurch vom Glockenraum geschieden ist und daher unter Beibehaltung der zentrischen Stellung für die Stützenbohrung *d* gegen die Freileitung besser isoliert ist (Fig. 11). (Ö. P. Nr. 66 077.)

Leopold Kolbenheyer in Wien beschreibt eine Rohrverbindung für Isolierrohre zum Verlegen von isolierten Leitungsdrähten in Mauern. Die Erfindung besteht darin, eine innige und dichtende Verbindung solcher Rohre ohne Werkzeuge und ohne besonderes Dichtungsmaterial durch einfaches Ineinanderreiben der zu verbindenden Rohrenden zu ermöglichen. Zu diesem Zwecke werden die aus einem Gemenge von Kautschuk oder dgl. mit Asbestfasern hergestellten Rohre in an sich bekannter Weise an einem Ende konisch verjüngt und am anderen Ende mit einer entsprechend konisch gestalteten Öffnung versehen und wird die Verbindung zweier solcher Rohre dadurch bewirkt, daß das konisch verjüngte Ende eines Rohres in die konische Öffnung des anderen Rohres eingreift. (Ö. P. Nr. 66 078.)

Die Firma Adolf Baron Pittel in Wien baut aus Rahmenstücken und Seitenwänden zusammenstellbare Betonschläuche für unterirdische Draht- und Kabelleitungen. Die mit den trapezförmigen Seitenansätzen der Rahmenstücke verfalzten Seitenwände sind mit bis zur Längsmitte der Oberkante der Ansätze reichenden und mit diesen ebenfalls verfalzten Lappen versehen, zum Zwecke, besondere Ergänzungs- oder Endstücke auf den Rahmenstücken bei Wahl einer größeren Schlauchtiefe vermeiden zu können. (Ö. P. Nr. 65 304.)

Eine Erfindung des Wilhelm Gerhard und Karl Gerhard in Gevelsberg bildet ein Werkzeug zum gleichzeitigen Einziehen mehrerer Leitungen in Rohre, bestehend aus einer auf das Rohr aufzusetzenden, auseinanderklappbaren Tülle mit mehreren Führungsöffnungen im Bodenteile, in welche Leitungen einzeln gelegt werden. Mittels dieses Drahteinfassers lassen sich die Drähte durch einen Mann bequem, schnell und sicher in die Isolierrohre einziehen, ein Mißlingen, Verwickeln oder Steckenbleiben ist ausgeschlossen. Der Drahteinfasser kann auch dazu benutzt werden, wirr durcheinanderliegende Drähte wieder parallel zu legen, indem dieselben in den Einfasser eingelegt und dieser auf den Drähten entlanggezogen wird. (D. R. P. Nr. 275 711.)

Bei einer Erfindung der Firma Landkraftwerke Leipzig Akt. Ges. in Kulwitz in Leipzig handelt es sich um eine Sicherheitsaufhängung für elektrische Freileitungen, bei welcher die Hilfsdrähte nicht an Stütz- sondern an Hängeisolatoren befestigt werden. Durch diese Einrichtung wird der Vorteil erzielt, daß bei Reißen der Freileitung eine Betriebsstörung nicht eintreten kann, da nach Bruch des Hauptdrahtes die Hilfsdrähte unter allen Umständen die Leitung in der alten Lage festhalten werden; denn bei einfacher Sicherheitsaufhängung befindet sich der Haltepunkt der Hilfsaufhängung senkrecht über dem Stützisolator, an welchem die Leitung befestigt ist, während bei doppelter Sicherheitsaufhängung die Haltepunkte oberhalb der Leitung gleichmäßig auf beiden Seiten des Stützisolators liegen. (D. R. P. Nr. 271 651.)

Eine Erfindung des Pierre Guillaume Manuel Barris in Bourg la Reine hat einen Schaltmast zum Gegenstand, welcher in den besonderen Fällen, für die er bestimmt ist, die gleiche Sicherheit bietet wie eine Maststation. Der Schaltmast wird im wesentlichen durch ein Gerüst gebildet, das aus zwei Beinen besteht, welche einerseits eine Bedienungsplattform und andererseits ein Auflager für den Transformator oder irgendeinen anderen Apparat, beispielsweise einen Ölschalter, stützen. In ihrem oberen Teil tragen die Beine eine Lyra mit Traversen oder vorspringenden Armen, auf denen die Apparate des Mastes befestigt sind. Der auf das Auflager gebrachte Transformator ist von der Bedienungsplattform durch ein Blech getrennt, welches die beiden Mastbeine verbindet, einen Schirm bildet und selbst als Wand einer Kabine benutzt werden kann, welche von der Plattform aus zugänglich ist und die Niederspannungsapparate, wie das Schaltbrett, den Zähler usw. einschließen kann. (D. R. P. Nr. 273 231.)

Dr. Friedrich Vogel in Wien baut einen Kabelendverschluß für Rohrmaste, welcher die Verbindungsstelle zwischen Kabel und Anschlußleitungen sowie die Verkleidung der Verbindungsstelle bis in das Mastinnere in einem Element (Gehäuse) vereinigt, welches Gehäuse an seiner Unterseite freie Öffnungen besitzt, die ein Durchstreichen der Außenluft in das als Kamin wirkende Mastinnere gestatten und so eine ständige Luftzirkulation bewirken. (Ö. P. Nr. 66 990.)

Vereins-Nachrichten.

Kriegsanleihe.

Bis zum 10. Dezember liefen bei uns folgende Mitteilungen über die Beteiligung der elektrotechnischen Kreise bei der Kriegsanleihe ein:

Aktiengesellschaft der Triester Kleinbahnen K 25 000, Aktiengesellschaft Elektrizitätswerk Wels K 20 000, „Ariadne" Fabrik isolierter Drähte K 30 000, Böhmisch-Krumauer Maschinenpapier-Fabriken, Firmeninhaber K 400 000, Böhmisch-Krumauer Betriebs-Krankenkasse K 100 000, Böhmisch-Krumauer Pensionskasse K 100 000, Brüxer Straßenbahn & Elektrizitäts-Ges. K 5000, Ing. H. Darilek K 5000, Elektrizitäts- & Wasserwerk Fürstenfeld, Personal K 2000, Elektrizitäts- & Wasserwerk Fürstenfeld K 75 000, Impresa elettrica Municipale Revereto K 50 000, Kabelfabrik & Drahtindustrie A.-G. K 1 200 000, davon K 500 000 für Ungarn, F. Knapp K 3000, Fr. Křizik, Prag K 50 000, Mähr.-Ostrauer Elektrizitäts-A.-G. K 25 000, Ing. Felix Neufeld K 600, Österr. Bergmann-Elektrizitäts-Werke G. m. b. H., Wien K 250 000, Österr. Brown-Boveri-Werke A.-G. K 100 000, Ing. Paul Planer K 5100, A. Roth K 6500, Societa Anonima delle Piccole Ferrovie di Trieste K 25 000, R. Sterlich & Sander K 8000, F. Stiedl K 33 000, B. Straschek K 1000, Teplitzer Elektrizitäts- & Kleinbahn-Ges. K 1000, Vereinigte Elektrizitäts-Akt.-Ges., Budapest K 50 000 für Ungarn, Vereinigte Glühlampen- & Elektrizitäts-A.-G., Ujpest K 400 000 für Ungarn, Vereinigte Elektrizitäts- & Maschinenfabriks-A.-G., Budapest K 40 000 für Ungarn; zusammen K 3 010 200.

Es beteiligten sich ferner: Ing. A. Fürst, R. Gärdtner & Comp., O. Heller, F. Winklmayer mit zusammen K 15 200. Ferner zeichneten zehn Firmen und Personen mit zusammen K 175 900. Mit dem im Hefte 49 ausgewiesenen Betrage in Summa 18 187 750.

Hilfs- und Fürsorgeaktion des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

Auf Seite XXIV des Anzeigenteiles dieses Heftes befinden sich die Anzeigen betreffend die Stellenvermittlung.

Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 8. Dezember 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. **Chefredakteur: J. SEIDENER.**

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie **Redaktion, Administration** und **Expedition** der Zeitschrift: Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.423.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der **Jahresbeitrag** beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.

Die einmalige **Eintrittsgebühr** beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. **Bezugspreise:** Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die **Bezugspreise** sind im **vorhinein** zu entrichten.

Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf **Lechner & Sohn**, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder **und Abonnenten** 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Drehstrombetrieb mit elektrischen Akkumulatoren im städtischen Elektrizitätswerk Klagenfurt. Von W. v. Winkler 869

Der Quecksilberbogen-Gleichrichter. Von Dr. O. Kruh, Wien (Schluß) 874

Rundschau:

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel 879
Dynamomaschinen, Transformatoren 879
Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen 880
Elektrische Apparate 880
Funkentelegraphie und -Telephonie 880
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 881
Strahlungslehre 881
Wirtschaftliches 881

Chronik 882

Literatur-Bericht 882

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues: Schalter und Schalteinrichtungen 882

Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite *501—504*

Drehstrombetrieb mit elektrischen Akkumulatoren im städtischen Elektrizitätswerk Klagenfurt.

Von W. v. Winkler.

I. Erste Anlage des Werkes.

Zum Betriebe des städtischen Elektrizitätswerkes Klagenfurt wird seit 1902 die Wasserkraft des Gurkflusses verwendet, welche zu diesem Zwecke etwa 10 km östlich der Stadt an einer Gefällsstufe von zirka 16 m ausgebaut ist. Dem Ausbau wurde eine Wassermenge von 15 m³ zugrundegelegt und es beträgt daher die Mittelleistung des Wassers 3200 hydr. *PS* oder unter Berücksichtigung der Gütegrade von Turbinen und Generatoren 2400 *PS* = 1750 *kW* an der Schaltwand und bei dem Maximalverlust von zirka 17% in der Fernleitung: 1460 *kW* an der Hauptverteilstelle. Zum Zwecke der Ausnutzung dieser Wasserleistung sind vier Maschinenaggregate zu 600 *kVA* Dauerleistung vorhanden, von denen eines in Reserve steht.

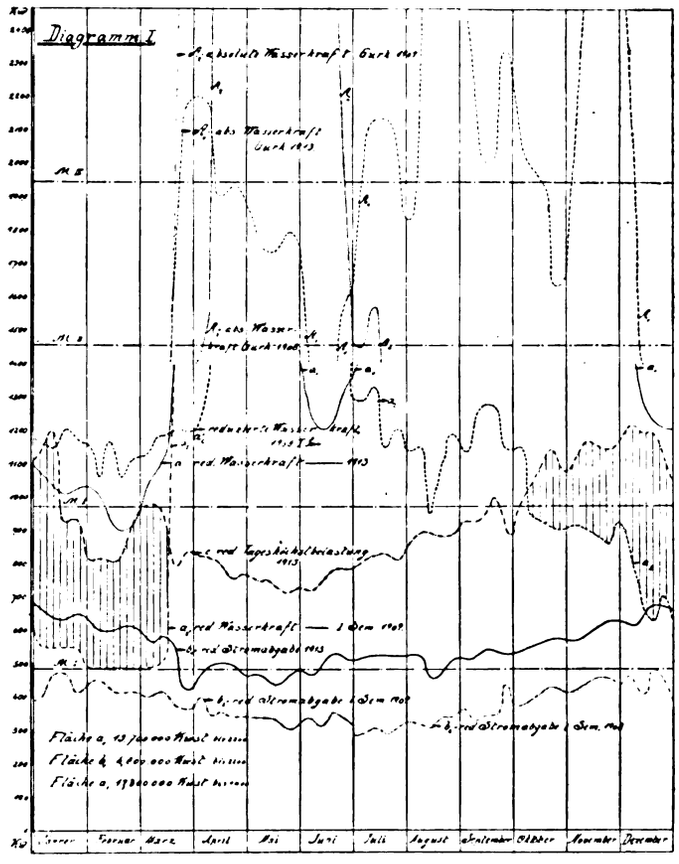


Fig. 1.

Die Wasserkraft ist als solche, weil Mittelgefälle im Mittelgebirge mit relativ geringem Einzugsgebiet, recht schwankend; oft fließt sehr viel Wasser ganz ungenutzt über das Wehr, oft tritt Wassermangel ein. Das Jahres-Übersichts-Diagramm, Fig. 1, läßt die Schwankungen des Wassers gleich in *kVA*-Leistung erkennen. Das Manko kann in den Wintermonaten, wo der Zufluß schon auf 7 m³ gesunken ist, erheblich werden, während andererseits der Überschuß gleichfalls sehr bedeutend ist, jedoch im Sommer eintritt, wo für denselben eine Verwendung nicht vorliegt.

In dem Diagramme sind folgende Linien verzeichnet:

A^1 und A^2 die Linien der absoluten Wasserleistung am Wasserwerk; sie geben an, welche durchschnittliche Leistung an jedem Tage des Jahres (A^1 für 1913, A^2 für zweites Semester 1908 und erstes Semester 1909) im Wasser in Kilowatt vorhanden war.

Digitized by Google

Die mit kleinen Buchstaben bezeichneten Linien bedeuten dasselbe wie die obigen, aber nicht nach den Messungen bezw. Zählerangaben am Gurkwerk, sondern reduziert auf den Hauptverteilungspunkt in der Stadt, also nach Abzug der Verluste in Turbinen, Generatoren und Fernleitung.

b^1 und b^2 die Linien der durchschnittlichen Tagesstromabgabe in der Stadt; sie geben an, wieviel Kilowatt im Durchschnitt von 24 Stunden jedes Tages von 1913 bezw. 1908/09 an das Leitungsnetz abgegeben wurden.

c die Linie der Tageshöchstbelastungen gibt die Maximalordinaten der Tage des Jahres 1913.

Man kann daraus grundlegende Angaben für den Charakter des hydraulischen Betriebes des Werkes ableiten und es weist insbesondere die Fläche der Linie b^1 eine Stromabgabe von 4 898 000 *kWh*, jene der Linie a^1 bis zur Grenze der Aufnahmsfähigkeit der Wasserkraftanlage eine verfügbare Leistung von 13 700 000 *kWh* für den Verlauf des ganzen Jahres 1913 auf, das heißt es fließen noch 8 802 000 *kWh* pro Jahr im Wasser ungenutzt ab.

II. Allmähliche Ausgestaltung.

Einer zielbewußten Betriebsführung konnte dies aber bei der starken Zunahme des Absatzes nicht genügen, die möglichen Mittel mußten für die Zukunft als Scheinmittel erkannt werden. Man muß als erste Aufgabe der Betriebsführung vor allem die Sicherung des Betriebes im Auge behalten und als zweite die Vermehrungsmöglichkeit des Absatzes unter intensiverer Ausnutzung der vorhandenen Naturkräfte.

Ein eingehendes Studium aller einschlägigen Fragen ergab zunächst die Notwendigkeit, eine Reihe von möglichen Maßnahmen auszuschalten.

a) Zunächst mußte von der täglichen Wasserspeicherung an Ort und Stelle abgesehen werden. Diese hätte bei dem hügeligen Gelände eine sehr große Grundfläche erfordert und das Sammelbecken wäre bei dem verhältnismäßig kalten und oft außerordentlich viel Eis führendem Wasser in steter Gefahr gewesen, zu vereisen.

b) Auch die Wasserspeicherung System Golwig mußte abgelehnt werden. Sie beruht darauf, daß mittels des Wasserkraftüberschusses der Anlage mit niedrigem Gefälle durch Pumpen von Wasser auf größere Höhe künstlich ein Hochgefälle erzeugt wird.

c) Technisch am vernünftigsten und gründlichsten wäre jene Lösung gewesen, welche den Ausbau einer neuen, der Stadtgemeinde gehörigen Wasserkraft am Freibach, 27 km von Klagenfurt entfernt, mit Hochgefälle zum Gegenstand hat. Doch erfordert dieser Ausbau so bedeutende Kosten, daß die Zinsen und die Tilgungsquote des für denselben aufzuwendenden Kapitales die Überschüsse des durchaus guten Stromlieferungsgeschäftes der Stammanlage mehr als aufgezehrt hätten. Außerdem wäre damit der früher erwähnten intensiveren Ausnutzung sowohl der bestehenden als der zukünftigen Wasserkraft auf Jahrzehnte präjudiziert worden.

d) Naturgemäß mußte auch an elektrische Akkumulierung des Energieüberschusses gedacht werden, da sich diese Methode selbst bei großen Gleichstromanlagen technisch und wirtschaftlich gut bewährt hatte. Damit wäre beiden Bedingungen der Ausgestaltung vollkommen Rechnung getragen worden, da der Betrieb wesentlich an Sicherheit gewonnen und die bessere Ausnutzung der Gesamtenergie vorbereitet worden wäre. Leider mußte bei dem damaligen Stand der Anlage auch von diesem Mittel abgesehen werden, und zwar deshalb, weil gerade in der Zeit der stärksten Beanspruchung der Anlage und des größten Bedarfes an Akkumulatorenzusatzstrom nicht mit absoluter Sicherheit darauf gerechnet werden konnte, eine halbwegs namhafte Akkumulatorenbatterie in der erforderlichen Weise regelmäßig zu laden.

Alle diese Erwägungen führten selbstverständlich zum letzten Hilfsmittel, bei welchem die Sicherstellung des Betriebes ganz einwandfrei gegeben war und auch der Erhöhung der Leistung und der besseren Ausnutzung der Wasserkraft entsprechend Rechnung getragen werden konnte, nämlich zur

e) Errichtung einer kalorischen Zusatzanlage.

Dieselbe hat allerdings zwei Nachteile im Gefolge, nämlich einerseits die zur Erhöhung der alten Wasserkraftanlage erforderliche Neuanlage mit ihren wegen der Ausbaufähigkeit nicht unerheblichen Kosten und der daraus entspringenden Zinsenlast und andererseits die durch die Verwendung von Heizstoffen, insbesondere aber durch die Bereitschaften bezw. die Heizung ohne Leistung bedingte Verteuerung des Betriebes.

Wenn man aber bedenkt, daß die Beihilfe der kalorischen Anlage während der kritischen Wasserbetriebszeit nicht bloß eine Erhöhung des Anschlußwertes für die geringe in Betracht kommende Stundenzahl ermöglicht, sondern daß dieser erhöhte Anschlußwert einen Zuwachs des Absatzes während des ganzen Jahres zur Folge hat, welchem ohne jegliche Mehrkosten, allein mit der Wasserkraftanlage Rechnung getragen werden kann, so wird man bald erkennen, daß trotz der unökonomischen Stromerzeugung auf kalorischem Wege doch der Gesamtbetrieb ökonomischer wird.

Alle diese Erwägungen führten also zu dem Entschluß, eine kalorische Anlage zu errichten. Über den Standort derselben konnte ein Zweifel nicht bestehen, sie mußte an das Hauptversorgungsgebiet so nahe als möglich herangerückt werden; dies mit Rücksicht auf die für kalorischen Betrieb zu teueren Verluste in der Fernleitung, auf die Umgehung der Notwendigkeit, diese letztere zu verstärken, dann auf die im Winter bestehende Schwierigkeit, das Wasserwerk mit Kohle zu versorgen.

Die Frage nach der Größe der kalorischen Anlage war schwieriger zu lösen, da hier viel auf die Meinung hinsichtlich der möglichen Wasserverhältnisse und der zu erwartenden zukünftigen Anschlüsse ankam. Die Erfahrungen des Jahres 1908 wiesen aber parallel mit der statistisch festgestellten namhafteren Zunahme im Absatz darauf hin, die Anlage nicht zu klein zu projektieren, und es wurde daher ihre Leistungsfähigkeit auf 1600 *PS* bezw. 1100 *kVA* festgesetzt. Um die Zinsenlast nicht allzu hoch anwachen zu lassen, wurden gebrauchte, aber tadellos eingelaufene Maschinen gewählt, und zwar vorläufig zwei Stück Zwillings-Kompounddampfmaschinen von je 270 *kVA*. Teilweise maßgebend für die Leistung war auch die Erwägung, daß es erwünscht ist, an Sommersonntagen die Wasseranlage ganz stillsetzen zu können, um Reinigungs- und Instandsetzungsarbeiten an den Teilen derselben vorzunehmen.

Das Diagramm, Fig. 2, zeigt in Linie *D* den Bedarf am Tage der höchsten Ordinate im Jahre 1908, in welchem auch der geringste Wasserzufluß stattfand, so daß die geforderte Leistung nur mit Hilfe der Dampfanlage bewirkt werden konnte. Der Vergleich des Verlaufes der

Digitized by Google

Linie *D* mit der höchsten Turbinenleistung 490 ergibt im Linienteil 1, 2, 3, 4, 5, 6, die effektive Leistung der Dampfmaschinen und, da die kritischen Wasserverhältnisse durch Monate andauerten, so wurden in dem betreffenden Jahr mittels Dampf 106 373 *kWh* geleistet. Im ganzen aber betrug die Leistung an Kilowattstunden 3 524 768, daher erstere nur etwa 3% der letzteren und 21% des gesamten Zuwachses, den man ohne Dampfanlage nicht mehr hätte anschließen dürfen. Bei günstigeren Wasserverhältnissen konnte der Dampfbetrieb eingeschränkt werden.

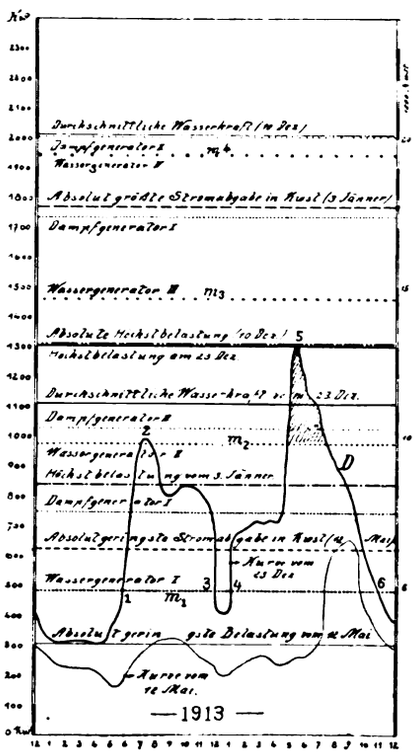


Fig. 2.

Der Vorteil der Dampfanlage liegt also klar zutage und wird auch noch zahlenmäßig bewiesen, wenn man die Verwertung des Mehrabsatzes betrachtet. Wenn von diesem, der im ganzen Jahr 498 272 *kWh* betrug, nur ein Drittel, das sind rund 160 000 *kWh* auf die Erhöhung des ohne Dampfanlage zu beschränkenden Anschlußwertes zurückzuführen ist und nur ein Durchschnittsertrag von 40 h pro *kWh* als vorwiegend für Licht verbraucht angenommen wird, so ergibt dies eine Erhöhung der Stromeinnahmen um K 64 000.

Immerhin konnte die bekannte Folgeerscheinung solcher Anlagen nicht vermieden werden, nämlich daß die Einrichtungen für das voraussichtliche Maximum der Momentleistung hergestellt werden mußten, aber nicht ordentlich ausgenutzt werden können.

Der Betrieb der beiden kombinierten Anlagen hat sich den Erwartungen entsprechend sehr erfreulich gestaltet. Zunächst war die Veranlassung entschwunden, zu gewissen Zeiten zur Aufrechterhaltung des Betriebes alles, was im Flusse daherkam, in den Obergraben und durch die Turbinen zu leiten, wie dies früher wochenlang der Fall war. Man konnte sich mit jenem Teil des Flußinhaltes begnügen, der füglich trotz Eisführung noch den Namen „Betriebswasser" verdiente, und erreichte dadurch folgendes:

a) Früher waren am Grobrechen, an den Schleusen und am Einlauf 14 bis 16 Mann beschäftigt, um die ganze Anlage eisfrei zu halten und das regelrechte Abfließen der Massen zu bewirken, damit dieselben nicht bei Überwiegen des Roheises den Einlauf verstopfen konnten. Auf den exponierten Punkten und auf zwei Floßen mit vertikaler Abkehrwand standen oft Tag und Nacht die Leute und wendeten ihre ganze Energie auf, um der Eismassen Herr zu werden.

Jetzt kommt man mit vier Mann aus, welche in ruhiger Arbeit relativ leicht alles erreichen, um das Betriebswasser so eisfrei zu erhalten, als es erwünscht ist. Die jährliche Ersparnis beträgt allein für diese Eisarbeiten K 3700, weil ein bedeutender Stamm an Arbeitern auf alle Fälle früher eingestellt und länger behalten werden mußte, als die Eisarbeiten an sich erfordert hätten.

b) Vor Errichtung der Dampfanlage war es notwendig, zirka alle zwei Stunden die Wasserturbinen zu öffnen und die Leit- und Laufschaufeln sowie einzelne Zwischenräume mit Hammer und Meißel vom angesetzten Roheis zu befreien. Wenn auch zu diesem Zwecke nicht erheblich mehr als das normale Personal eingestellt zu werden brauchte, so kann man doch, ganz abgesehen von der Schonung der Gesundheit der Leute und Verminderung der Abnutzung der Turbine die Ersparnis auf K 1000 schätzen.

c) Bei den seinerzeitigen Betriebseinschränkungen, insbesondere dem zeitweilig notwendigen Abschalten der Motoren und Erniedrigung der Spannung entging dem Werke ein Teil der Stromeinnahme seitens der Abnehmer nach Zähler; der Verlust kann auf K 4750 geschätzt werden.

d) Wenn die vollständige Deckung der „Spitze" in den Wintermonaten nicht möglich gewesen wäre, hätte man schon längst mit dem Anschließen neuer Abnehmer für die Wintermonate aufhören müssen, da man nicht die Sicherheit hatte, ihren gerechten Ansprüchen jederzeit zu entsprechen. Als gewissenhaftes Werk muß man von dem Standpunkt ausgehen, nicht mehr Abnehmer anzuschließen, als man bei geringsten Hilfsmitteln klaglos befriedigen kann. Ohne Dampfanlage wäre also der Absatz auf der Höhe des Jahres 1907/08 stehen geblieben. Man hätte also mindestens auf den mittels der Dampfanlage erzeugten Mehrbetrag von 103 000 *kWh* verzichten müssen, was bei einem Durchschnittsertrag von 36 h für die Kilowattstunde einen Verlust von K 37 000 ergeben hätte.

Die gesamten erreichten Vorteile, vom rein finanziellen Standpunkt betrachtet, lassen sich daher mit K 46 450 beziffern.

Daß die Wasserverhältnisse in den folgenden Jahren günstigere waren, war ein großes Glück, beweist aber immer, daß die Ausgestaltung des Werkes notwendig war, wenn man seine weitere Ausnutzung im Auge hatte. Da nun der Dampfbetrieb die gesamten Betriebskosten um zirka K 23 500 vermehrt hat, die Zinsen der Anlage aber K 21 500 ausmachen, so sieht man, daß selbst im ersten Jahr, wo der Zuwachs noch nicht so bedeutend war und die Einnahmen nicht die erreichbare Höhe aufwiesen, ein Gewinn von K 1450 gegenüber dem analogen Zustand ohne Dampfanlage erzielt wurde, welcher den Mehraufwand an Löhnen, Kohlen und Zinsen deckt.

III. Akkumulatoren im Theater.

Wenn nun auch durch die Dampfanlage eine wesentliche Erhöhung der Betriebssicherheit erreicht wurde, so genügte dieselbe doch keineswegs, um auch den strengen Bedingungen persönlicher Sicherheit gerecht zu werden, wie sie von den Behörden für ein Theater gefordert wird. Eine andere als elektrische Beleuchtung wird heute im Theater nicht mehr als zulässig erklärt, und es handelte sich also darum, für diese eine entsprechende Sicherheit zu schaffen, so daß der Betrieb des Theaters auf entsprechende Zeit ganz unabhängig von den Betriebsverhältnissen des Elektrizitätswerkes aufrechterhalten werden konnte. Dadurch war die Aufstellung einer Akkumulatorenbatterie geboten. Mit Rücksicht auf den wahrscheinlichen Bedarf und die von der gleichen Batterie, aber mit getrennten Leitungen bewirkte Notbeleuchtung wurde eine Batterie von 68 Elementen, Type NJ 16 in Gefäßen NJ 20 der Akkumulatorenfabrik A.-G. Wien mit 144 *A* durch drei Stunden bezw. 58 *A* durch zehn Stunden aufgestellt, welche 18 *kW* durch drei Stunden leisten kann. Zu ihrer Ladung

Digitized by Google

mit dem Drehstrom des Netzes mußte eine Umformerstation errichtet werden, was im Theater selbst geschah.

Zu diesem Zwecke wurden im Kellergeschoß des Theaters zwei Transformatoren aufgestellt, jeder von drei Seiten primär gespeist und an drei Seiten mit dem sekundären Straßennetz verbunden. Sie geben alternierend den Strom ab für zwei Drehstrom-Gleichstromumformer, welche die Ladung der Batterie ermöglichen.

Diese letztere ist eine reine Lichtreserve und leistet normal nur die Notbeleuchtung und die Bühnen-Bogenlichteffekte, da Wechselstromlampen die bekannten Flimmererscheinungen bei raschen Bewegungen erzeugen. Dank den übrigen Einrichtungen ist sie als Arbeitsbatterie für das Theater nur dann verwendet worden, wenn ihre Entladung an sich notwendig war, was dann meist bei Proben geschah.

IV. Die Straßenbahn.

Die stetig fortschreitende Entwicklung des Verkehres sowohl in der aufstrebenden Stadt, als zu einem Villenviertel am Kreuzberg, zum Friedhof und in hervorragendem Maße zum Wörthersee erwies unzweifelhaft die gänzliche Unzulänglichkeit des bestandenen Verkehrsmittels.

Man entschloß sich daher, eine der größten Sehenswürdigkeiten der Stadt und auch Mitteleuropas, nämlich die letzte kontinentale Pferdebahn, in eine elektrisch betriebene Straßenbahn zu verwandeln.

Unmittelbar an den Remisen der Straßenbahn wurde eine Umformerstation errichtet, welche durch zwei, den Hauptbahnhof speisende Kabel ohne Erweiterung des Netzes mit Strom versorgt werden kann.

In einem getrennten Gebäude kamen die Umformer, in drei Untergeschossen des Direktionsgebäudes die Akkumulatoren zur Aufstellung, und zwar:

drei Motorgeneratoren, bestehend aus Asynchron-Hochspannungsmotoren von 130 *PS* Dauerleistung, 42 Perioden, 4500 *V*, 14·8 *A*, 825 Umdrehungen, direkt gekuppelt mit Gleichstromdynamo von 80 *kW* Dauerleistung, 750 bis 1100 *V*, 106 bis 73 *A* und

eine Akkumulatorenbatterie, bestehend aus 400 Elementen Tudor Nr. JS 12 in Zellen Nr. JS 16 mit 222 *A* einstündiger Entladung, also 180 *kW* Leistung. Außer der Aufstellung der größeren Zellen zum Zwecke der Einbringung von mehr Platten und Erhöhung der Leistung der Batterie auf 236 *kW* war noch der Raum für die Aufstellung einer zweiten gleich großen Batterie vorgesehen. Die Batterie sollte als reine Pufferbatterie arbeiten und nur bei Beginn und Ende des täglichen Fahrbetriebes die letzten Wagen ohne Maschinenbetrieb mit Strom versorgen, um mit einer Arbeiterschicht auszukommen und an Löhnen zu sparen.

Die Aggregate bestanden aus Asynchronmotoren und Gleichstrom-Nebenschlußgeneratoren. Für die Wahl dieser Maschinenarten war maßgebend, daß die ersteren lediglich als Motoren zu arbeiten bestimmt waren, während die letzteren für stete Parallelschaltung einer Stromquelle mit ziemlich konstanter Spannung geeignet sein mußten, um eine richtige Pufferung zu ermöglichen.

Die Betriebserfahrungen zeigten, daß die Wahl der Maschinenaggregate eine glückliche war und daß auch die Batterie ihre Aufgaben gut erfüllte; sie hat nur etwas zu geringe Zellenzahl, wenn, wie bei forciertem Sonntagsbetrieb, am Ende der Leitung mehrere Züge anfahren und aus diesem Grunde der dann sehr erhebliche Spannungsverlust in der Fahrleitung durch bedeutende Spannungserhöhung der Umformer ausgeglichen werden muß. Die Batterie kann dann naturgemäß keinen Strom mehr abgeben, nimmt vielmehr noch überflüssigerweise welchen auf. Dieser Übelstand fällt aber nicht der Batterie zur Last sondern der Leitungsdimensionierung der Straßenbahn und deren eigenartigem, oft stoßweise überlastetem Fahrbetrieb.

V. Die Stromrückgewinnung.

Nachdem durch die Dampfanlage die Möglichkeit, die Batterie stets zu laden, sichergestellt und die Gefahr, trotz Batterie bei mangelndem Wasser die Straßenbahn nicht betreiben zu können, beseitigt war, wurde die oben als anstrebenswert dargestellte intensivere Ausnutzung der vorhandenen Wasserkraft zu dem Zwecke ernstlich ins Auge gefaßt, um zu Zeiten der Maximalordinate den Kraftbedarf der Straßenbahn durch die als Kapazitätsbatterie wirkende Pufferbatterie und den über eine plausible Ausnutzbarkeit der Wasserkraft noch verbleibenden Strombedarf im Netz ohne Zuhilfenahme der Dampfanlage durch den Wasserkraftüberschuß der zeitlichen Morgenstunden unter Zuhilfenahme einer großen elektrischen Akkumulierung zu decken.

Wenn nun auch theoretisch die vorhandenen Maschinen zu der geforderten Leistung ganz geeignet waren, so zeigten doch die vorgenommenen eingehenden Versuche, daß ihnen praktisch für einen durchaus sicheren Betrieb die Eigenschaft des Beharrens auf Spannung und Strom fehlte. Die Erregung war nicht sicher genug und es kam daher vor, daß die Maschinen bei Überschreiten einer Leistung, die von ihrer Vollausnutzung noch weit entfernt war, versagten.

Mittlerweile war zufolge der steten Stromanmeldungen im vorhandenen Absatzgebiete und zufolge der Wahrscheinlichkeit der Erwerbung neuer anderweitiger Anschlüsse die Überzeugung herangereift, daß zum Zwecke der rationellen Verwertung der bisherigen Investitionen und der Erfüllung der nun einmal vom Klagenfurter Werke gegenüber seiner Umgebung übernommenen volkswirtschaftlichen Verpflichtung auf Stromversorgung eine weitere Ausgestaltung des Werkes unbedingt geboten sei. Dies war zwar auch schon früher vor Errichtung der Dampfanlage erkannt worden und die letztere war daher auf erhebliche Erweiterung angelegt; man hatte aber die Rechtfertigung dieser weiter auf kalorischem Wege zu bewirkenden Ausgestaltung erst durch den Nachweis finden können, daß selbst bei weiterer Aufstellung von Dampfmaschinen und trotz des zweifellos kostspieligen Betriebes derselben sowie der bedeutenden Zinsenlast dieses Teiles der Anlage der durch die ermöglichte Mehrausnutzung der Wasserkraft erzielbare Nutzen ein namhafter, sonst nie zu gewinnender ist, der zwar eine Zeitlang wegen der Abschreibungen und Instandhaltung nicht voll zur Geltung kommen kann, sich aber später als recht erheblich erweisen wird. Der Grund hiefür ist, wie erwähnt, darin gelegen, daß die Zahl derjenigen Kilowattstunden, welche bei Erhöhung des Anschlußwertes in kritischer Zeit auf kalorischem Wege erzeugt werden müssen, gegen die Zahl der zufolge dieser Erhöhung überhaupt verwertbaren, durch die Wasserkraft kostenlos erzeugbaren Kilowattstunden eine ganz verschwindend kleine bleibt.

VI. Weiterer Ausbau.

Wenn nun auch der Beweis erbracht war, daß die Stromrückgewinnung mit Hilfe von Akkumulatoren möglich ist, so mußten die Studien hinsichtlich der Vergrößerung der Anlage doch auch daraufhin fortgesetzt werden, welche Art des Ausbaues mit Rücksicht auf die geplante, für die nächsten sechs Jahre für ausreichend befundene Steigerung der Maximalordinate um 50% sich unter Berücksichtigung aller Umstände als die wirtschaftlichste erweisen würde.

Digitized by Google

Es kam hiebei in Frage, daß Grundstück und Gebäude für die kalorische Anlage bereits vorhanden war, während eine um die erforderliche Leistung vergrößerte Akkumulatorenstation einen Umbau der Straßenbahnstation und einen Neubau eines eigenen Akkumutatorenhauses bedingte, da die Pufferbatterie als solche belassen und nicht zur Rückgewinnung verwendet werden sollte.

Ferner spielten auch die Anlagekosten der Maschinen und nicht zuletzt die Betriebsverhältnisse und ihr Einfluß auf die Betriebskosten eine Rolle.

Der Gedankengang war folgender:

Die seit Jahren regelmäßig und sehr genau mit entsprechenden Hilfsmitteln geführte Statistik hat ergeben, daß die Jahreshöchstbelastung in den Jahren 1903 bis 1911 von 850 *kW* auf 1750 *kW* zugenommen hat. In acht Jahren betrug die Zunahme also 900 *kW*, also pro Jahr rund 110 *kW*.

Es durfte nun mit einiger Sicherheit angenommen werden, daß der natürliche Zuwachs an Anschlüssen jedenfalls noch eine Reihe von Jahren auf der bisherigen Höhe bleiben werde, daß aber auch der über den normalen Zuwachs hinausgehende Anschluß, welcher durch Schaffung größerer Konsumobjekte entstehen wird, nicht zu unterschätzen ist. Es muß hier an die Absicht der Erbauung verschiedener öffentlicher Gebäude erinnert werden, zum Beispiel Postamt, Siechenhaus, Postdirektion, Gerichtsgebäude, Rathaus, neues Schulhaus usw. (Siechenhaus) und Postdirektion sind mittlerweile tatsächlich erbaut worden.

Daß ein vermehrter Anschlußwert in Wohnungen und in Gebäuden mit ganzjähriger Benutzung auch eine Erhöhung der Maximalordinate zur Folge haben wird, war ebenfalls als sicher anzusehen und tatsächlich wurde dieselbe trotz der stärkeren Beanspruchung zufolge teilweiser Rückkehr zum Pauschalsystem nur durch die mittlerweile erfolgte Einführung von Metallfadenlampen zugunsten des Werkes beeinflußt; rechnet man noch dazu den Einfluß der seit einigen Jahren eingeschlagenen Kraftstrompolitik der Werksdirektion, nach welcher namhafte Kraftabnehmer den Sommerstrom zu 6 bis 10 h pro *kWh* bekommen, wenn sie denselben während der Winterlichtzeit fast so teuer bezahlen wie den Lichtstrom, und bedenkt, daß die betreffenden Abnehmer dadurch veranlaßt wurden, das Werk zur Lichtzeit im Winter zu schonen, so erklärt es sich, daß tatsächlich die Maximalordinate schon seit drei Jahren sich nur wenig ändert. Wenn aber auch einerseits diese Politik, andererseits die Metallfadenlampen und endlich relativ günstige Wasserverhältnisse Umstände gezeitigt haben, welche die Erweiterung des Werkes nicht als absolut notwendig erscheinen ließen, so durfte man sich doch nicht einschläfern lassen und mußte auch für die Sicherstellung der Stromlieferung unter der Gefahr der schlechten Wasserverhältnisse Sorge tragen.

Hiebei mußte berechtigterweise angenommen werden, daß die Steigerung des Maximalbedarfes im Laufe der nächsten zehn Jahre im Durchschnitt wenigstens 60 *kW*, entsprechend der Hälfte des bisherigen, daher im ganzen 600 *kW* betragen wird. Mit Rücksicht auf die derzeit gebrauchten maximal 1750 *kW* wird also in zehn Jahren voraussichtlich ein Maximum von 2350 *kW* abgegeben werden müssen, wodurch die Leistungsfähigkeit des Werkes und der mit Strom versorgbare Anschlußwert um 35% gehoben wird. Da es sich aber auch um bauliche Herstellungen und Veränderungen handelte, so erschien eine Voraussicht auf mehr als zehn Jahre erwünscht. Da man ferner zur Erkenntnis gelangt war, daß bei der namhaften Zahl der ungenutzten Kilowattstunden Wasserleistung dem Elektrizitätswerk bei fast gleichbleibenden Stammkosten (Zinsen, Tilgung, Verwaltung, Steuern) aus dem vermehrten Stromabsatz nur eine Vermehrung des Nutzens erwachsen würde, und da man das Weiterschreiten auf dem Wege der volkswirtschaftlichen Befruchtung der Umgebung durch Gewähren von Strom an eine weitaus größere Zahl von Abnehmern als bisher für richtig erkannt hatte, so war es tatsächlich nicht nur im Interesse der Stadt und des Werkes gelegen, die Vermehrung der Leistungsfähigkeit des letzteren auf mehr als die obigen 35%, etwa auf 50% vorzusehen und wenigstens nichts zu unternehmen, was dieser Vermehrung präjudiziert hätte.

VII. Technische Berechnung.

Bei der Berechnung darf ein bedeutendes Moment nicht außeracht gelassen werden, welches uns sehr zuhilfe kommt, nämlich, daß Maximum des Bedarfes und Minimum der Wasserleistung in verschiedene Monate fallen.

Wenn man nicht mit einem Katastrophenminimum rechnet, welches ja bei Wasserkraft bis Null sinken kann und bei welchem eben die Energieversorgung ebenso eingestellt werden müßte, wie bei einem Wehrbruch, so kann man die minimale Leistung der Wasserkraftanlage aus den systematischen Aufschreibungen der letzten Jahre mit allergrößter Wahrscheinlichkeit für die Zukunft ermitteln.

Danach kann mit Wasserleistungen gerechnet werden, wie sie in Tabelle I und II verzeichnet sind, welche die Schwankungen in den einzelnen Monaten und ein Minimum von 900 *kW* ergeben. Die Dampfanlage kann 540 *kW* dazu liefern, es steht also der geforderten Leistung nach allmählichem Erreichen eines um 50% höheren Anschluß-

Tabelle I. Minimal-Wasserstände der Gürk in Kubikmeter.

Jahr	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	Öfter aufgetretenes Minimum ohne das absolute
Jänner	—	10	12	10	9	9	10	5	12	9	9 m^3 = 1000 *kW*
Februar	—	12	16	10	8	9	8	5	12	8	8 „ = 900 „
März	12	12	18	10	16	10	12	5	27	12	12 „ = 1300 „
April	16	12	26	14	14	15	14	20	22	25	14 „ = 1600 „
Mai	24	14	22	12	18	25	25	18	35	25	18 „ = 2000 „
Juni	20	10	25	10	16	32	14	10	32	20	10 „ = 1100 „
Juli	18	10	22	11	16	18	12	10	32	18	12 „ = 1300 „
August	15	15	16	11	14	16	10	16	23	13	14 „ = 1600 „
September	10	12	16	13	14	14	12	18	23	13	14 „ = 1600 „
Oktober	14	15	16	10	15	12	9	24	17	20	15 „ = 1700 „
November	14	20	16	12	25	18	8	12	14	18	14 „ = 1600 „
Dezember	12	16	12	12	18	8	7	10	18	18	12 „ = 1300 „

1 m^3 = 110 *kW*.

Digitized by Google

Tabelle II. Für 2500 *kW* maximal.

Monat	Monatsmaximum	Wasserminimum	Dampf	Abgang	Bedarf über Wasserleistung		Ohne Akkumulatoren: pro Tag Kohlen	Lohn	zusamm.	pro Monat	Verbleibende Maschinenleistung		Mit Akkumulatoren 1020 *kW* 1 Std.: Bedarf an Dampf pro Tag Kohlen	Lohn	zusam.	pro Monat	Erspart gegen früher
	Kilowatt					*kWh*	Kronen				*kW*	*kWh*	Kronen				
Jänner . . .	2 000	1 000	540	460	1 000	4 200	650	90	740	22 200	—	3 100	390	62	452	13 560	8 640
Februar . .	1 800	900	540	360	900	3 600	560	90	650	19 500	—	2 500	235	40	275	8 250	11 250
März	1 500	1 300	—	200	200	300	54	36	90	2 700	—	—	—	—	—	—	2 700
April	1 300	1 600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mai	1 300	2 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Juni	1 300	1 100	—	200	200	1 000	124	36	160	4 800	—	—	—	—	—	—	4 800
Juli	1 400	1 300	—	100	100	700	110	36	146	4 380	—	—	—	—	—	—	4 380
August . .	1 900	1 600	—	300	300	600	110	36	146	4 380	—	—	—	—	—	—	4 380
September.	1 700	1 600	—	100	100	300	54	36	90	2 700	—	—	—	—	—	—	2 700
Oktober . .	2 200	1 700	540	—	500	1 500	186	60	246	7 380	—	400	62	36	98	2 940	4 440
November.	2 500	1 600	540	360	1 000	3 000	450	90	540	16 200	—	2 000	250	40	290	8 700	7 500
Dezember .	2 500	1 300	540	660	1 200	5 400	670	90	860	25 800	—	370	460	40	500	15 000	10 800
						20 600 × 30 = = 618 000				108 040		8 370				48 450	59 590

wertes als bisher nur eine verfügbare Energiemenge von 1440 *kW* gegenüber, der Abgang beträgt daher 900 *kW*.

Wie bereits erwähnt, tritt das oben angegebene Minimum von 900 *kW* nur sehr selten und nur in den kritischen Monaten Jänner und Februar ein, wo die geforderte Maximalleistung schon in Abnahme begriffen und um zirka 10% geringer ist, als das absolute Jahresmaximum im Dezember. Daraus folgt, daß der eigentliche Abgang in dem letzteren Monat geringer ist; derselbe kann nach der Aufstellung in Tabelle II mit 660 *kW* bemessen werden und man könnte ganz beruhigt sich mit einer Erweiterung der Anlage um diese Leistung begnügen. Um aber bestimmt allen Anforderungen der nächsten Entwicklungsperiode des Werkes von womöglich mehr als zehn Jahren Genüge leisten zu können und insbesondere, wenn man sich schon zu einer weiteren namhaften Anlage mit ihrer hohen Zinsenlast entschließt, in einer vollkommen rationellen Einteilung des Betriebes unter zeitgerechter Ausnutzung aller Energiequellen nicht beengt zu sein, wurde es als vorteilhaft angesehen, eine Anlage für 900 *kW* zu schaffen, aber zurzeit nur die notwendigen Bauten im vollen Ausmaß herzustellen, die anderen Bestandteile der Anlage aber auf allmählichen Ausbau einzurichten.

Es kamen also kalorische und die elektrische Erweiterung in Frage, wobei die erstere auf dreifachem Wege zu erreichen war, nämlich:

1. Durch Aufstellung weiterer Kolbendampfmaschinen und Kessel,
2. durch Wahl von Dampfturbinen und Kesseln, und
3. durch Dieselmotoren.

Als Aufstellungsort war natürlich die vorhandene Dampfanlage gegeben. Für die weitere Verwendung von Kolbenmaschinen hätte der Umstand gesprochen, daß voraussichtlich wegen der Vereinheitlichung größerer Dampfanlagen gut erhaltene Maschinen zu sehr mäßigem Preis zu beschaffen gewesen wären, welche wegen der Betriebsverhältnisse den Zwecken des Werkes genügt hätten. Bei Dieselmotoren wäre die Momentreserve, bei Dampfturbinen die weitergehende Vergrößerung der Anlage in demselben Gebäude von Vorteil gewesen, da beide nun auch schon in günstiger Preislage und guter Qualität erhältlich waren. In allen diesen drei Fällen mußte man sich aber vor Augen halten, daß die vorhandene Wasserkraft während weitaus der längsten Zeit den Bedarf übersteigt und auch in Zukunft mit Ausnahme der Zeit des stärksten Abendkonsumes übersteigen wird, wenn hinsichtlich der abendlichen Motorausschaltung die begonnene Aktion Boden gewinnt.

Da nun aber für die bestehende Pufferbatterie eine Reserve sehr erwünscht war, außerdem aber der Betrieb derselben sich mit dem gleichen Personal, wie die Straßenbahn-Unterstation ohne namhafte Belastung desselben durchführen ließ, so wurde die Aufspeicherung und Rückgewinnung des Stromes, die ihre Lebensfähigkeit durch die Versuche erwiesen hatte, um so mehr der Beachtung unterzogen, als sie allein geeignet ist, die während so vieler Stunden des Jahres ungenutzt abfließende Wassermenge einer rationellen Ausnutzung zuzuführen und die Wasserwirtschaft des Elektrizitätswerkes dem Ziel einer möglichst breiten, vollkommenen Ausnutzung des Wassers näher zu bringen.

Die daher noch in Frage kommende Alternative ist

4. die Aufstellung einer Akkumulatorenbatterie in Verbindung mit der Umformerstation der Straßenbahn, um den Stromüberschuß aufzunehmen und während der Zeiten des Bedarfsüberschusses wieder an das Stadtnetz abzugeben.

(Schluß folgt.)

Der Quecksilberbogen-Gleichrichter.

Eine Experimental-Studie von Dr. **O. Kruh**, Wien.

(Schluß von Heft 50, Seite 865.)

Der Hochspannungsgleichrichter.

23. Eine der wichtigsten Anwendungen des Gleichrichters, die zuerst von Steinmetz vorgeschlagen wurde, besteht in der Rektifizierung eines hochgespannten Wechselstromes zu einem hochgespannten Gleichstrome und Betreiben von Bogenlampen in Serie etwa in derselben Weise, wie mittels einer Brush-Maschine. Als Bogenlampen werden in der Regel Magnetitbogenlampen, deren Elektroden aus einem Gemisch von Magnetit und Titanoxyd bestehen, verwendet und 50 bis 75 Bogenlampen in Serie geschaltet. Zum Betreiben dieser Anlage braucht man eine Gleichstromspannung von 4000 bis 6000 *V* und einen Strom von zirka

Digitized by Google

4·25 *A*. Zweifellos könnte dieselbe Anordnung auch für Motorenbetrieb mit hochgespanntem Gleichstrom benutzt werden, nach Art des Systems Thury.

Als Stromquelle eignet sich am besten ein Konstantstromtransformator, dessen eine Spule beweglich ist. Durch die verschiedenen Abstände der Spulen voneinander, die durch den magnetischen Kraftfluß automatisch eingestellt werden, variiert die Spannung der Sekundärspule, während der Strom konstant bleibt. Verbindet man den Neutralpunkt der beweglichen Spule mit der Kathode des Quecksilberbogens, und die zwei Pole desselben mit den Anoden, so kann man in der Neutrallinie, wie im Abschnitte 7 besprochen, einen gleichgerichteten Strom erhalten, indem jetzt die Last, bestehend aus Bogenlampen, eingeschaltet wird. Um allen Gefahren zu begegnen, die durch ein plötzliches Verlöschen eines Gleichrichters entstehen könnten, wird die Kathode durch einen besonderen Stromkreis erregt erhalten, der aus einem kleinen Transformator T_2 von zirka 200 *V* Sekundärspannung besteht und dessen Neutralleitung an die Kathode und die anderen Klemmen an die Hilfsanoden a_3 und a_4 angeschlossen sind. Fig. 25 zeigt das Schaltungsschema einer derartigen Anlage. Man setzt zunächst den Hilfsbogen zwischen a_3, a_4 und K in Gang und schaltet dann den Konstantstromtransformator bei kurzgeschlossener Last ein. Der Gleichrichter brennt einige Minuten, wodurch sich ein Gleichgewichtszustand in bezug auf Vakuum, Quecksilberdruck und Temperatur der Elektroden einstellt und erst dann werden die Bogenlampen eingeschaltet. Im folgenden seien einige Messungen an einem kleineren Transformator mit 2300 *V* Primärspannung gegeben.

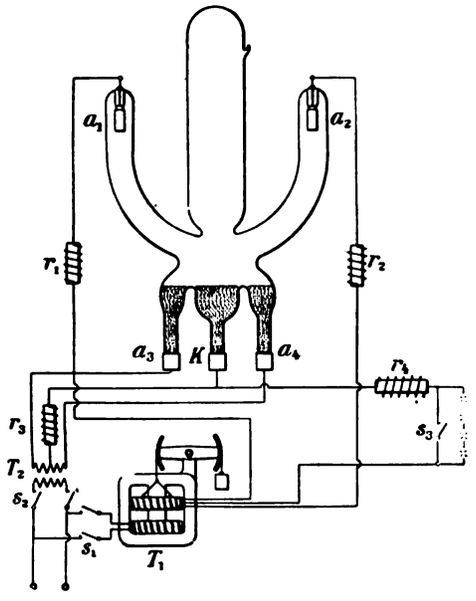


Fig. 25. Schaltungsschema eines Konstantstromgleichrichters.

Primärspule				Sekundärspule			
Kw.	Volt	Ampères	Leistungsfaktor	Volt	Amp.	Kw.	Nutzeffekt %
0·4	2000	2·28	8·8	0	4·45	0·0	0
0·6	2040	2·28	12·9	50	4·1	0·21	35
0·8	2040	2·26	17·3	87	4·0	0·348	44
0·9	2040	2·26	19·6	125	4·0	0·6	66 (?)
1·0	2040	2·25	21·8	160	3·9	0·64	62
1·4	2040	2·28	30·2	208	4·0	0·832	60
1·5	2040	2·24	32·8	250	4·0	1·0	66
1·7	2080	2·24	36·6	295	4·0	1·18	69
2·0	2100	2·24	42·7	335	4·0	1·34	67
2·1	2100	2·18	45·7	380	3·95	1·5	71
2·3	2140	2·15	50·3	425	3·9	1·65	72
2·4	2180	2·1	52·5	465	3·9	1·81	75
2·6	2220	2·15	54·8	505	4·0	2·02	77
2·8	2240	2·1	59·5	555	4·0	2·22	79
3·4	2310	2·1	62·0	600	4·0	2·4	80
3·2	2260	2·1	67·3	675	3·9	2·63	82
3·3	2370	2·04	67·1	730	3·8	2·77	84

Der Nutzeffekt erreicht somit 84%. Dieses Resultat ist recht günstig, da der Konstantstromtransformator bei Wechselstrombetrieb im besten Falle einen Nutzeffekt von 90% gibt.

24. Je höher man mit der Spannung hinaufgeht, desto größer werden die Schwierigkeiten. Zunächst finden wir, daß die Temperatur der Umgebung von großem Einflusse ist. Die Temperatur des Raumes darf nicht über 40° C steigen, sonst entstehen Kurzschlüsse im Gleichrichter, da der Quecksilberdampfdruck so hoch steigt, daß genügend Dampf vorhanden ist, um bei einer Klemmenspannung von 20 000 *V* einen Bogen zwischen den beiden Anoden einzuleiten. Ebenso schädlich ist eine allzu niedrige Temperatur, etwa unter 0° C. In diesem Falle hat man ebenso wie bei Quecksilberdampflampen mit Schwierigkeiten beim Ingangsetzen des Gleichrichters zu kämpfen. Es entstehen statische Entladungen, die eventuell das Glas durchlöchern und den Gleichrichter zerstören können. Infolgedessen sah man sich genötigt, den Gleichrichter in mäßig warmen Räumen zu betreiben bezw. durch ein Luftgebläse zu kühlen, und zwar wurde der Luftstrom, welcher durch einen Ventilator erzeugt wurde, gegen die eingeschnürte Stelle des Gleichrichters getrieben. Beim Betriebe zeigen sich ganz merkwürdige Unterschiede zwischen den einzelnen Gleichrichtern, trotzdem sie in offenbar derselben Weise hergestellt wurden. Manche derselben funktionierten ohne irgendwelche Schwierigkeiten, andere zeigten die Erscheinung, die mit „Pumpen" benannt wurde. Die Gleichrichter haben in diesem Falle die Tendenz, ganz zu verlöschen oder nahezu auszugehen und dann von selbst weiter normal zu funktionieren. Dies ist offenbar ein sehr ins Gewicht fallender Übelstand bei der Beleuchtung einer Stadt und kann auch bei der Natur der angeschalteten Maschinen und der Apparate zu schweren Schädigungen führen. Ein anderer Übelstand schließlich lag in der Erscheinung des „Schwindens", womit bezeichnet wurde, daß das Verhältnis zwischen Gleichstromspannung und Wechselstromspannung kleiner war als es erfahrungsgemäß sein soll. Dies drückte sich auch in einer kleineren Gleichstromstärke aus, was zur Folge hatte, daß die Bogenlampen nicht mit der richtigen Stromstärke brannten. Schwierigkeiten zeigten sich manchmal beim Ingangsetzen des Gleichrichters auch bei normaler Temperatur, die in der Entstehung von statischen Entladungen bestanden, welche sowohl für den Gleichrichter als auch für die Maschinen gefährlich waren. Namentlich der letzte Übelstand führte zu der Einrichtung, die Gleichrichter zunächst etwa 15 Minuten ohne Last laufen zu lassen, bis sich konstante Verhältnisse in demselben ausgebildet haben, dann erst wurde die Last eingeschaltet. Trotz dieser Vorsichtsmaßregeln bestanden oben erwähnte Übelstände, welche nicht nur die Lebensdauer der Gleichrichter, die durchschnittlich zirka 1000 Stunden beträgt, herabdrückten, sondern auch schwere Übelstände im Betriebe der Beleuchtung von Städten mit sich brachten.

25. Die statischen Entladungen finden statt entweder beim Hilfsbogenkreis zwischen den Elektroden K und a_3 bezw. a_4 oder zwischen K und a_1 bezw. a_2 (siehe Fig. 25). Entsprechend den kleineren Distanzen zwischen K und a_3 im Vergleiche zu K und a_1 sind die ersteren verhältnismäßig harmlos. Ihre Ursache liegt nicht notwendigerweise im Gleichrichter selbst; Oszillationen, die im Neutraldraht infolge der Lichtbogenbelastung und der darin befindlichen Induktanz und Kapazität leicht auftreten können, werden gegen die Kathode herangestreben und dort Potentialdifferenzen zwischen den benachbarten Elektroden erzeugen, insoferne die einzelnen Stromkreise nicht vollkommen ausgeglichen sind. Die Folge davon ist ein unliebsames Überspringen des Kathodenpunktes von der mittleren Elektrode zu einer der seitlichen. Daß die Ursache eine äußere ist, kann auf die Weise nachgewiesen werden, daß man in Serie

Digitized by Google

mit der Kathode K eine Reaktanz von ungefähr gleicher Induktanz schaltet wie die in Serie mit den Hilfsanoden. In diesem Falle tritt kein Überspringen des Kathodenpunktes auf*).

Wie wir im Abschnitte 22 gesehen haben, sind die in der Neutrallinie auftretenden Oszillationen für den Betrieb des Gleichrichters schädlich. Sie bewirken ein Schwanken des Gleichstromes, der bis zum völligen Verlöschen führen kann. Die Oszillationen können jedoch ihre Ursache nicht nur in gewissen Änderungen der Belastung haben, die in dem Stromkreise vor sich gehen und vom Gleichrichter unabhängig sind, sie können ihren Grund auch im Gleichrichter selbst haben.

Die statischen Entladungen, welche zwischen den Hauptanoden a_1, a_2 und der Kathode K stattfinden, sind ganz anderen Ursprunges, sie haben ihre Ursache nahezu immer im Gleichrichter selbst. Es steht fest, daß ein allzu gutes Vakuum schädlich ist. Dies ersieht man besonders aus dem Umstande, daß wenn der Gleichrichter ganz kalt ist, auch gute Rohre diese Erscheinung aufweisen. In einer früheren Publikation**) wurde vom Verfasser nachgewiesen, daß ein Quecksilberbogen bei sehr gutem Vakuum im ersten Moment des Zündens große Stromschwankungen zeigt, die zu einem eventuellen Verlöschen und Wiederzünden führen können, erst nach einiger Zeit stellt sich ein stationärer Zustand ein. Diese Erscheinung hat ihre Ursache in dem Umstande, daß im ersten Moment des Ingangsetzens eines Quecksilberbogens bloß negative Elektronen das Rohr durchfließen. Die Glaswände des Gleichrichters wirken deionisierend und erhalten so hohe elektrostatische Ladungen. Man kann sich vom Vorhandensein einer Ladung überzeugen, indem man den Gleichrichter abstellt und die Elektroden a_3, a_4 oder K mit der Hand berührt, man erhält dann einen überraschend starken elektrischen Schlag. Diese Ladung wirkt dem Elektronenflusse entgegen. Bei Gegenwart fremder Gase oder von Quecksilberdampf wirken die durch die Ladung verlangsamten Kathodenstrahlen stark ionisierend, wodurch positive und negative Elektronen entstehen, welche die Weiterleitung des elektrischen Stromes übernehmen. Ist dagegen das Vakuum zu gut, so besteht die Gefahr, daß der Gleichrichter verlöscht. Bei den hier in Betracht kommenden Spannungen und der großen Induktanz und Kapazität der Stromkreise kann man sich leicht vorstellen, daß bei einer plötzlichen Unterbrechung des Stromes ganz gewaltige Spannungen erzeugt werden müssen, die in der Regel den Gleichrichter zerstören. Als Stütze für obige Ansicht, daß im ersten Moment des Ingangsetzens eines Quecksilberbogens ganz andere Verhältnisse herrschen als nach einer Brennzeit von einigen Minuten, kann folgender Versuch angeführt werden: Wenn man eine Lampe, wie in Fig. 26, herstellt und in Gang setzt, sodann die Spannung zwischen zwei Platinelektroden c und d mißt, so findet man anfangs, daß c ein höheres Potential hat als d. Diese Potentialdifferenz vermindert sich langsam, bis sie den Wert 0 erreicht und wächst dann von neuem, wobei d ein höheres Potential besitzt als c. Ob dies nun eine Entladungserscheinung ist, verursacht durch die Bestrahlung der Platindrähte durch die Kathode oder eine Ladungserscheinung, verursacht durch die Kathodenstrahlen, bleibe dahingestellt. Für jeden Fall wird die erste Potentialdifferenz durch Strahlung bewirkt, während die zweite in dem elektrischen Konvektionsstrom zwischen der Anode a und der Kathode K ihre Erklärung findet.

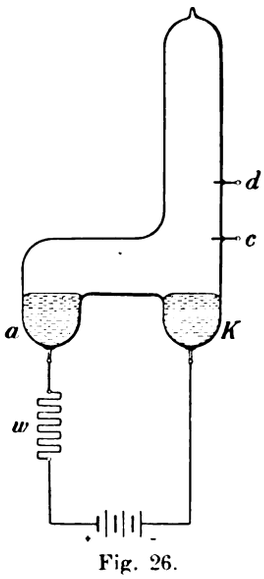


Fig. 26.

In allen und jenen Fällen somit, in denen eine elektrostatische Ladung im Gleichrichter sich ausbilden kann, werden Schwierigkeiten beim Ingangsetzen des Gleichrichters stattfinden. Diese Schwierigkeiten werden um so größer, als im Gleichrichter bei jeder halben Stromwelle ein neuerliches Ingangsetzen des Quecksilberbogens stattfindet. Es ist deshalb alles zu vermeiden, was eine elektrostatische Ladung am Glase selbst entstehen läßt und deshalb war der Gedanke, einen Luftstrom zur Kühlung des Gleichrichters zu verwenden, nicht besonders glücklich, da dadurch leicht elektrostatische Ladungen auftreten können. Eine Ladung wird insbesondere die Spannung vergrößern, bei der trotz der Ladung der Bogen noch in Gang gesetzt wird. Es wird somit die Rektifikation an einem späteren Punkte der Stromwelle eintreten und wir erhalten dann die Erscheinung des Schwindens, bei der das Verhältnis der Gleichstromspannung zur Wechselstromspannung zu klein und der Gleichstrom zu gering ist. Insbesondere ist eine Ladung in der Umgebung der Anode von größtem Einflusse auf diese Erscheinung. Ansammlungen von Ladungen sind namentlich abhängig von der Natur des Glases, und die Ableitung der Ladungen ist eine Funktion der Leitfähigkeit des Glases, die beträchtlich variiert. Man kann sich durch einen Versuch überzeugen, daß bestimmte Rohre immer gut bleiben, wenn man auch das Quecksilber oder die Anoden in denselben auswechselt, während man bei Verwendung von Quecksilber und Anoden aus guten Röhren bei anderen Glassorten oft eine totale Änderung aller Eigenschaften des Gleichrichters findet, woraus die wichtige Rolle der elektrischen Eigenschaften des Glases erhellt.

26. Verfasser hat oft beobachtet, daß die besten Rohre in bezug auf die Erscheinung des Schwindens diejenigen waren, welche rund um die Anode einen dunklen Beschlag von zerstäubtem Graphit besaßen. Diese Beobachtung veranlaßte zu einem Versuche folgender Art: die Anoden wurden mit einer anderen zylinderförmigen Elektrode umgeben, wie in Fig. 27 gezeigt wird. Läßt man den Bogen zur äußeren Anode oder zur äußeren und inneren gehen, so tritt die Erscheinung des Schwindens ein. Verbindet man dagegen die äußere Anode unter Zwischenschaltung eines Widerstandes mit der inneren Anode, so verschwindet diese Erscheinung sofort. Man kann auch mit gleichem Erfolge die äußere Anode zur Erde ableiten, unter Zwischenschaltung von Widerständen von einigen Mega-Ohms. Die beiden Versuche dienen somit als Stütze der Annahme von elektrostatischen Ladungen um die Anode als Ursache des Schwindens.

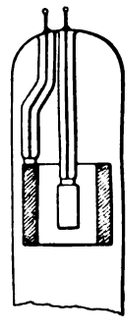


Fig. 27.

27. Beim Ableiten der äußeren Anode zur Erde bemerkt man oft das Auftreten von Entladungen zwischen der äußeren und inneren Elektrode entweder im Rohre selbst oder außerhalb desselben zwischen beiden Platindrähten, die als Stromzuleitungen dienen. Diese Erscheinung tritt manchmal auch dann auf, wenn die äußere Anode mit der inneren durch einen Widerstand verbunden ist, so daß diese

*) Kruh: Am. P. 887 659 vom Jahre 1908.
**) Kruh: l. c.

Digitized by Google

Funken nicht einer elektrostatischen Ladung, sondern einer Entladung von sehr hoher Frequenz zuzuschreiben sind.

Der Einfluß von hochfrequenten Entladungen auf die Stabilität des Gleichrichters erhellt aus folgendem Versuche: man bringe in die Nähe der Anode eines im Betriebe befindlichen Gleichrichters (Fig. 28) einen Draht *d*, der mit einem Pole einer Holtz-Maschine *H* verbunden ist. Trotzdem der Draht auf eine hohe Spannung geladen ist, ist mit Ausnahme einer Neigung zum Schwinden nichts besonderes zu bemerken. Wenn man dagegen zwischen den beiden Polen der Holtz-Maschine Funken überspringen läßt, wodurch eine oszillatorische Entladung entsteht, die sich dann auch in den Draht fortpflanzt, so findet man, daß derjenige Arm des Gleichrichters, dessen Anode dem Einflusse der oszillatorischen Entladung ausgesetzt ist, ein stoßweises Verschwinden des Stromes anzeigt und daß so die Erscheinung des „Pumpens" eintritt. Durch längere Einwirkung der Entladung wird das Rohr unempfindlich und funktioniert normal, um nach einiger Zeit, wenn man den Versuch wiederholt, dieselbe Erscheinung zu zeigen. Dieser Versuch zeigt, daß durch die oszillatorische Entladung der Holtz-Maschine neue Ladungen im Rohre entstehen, wodurch Störungen in dem empfindlichen Betriebe von Bogenlampen als Last hervorgerufen werden. Diese Störungen verursachen dann das Pumpen des Gleichrichters, das so lange anhält, bis das Rohr sich den neuen Bedingungen anpaßt.

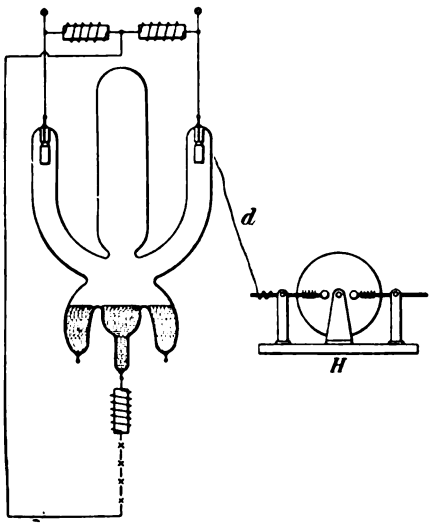


Fig. 28.

28. Ein großer Teil der oben beschriebenen Schwierigkeiten verschwindet, wenn die Rohre in einem Ölbade betrieben werden. Die statischen Erscheinungen, die zum Teil von der zur Kühlung verwendeten Luft herrühren, verschwinden, ebenso die Entladungen außerhalb des Rohres, die eventuell zu einer Durchlöcherung desselben führen können. Die Temperatur kann mit geringerer Mühe konstant erhalten werden. Auch dürfte das Eisengefäß, in dem das Rohr sich befindet, als Schutz gegen die Wirkung von oszillatorischen Ladungen dienen. Auch hier ist das Erwärmen des Rohres, sei es durch Betrieb bei kurz geschlossener Last oder durch separates Anwärmen angezeigt.

Eine große Anzahl von Städten in Amerika, wie zum Beispiel Portland, Baltimore usw. verwenden Gleichrichter zur Erzeugung von Gleichstrom für ihre Magnetitbogenlampen. Die Zahl derartiger Anlagen wächst fortwährend und ist zum großen Teil in der großen Ausdehnung amerikanischer Städte begründet, die eine Serienschaltung von Bogenlampen begünstigt. In Europa könnten solche Anlagen bloß in Villenvierteln errichtet werden. Es ist jedenfalls ein imposanter Anblick, wie dieser kleine Apparat so hohe Spannungen mit wirtschaftlich genügender Sicherheit rektifizieren kann.

Der Großgleichrichter.

29. Während die Grenzen der Spannung, die bei Wechselstrom mit Sicherheit rektifiziert werden, ziemlich weit hinaufgeschoben werden können, sind die Grenzen der Stromstärke schon infolge des Glaskörpers eng begrenzt. Höhere Stromstärken als 50 bis 60 *A* sind nur mit Schwierigkeiten in Glaskörpern rektifizierbar. Infolgedessen hat es nicht an Bemühungen gefehlt, diese Glaskörper durch größere Eisengefäße zu ersetzen. Die Vorarbeiten in dieser Richtung sind vom Verfasser geleistet worden, wobei er sich an die Erfahrungen mit Glasgleichrichtern hielt und ähnliche Gefäße aus Eisen bezw. Kupfer mit angesetzten Seitenarmen zu diesem Zwecke benutzte. Das Anschließen von Seitenarmen an zylindrische Gefäße bot manche Schwierigkeiten, weshalb auch Konstruktionen versucht wurden, welche die Anoden in den Hauptraum zu verlegen gestatten, etwa wie in Fig. 14 (linkes Bild, S. 862). Wenn die Anoden von der Einwirkung der Kathodenstrahlung und dem Einflusse auffallender, kondensierter Quecksilbertropfen genügend geschützt werden, so ist es möglich, größere Energiemengen mittels derartiger Anordnungen zu rektifizieren. Die Schwierigkeiten wachsen jedoch immer mehr mit wachsender Spannung, und es dürfte nicht leicht sein, auf diesem Wege etwa 1000 *kW* von 500 *V* Gleichstrom zu erzeugen.

Infolge Verlassens des Laboratoriums ist es dem Verfasser nicht mehr möglich gewesen, an der weiteren Entwicklung des Großgleichrichters in Eisengefäßen mitzuarbeiten und es sei an dieser Stelle auf die Publikationen*), die von verschiedenen Seiten herrühren, hingewiesen. Die Frage der Dichtung der isolierten Stromzuführungen ist nicht so schwierig gewesen, wie man sich anfangs vorstellte. Sie kann auf vielerlei Weise bewerkstelligt werden, vorausgesetzt, daß man immer eine Pumpe an den Gleichrichter angeschlossen hält, da das Vakuum nur in Gleichrichtern über 1000 *V* Spannung von größerer Bedeutung ist. Die Frage der Kühlung ist ebenfalls in befriedigender Weise gelöst worden. Heute sind Gleichrichter mit zirka 100 *kW* Leistung z. B. bei der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin**)

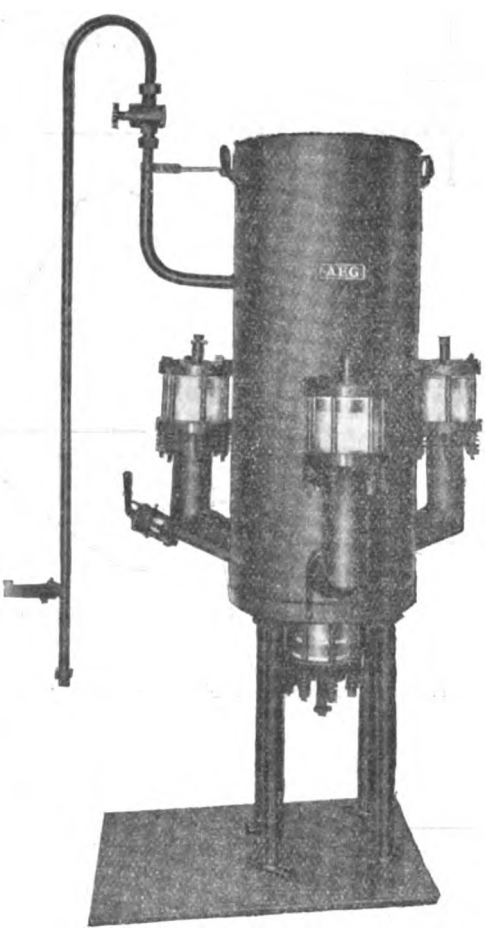


Fig. 29. A. E. G.-Großgleichrichter.

*) Schaefer: E. T. Z. 1910. — Nordon: E. T. Z. 1913.

**) Es ist interessant zu beobachten, daß die Großgleichrichter dieselbe Entwicklung genommen haben wie die Glasgleichrichter: zunächst Rektifikation bei der halben Welle in separaten Gefäßen, sodann Unterbringung aller Anoden in einem gemeinsamen Raume und zum Schlusse Unterbringung der Anoden in Seitenarmen.

Digitized by Google

erhaltbar und es ist außer jedem Zweifel, daß wir in kurzer Zeit Gleichrichter sehen werden, die statt rotierender Umformer zum Gleichrichten von Wechselstrom für Eisenbahnzwecke dienen werden. Es sei hier eine Type abgebildet, wie sie von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in den Handel gebracht wird. (Fig. 29.)

Besondere Anwendungen des Gleichrichters.

30. Im vorhergehenden haben wir das mannigfaltige Anwendungsgebiet des Gleichrichters zum Rektifizieren

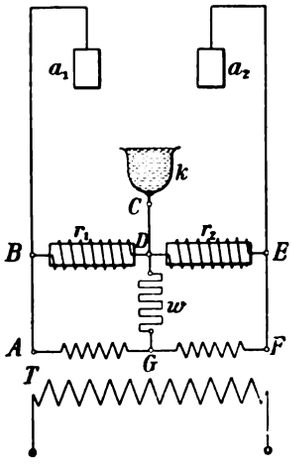


Fig. 30 *a*.

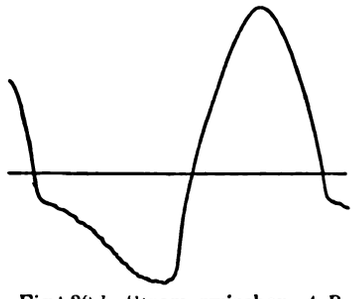


Fig. 30 *b*. Strom zwischen *A B*.

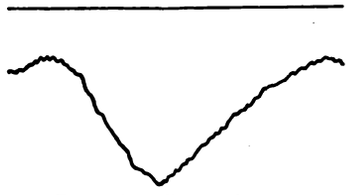


Fig. 30 *d*. Strom in r_1.

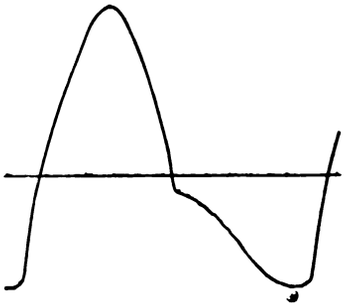


Fig. 30 *c*. Strom zwischen *E F*.

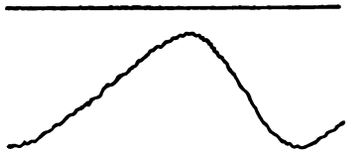


Fig 30 *e*. Strom in r_2.

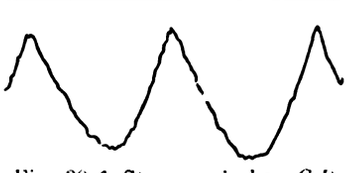


Fig. 30 *f*. Strom zwischen *C D*.

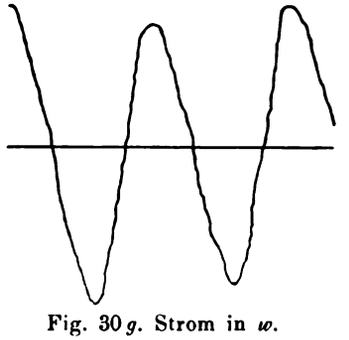


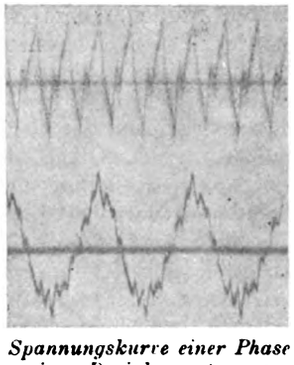
Fig. 30 *g*. Strom in *w*.

von Wechselstrom gesehen, im folgenden seien dann noch andere Verwendungsmöglichkeiten des Gleichrichters angegeben. Von Hewitt wurde die Verwendung einer Quecksilberlampe als Unterbrecher statt einer Funkenstrecke für drahtlose Telegraphie vorgeschlagen. Diese Methode ist jetzt veraltet, da man danach strebt, ungedämpfte Wellen für die drahtlose Telegraphie zu verwenden. Von Weintraub wurde ein Gleichrichter als Empfänger vorgeschlagen. Die Kathode wird durch einen besonderen Gleichstrom erregt erhalten. Die von der Antenne an eine Elektrode gelangenden Ströme werden im Gleichrichter rektifiziert und durch einen Galvanometer angezeigt. Im Vergleiche zu den jetzt verwendeten Empfängern ist dieser Empfänger nicht empfindlich genug.

31. Verfasser hat gefunden, daß, wenn man einen Gleichrichter mit einem Transformator *T*, wie in Fig. 30 a, die Kathode mit dem Neutralpunkte *b* des Transformators verbindet und außerdem zwischen je einer Anode und der Kathode die Reaktanzen r_1 und r_2 schaltet, man in der Neutrallinie zwischen den Punkten *D* und *G* einen Wechselstrom erhalten kann, dessen Frequenz die doppelte ist von der im Transformator verwendeten*). Die physikalische Deutung dieses Vorganges ist die, daß die Reaktanz nicht nur durch den Gleichrichter sich entladet, sondern auch zum Teile durch den Transformator. Die Richtung dieses Stromes ist aber entgegengesetzt zur Richtung des rektifizierten Stromes, welcher durch die Mittellinie zum Transformator fließt. In den beigeschlossenen oszillographischen Aufnahmen (siehe Fig. 30 b bis 30 g) sind die Stromverhältnisse näher erläutert.

Mit einem dreiphasigen Transformator kann man ebenfalls durch analoge Verbindungen einen höher frequenten Strom in der Neutrallinie erreichen, dessen Frequenz die dreifache ist von derjenigen des Transformators (siehe Fig. 31). Es ist somit die Frequenz proportional zur Anzahl der Reaktanzen bezw. der Phasen. Mit einem sechsphasigen Wechselstrom würde man eine sechsfache Frequenz erhalten. Wenn auch die Ausbeute des hochfrequenten Stromes nicht besonders günstig ist, so würde dies doch einen Weg zeigen, um Wechselstrom im Gleichrichter in hochfrequenten Strom für Zwecke der drahtlosen Telegraphie zu verwandeln.

Dreifache Frequenz in Neutrallinie.



Spannungskurve einer Phase eines Dreiphasenstromes.

Fig. 31.

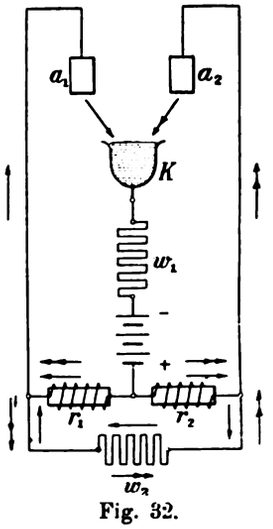


Fig. 32.

32. Schließlich sei noch der Möglichkeit gedacht, den Vorgang umzukehren und Gleichstrom in Wechselstrom umzuwandeln. Offenbar muß man bloß statt der Last eine Gleichstromquelle einschalten, deren negativer Pol an die Kathode und deren positiver Pol durch die beiden Reaktanzen r_1 und r_2 an die beiden Anoden a_1 und a_2 geschaltet ist (Fig. 32). Man muß nun nach einem Mittel suchen, um den Strom bald durch die Anode a_1, bald durch die Anode a_2 fließen zu lassen, und diesen Richtungswechsel zur Erzeugung von Wechselstrom auszunutzen. In der Tat gelingt dies in beschränktem Maße, wie von Weintraub und Kruh gezeigt werden konnte. Eine derartige Schaltung sieht man für einphasigen Wechselstrom in Fig. 32. Der Vorgang ist dadurch ermöglicht, daß die beiden Quecksilberanoden a_1

*) Kruh: Am. P. 787 193 vom Jahre 1905.

Digitized by Google

und a_2 parallel geschaltet sind und der Widerstand w_2, in welchem Wechselstrom vorhanden ist, zu gering ist, um die Potentialschwankungen, die durch den Dampfdruck des Quecksilbers an den Anoden verursacht werden, auszugleichen, so daß der Bogen von a_1 zu a_2 und von a_2 zu a_1 fortwährend überspringt. Im Widerstande w_2 fließt Wechselstrom, wie man aus der Zeichnung leicht findet, indem der einfache Pfeil andeutet, daß der Strom bloß durch Anode a_1 fließt und der doppelte Pfeil anzeigt, daß der Strom durch a_2 fließt. Infolge des notwendigerweise kleinen Widerstandes w_2 ist die Ausbeute an Wechselstrom klein. Man kann die Geschwindigkeit des Überspringens des Bogens von einer Anode zur anderen dadurch vergrößern, daß man die Quecksilberoberflächen der Anoden möglichst klein macht*). Dadurch steigt der Dampfdruck an jener Anode, durch welche der Strom durchfließt, sehr rasch an und der Bogen springt zu der anderen Anode über. Diese Wirkung kann man auch durch ein magnetisches Feld unterstützen; ebenso kann sie verstärkt werden durch entsprechendes Kühlen der Anoden. Ob es gelingen wird, auf diesem Wege eine wirtschaftliche Umwandlung von Gleichstrom in Wechselstrom zu bewirken, ist immerhin fraglich.

*) Man vergleiche zum Beispiel Kruh: Am. P. 787 192 vom Jahre 1905, Umwandlung von Gleichstrom in Dreiphasenstrom.

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Verwertung der Abwärme in Elektrizitätswerken. Ober-Ing. Schulze-Dresden weist in einem Vortrag auf der 23. Hauptversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke auf die Wichtigkeit der Abdampfverwertung in Elektrizitätswerken auf Grund zahlreicher statistischen Daten hin und stellt fest, daß nach dem neuesten Stande der Technik die Vakuumheizung im Anschluß an Kondensationsmaschinen die wirtschaftlichste Methode der Ausnutzung der Abwärme in Elektrizitätswerken darstellt. Diese Methode erhält das Maximum der Wirtschaftlichkeit, wenn ein Apparat, behufs Rückgewinnung des Vakuumkondensates zur Kesselspeisung vorhanden ist.

Einen Nachteil der Vakuumheizungen bilden die höheren Anlagekosten gegenüber direkter Dampfheizung. Diese Mehrkosten gegenüber der letzteren machen sich jedoch durchschnittlich schon nach vier Heizperioden bezahlt; von da ab arbeitet die Heizanlage völlig kostenlos, während direkte Dampfheizung jährlich hohe Betriebskosten erfordert. Auf große Entfernungen läßt sich die Vakuumheizung allerdings nicht ausdehnen, da sich sonst weite Rohre ergeben. Es eignet sich jedoch die in den letzten Jahren vielfach angewendete Fern-Warmwasserheizung sehr gut zur Verwertung des Vakuumabdampfes. Bei der Fern-Warmwasserheizung erfolgt die Umwälzung des Heizwassers durch Pumpen, und es ist die Möglichkeit gegeben, das Heizwasser bei guter Isolierung sogar auf Entfernungen von 2·5 bis 3 km ohne Schwierigkeiten zu leiten. Bei strenger Kälte muß das Vakuum verschlechtert werden, wodurch jedoch die Maschinen nicht um vieles unökonomischer arbeiten. Die Umwälzpumpen der Warmwasserheizung werden immer mit Frischdampf betrieben. Bei der Untersuchung der Wirtschaftlichkeit eines solchen Abwärmebetriebes kommt die Betriebszeit, welche auf die wechselnden Außentemperaturen entfällt, sehr in Frage. Aus dem Verlauf der sogenannten Häufigkeitskurve (Abszissen-Außentemperaturen von -20° C bis $+20^\circ$ C, Ordinaten-Zahl der zugehörigen Betriebsstunden) erkennt man, daß die Zahl der Betriebsstunden, in denen man mit verschlechtertem Vakuum arbeiten muß, verschwindend klein ist, gegenüber der Summe derjenigen Stunden, welche das normale Vakuum gestatten, das heißt derjenigen über -5° C. Aus der Häufigkeitskurve lassen sich alle für die Wirtschaftlichkeit der Heizanlage notwendigen Faktoren ermitteln. Bei der Neuerrichtung von kombinierten Werken müssen die Heizkraftmaschinen so konstruiert und unterteilt und so regulierbar gemacht werden, daß in jedem Moment der von den Maschinen abgegebene Dampf von der Heizung aufgenommen werden kann.

Der Verfasser beschreibt die Neuanlagen der Technischen Hochschule in Dresden, deren neue Turbine (300 kW) nach diesen Grundsätzen konstruiert wurde. Das Vakuum ist von 30% im Winter bis 92% im Sommer veränderlich.

Ein zweites ähnliches Werk größeren Umfanges ist, auch für Nachtbetrieb eingerichtet, mit einer Überland-Wasserkraftzentrale kombiniert. Um Wärmeverluste zu vermeiden, erfolgt eine Aufspeicherung der Abwärme im Wasser, wenn die Heizung nicht in Betrieb ist. Bei der Anlage der Technischen Hochschule in Dresden sind vier Wärmespeicher vorhanden, welche aus einfachen Hohlzylindern mit je 8 m³ Wasserinhalt bestehen, in denen sich 2·5 Millionen Wärmeeinheiten aufspeichern lassen. Der Wirkungsgrad dieser Akkumulatoren ist fast 100%, da sich das Wasser über Nacht nur wenig abkühlt. Bei Gleichstromwerken kann eventuell auch elektrische Speicherung in Frage kommen. Bei billiger Stromerzeugung (2·6 bis 3 Pfg. pro kWh) kann sogar elektrische Gebäudeheizung an Stelle der Warmwasserheizung zur Anwendung gelangen. Gerade durch die elektrische Heizung eröffnen sich den Elektrizitätswerken neue große Absatzgebiete, die günstig auf die jetzt sehr ungleichmäßige Belastung der Werke zurückwirken würden. Eine solche elektrische Heizung, die sich bisher gut bewährt hat, wurde im Anschluß an die oben erwähnte Abwärmeturbine der Technischen Hochschule in Dresden daselbst im photographischen Institut für zirka 100 000 WE pro Stunde eingerichtet.

Das Dresdener staatliche Fernheiz- und Elektrizitätswerk, das für eine größere Anzahl von Staats- und Privatgebäuden Licht und Wärme liefert, ist als Vakuumabdampf-Fern-Warmwasserheizung von Prof. Pfützner gebaut. Zum erstenmal außerhalb Amerikas tritt ein Privatunternehmer auf (Firma Richard Doerfel in Dresden), der die Wärmelieferung übernimmt. Der Verkauf der Wärme an die beheizten Gebäude erfolgt pauschal nach Kubikmetern, und zwar wird berechnet: Bei Heizung auf 20° C = 56 Pfg. und bei Heizung auf 15° C = 50 Pfg. pro m³. Für 1 m³ Verbrauchswarmwasser von 50° C werden 45 Pfg. berechnet. Nach den bisherigen praktischen Ergebnissen beträgt bei einem Anlagekapital von Mk. 115 000 die Verzinsung für den Unternehmer im vierten Betriebsjahr 8·6%, im fünften Jahre 9·6% und im sechsten Jahre 10·9%. Für das Elektrizitätswerk ergibt sich bei gleichzeitigem Kraft- und Heizbetrieb bei 12 Pfg. Selbstkosten pro kWh eine Verbilligung um 23·3%, bei 8 Pfg. Selbstkosten um 35% und bei 6 Pfg. Selbstkosten um 46·5%.

Zum Schlusse erwähnt der Vortragende Vorschläge und Versuche zur Ausnutzung der Abwärme für landwirtschaftliche und gärtnerische Zwecke bei weitab von den Städten liegenden Überlandzentralen und zukünftigen Staatsbahn-Elektrizitätswerken.

(Mitteil. d. Ver. d. Elektrizitätswerke Nr. 155, 1914.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Synchron-Motorgenerator oder Einankerumformer. H. Ring vergleicht die beiden Maschinentypen in ihrer betriebstechnischen Bedeutung miteinander. Der größte Vorzug des Motorgenerators ist die Unabhängigkeit der Gleichstromspannung von der Wechselstromspannung, mithin vollzieht sich die Parallelschaltung und Belastungsverteilung auf der Gleichstromseite in ganz normaler Weise und mit den normalen Einrichtungen. Dazu kommt noch der weitere Vorteil, daß man durch die Erregung des Synchronmotors die Phase des Netzes ganz unabhängig einstellen kann. Beim Einankerumformer kann man durch Ändern der Erregung praktisch keine Spannungsänderung erzielen. Dies ist nur dann möglich, wenn der Reduktionstransformator zwischen Drehstromnetz und Umformer große Streuung besitzt oder eine Selbstinduktion dem Umformer vorgeschaltet wird. Dadurch kommt aber eine größere Phasenverschiebung in das Netz; das Netz wird um so mehr wattlos belastet, je mehr man die Gleichstromspannung erniedrigen muß. Soll die Spannungsänderung auf der Gleichstromseite ohne Einfluß auf die Phase bleiben, so muß man einen drehbaren Zusatztransformator zwischen Umformer und Reduktionstransformator einbauen. Dann kann man die Phase ganz unabhängig von der Gleichstromspannung durch Änderung der Erregung des Umformers einstellen und auch die Parallelschaltung auf der Gleichstromseite in normaler Weise ausführen, wozu aber — außer der komplizierteren Einrichtung — eine besondere Schulung des Personals gehört. Damit aber der Umformer mit dem charakteristischen Spannungsabfall der anderen Gleichstrommaschinen abgestimmt wird und mit ihnen in der Aufnahme von Belastungsstößen sich teilt, erhält er eine Gegencompoundwicklung und Drosselspulen auf der Drehstromseite, also noch mehr neue Hilfsmittel, die den Betrieb komplizieren und den Wirkungsgrad herabsetzen. Zu bemerken ist noch, daß der Einankerumformer mit einem Schnellregler ausgestattet sein muß, damit Spannungsschwankungen auf der Drehstromseite ohne Einfluß auf die Spannung der Gleichstromseite bleiben. Beim Synchron-Motorgenerator ist dieses Hilfsmittel überflüssig.

(E. T. Z., Hefte 44, 45, 1914.)

Digitized by Google

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Die elektrischen Einrichtungen auf Schlachtschiffen. H. A. Hornor beschreibt die wesentlichsten elektrischen Einrichtungen des auf einer amerikanischen Werft gebauten argentinischen Überdreadnoughts „Moreno". Das Schiff verdrängt bei 181 m Länge, 29·89 m Breite und 8·46 m Tiefgang 28 000 t. Die elektrische Zentrale umfaßt vier Turbo-Gleichstromgeneratoren (zwei im Vorder-, zwei im Hinterraum des Schiffes) für je 375 *kW*, horizontale Curtis-Maschinen, welche mit 1400 min. Touren je eine 230 *V*-Gleichstrommaschine mit Wendepolen und Compoundwicklung antreiben; diese können $^1/_2$ Überlastung durch zwei Stunden und $^1{}_2$ Überlastung durch fünf Minuten aushalten. Am Kanonendeck ist ein zweiter Maschinenraum für zwei 75 *kW*, 230 *V* Dieselmotor-Gleichstrommaschinen als Reserve aufgestellt, eine Vierzylinder-, einfach wirkende Maschine, die mit einer Hilfsölwasserpumpe, beide mit elektrischem Antrieb, versehen ist. Die Stromverteilung erfolgt mit 2 Leitern, Gummikabeln mit Bleimantel und Stahlbandarmierung, sowohl als Hauptspeise- als auch als Verteilungskabel; nur einige wenige flexible Kabel und die Leitungen zu den Geschütztürmen sind Kuhloleitungen; es sind an 122 km Kabelleitungen verlegt. Neben den Hauptschalttafeln in jedem Maschinenraum sind zwei Hilfsschalttafeln, eine Tafel für die Dieseldynamos, eine für die Gleichstromumformer der Scheinwerfer vorgesehen, die alle untereinander verbunden sind, so daß Strom für die verschiedenen Maschinen von jeder Seite zur Verfügung steht. Durch Verriegelungsschalter wird es verhindert, daß die Maschinen verschiedener Räume parallel arbeiten.

Zur Beleuchtung dienen zirka 3000 Glühlampen, 35 *W*-Kohlen- und 32 *W*-Metallfadenlampen, mit festem Sockel, der mit einer Isolationsmasse isoliert ist. Die Lampen sind an 38 Speisekabeln angelegt. Außerdem sind 12 Scheinwerfer mit Motorsteuerung vorgesehen, die von einem 220 110 *V*-Gleichstromumformer, 70 *kW*, 1000 min. Touren, gespeist werden. Für verschiedene Antriebe sind Elektromotoren von zusammen 4000 *PS* eingestellt; bis 10 *PS* werden diese durch einen gewöhnlichen Anlasser, darüber durch einen Walzenkontroller geregelt, für 50 bis 150 *PS*-Motoren ist Schützensteuerung mit dynamischer Bremse vorgesehen.

Von besonderen Antrieben sind die nachfolgenden hervorzuheben: Nebst der Dampfsteuermaschine ist ein 150 *PS*-Compoundmotor für 400 bis 600 min. Touren mit Hüpfersteuerung für die Betätigung des Steuers vorgesehen. Der Kontroller enthält zwei Schaltwalzen, eine mit dem Steuertriebwerk verbundene für die Schützensteuerung und eine für die Endschaltung, durch ein Kettenrad mit dem Steuer in Verbindung. Durch ein Differentialgetriebe wird die Meisterschaltwalze auf Null gestellt, wenn das Steuerruder den vom Steuerrad eingestellten Winkel zurückgelegt hat. Durch die Endschaltwalze wird das Motorfeld bei 10° Abweichung des Steuers von der Mittellage verstärkt und bei 35° Abweichung wird der Motor unter mechanischer und dynamischer Bremsung stillgesetzt.

Zur Verdrehung der Geschütztürme und Einstellung der Geschütze dienen Motoren mit konstanter Tourenzahl, die mechanisch eingestellt werden. In den Türmen sind noch Ventilationsmotoren und Motoren für die Munitionsaufzüge vorgesehen; bei letzteren dient der elektrische Antrieb zur Unterstützung des hydraulischen. Die Motoren sind mit Schützensteuerung regelbar.

Neben der Dampfmaschine zum Anheben des Schiffsankers dient ein 100 *PS*-Motor für 475 Touren als Reserve; er hat Compoundwicklung und Wendepole und wird von zwei Stellen aus mittels Meisterschalter geregelt.

Endlich wären außer dem Röntgenraum und dem Kino noch kurz die Signaleinrichtungen zu erwähnen, die von zwei Zentralstellen aus betätigt werden. Ein Teil der Signale wird mit 220 *V* Gleichstrom betrieben, der den Sammelschienen entnommen wird; Schiffstelegraphen benötigen 120 *V* Wechselstrom, Glockensignale 15 *V* und Feueralarme 35 *V* Gleichstrom. Die Umformung aus 220 *V* Gleichstrom erfolgt in kleinen Motorgeneratoren, die jeweils doppelt vorhanden und mit ihren zugehörigen Schalttafeln verbunden sind.

Das Schlachtschiff ist mit einer Telefunkenstation für 1000 km Reichweite bei Tag und 2100 km bei Nacht ausgestattet, die aus einem 8 *kW*-Primärsatz 5 *kW* in die L-förmige Antenne abgibt. Ein 18 *PS*-Gleichstrommotor (220 *V*) treibt eine 8 *kW*-Wechselstrommaschine für 220 *V*, 500 ∼ mit 1500 Touren an; die Spannung wird auf 8000 *V* zur Speisung des primären Schwingungskreises mit einer 16teiligen Funkenstrecke erhöht. Es können Wellen von 600 und 2000 *m* gegeben werden.

Zum Antrieb des Kreiselkompasses mit 20 000 min. Touren dient ein zweipoliger Drehstrommotor, der Strom aus einem Motorgenerator entnimmt; der Generatorteil ist eine 16polige Wechselstrommaschine, die mit 2500 Touren läuft und 120 *V* bei 333 ∼ gibt. Die einzelnen Kreisel im Schiff werden durch Gleichstrommotoren für 140 *V* betätigt, die mittels eines Kommutators des Hauptkreisels synchronisiert werden.

(Proc. Am. Inst. El. Eng., Oktober 1914.)

Elektrische Apparate.

Elektrisches Schweißen von Drähten. C. E. Skinner und L. W. Chubb geben eine Methode des elektrischen Schweißens von Drähten, besonders Aluminiumdrähten an, unter Verwendung der Entladung eines elektrolytischen Kondensators. Dieser ist an eine Gleichstrommaschine über einen einstellbaren Widerstand angeschlossen; die Spannung der Dynamo ist durch einen Feldregler auf das geeignete Maß der Ladespannung einzustellen. Die Drahtenden werden in massiven Haltern befestigt, aus denen sie mit kurzem Ende vorstehen. Ein Halter steht fest und der andere fällt durch sein Eigengewicht auf den ersten. Durch den so hergestellten Kontakt entlädt sich der an die Drahtenden über eine Selbstinduktion angelegte Kondensator, der Entladestrom entwickelt an der Kontaktstelle der dünnen Drähte Joulesche Wärme, welche die Drahtenden zum Schmelzen bringt, so daß sie durch den Schlag ineinander verwachsen, bevor noch die oxydierende Luft zu ihnen kommen kann. Wenn der Stoß der Drahtenden abgeklungen ist, so ist auch die Entladung des Kondensators vorüber und die Drahtenden sind untereinander verschweißt. Die Autoren geben an, daß der ganze Schweißprozeß 12.10^{-4} Sekunden dauert und 12.10^{-4} *Wh* dabei verbraucht werden. Nicht nur Al-Drähte, sondern auch Drahtverbindungen von Cu und Al als Thermoelemente können so hergestellt werden; nach diesem Verfahren lassen sich Spitzen aus Pt oder Au an Drahtenden anschweißen.

(El. Rev. and West. Electr., 10. 10. 1914.)

Den Wirkungsgrad von elektrolytischen Gleichrichtern hat F. Schulze untersucht. Man unterscheidet dreierlei Verluste. Den Verlust durch die Mindestspannung, welche bei gegebener Betriebsspannung und gegebenem Elektrolyten einen bestimmten unveränderlichen Betrag hat, dann den Verlust im Ohmwiderstand des Elektrolyten und den durch die unvollkommene Undurchlässigkeit in der Sperrichtung bedingten; die beiden letzten Verluste lassen sich durch geeignete Konstruktion herabsetzen und so ein bestimmter geringster Verlust bezw. maximal möglichster Wirkungsgrad erzielen, der bei der Transformatorschaltung mit $\eta = \frac{e}{e + v_0}$ und bei der Grätzschen Schaltung mit $\eta = \frac{e}{e + 2v_0}$ bestimmt ist, wenn $e + v_0$ bezw. $e + 2v_0$ die Betriebsspannung und v_0 die Spannung ist, die der Strom beim Übergang aus einer Al-Elektrode in die Flüssigkeit verliert. Die Mindestspannung steigt mit wachsender Formierungsspannung erst langsam an, bei Verdünnung des Elektrolyten rasch an und nimmt mit wachsender Ionenkonzentration des Elektrolyten ab. Man soll also gesättigte Lösungen verwenden, solange es sich um niedrige Formierungsspannungen handelt. Die Mindestspannung ist vom Anion des Elektrolyten nur wenig, vom Kation stark abhängig. Das Maximum des Wirkungsgrades von 80 bis 85% liegt bei allen Elektrolyten bei einer Gleichstromspannung von 60 bis 80 *V* für die Transformatoren- und von 100 bis 150 *V* für die Grätzsche-Schaltung. Zwischen 80 und 100 *V* sind die Wirkungsgrade für beide Schaltungen gleich groß. Bei Spannungen von 5 bis 10 *V* ist der maximal möglichste Wirkungsgrad schlecht, im Mittel 40% bei Transformatorschaltung und 25% bei Grätzscher Schaltung. Die Ohmverluste sind 5% der Verluste durch Mindestspannung bei $NaHCO_3$-Elektrolyten und 32% bei saurem Natriumzitrat. Man soll die Gleichrichter leicht zerlegbar machen, so daß man die Al-Platten leicht herausnehmen, durch Abschmirgeln von ihrer Oxydschichte befreien und wieder einsetzen kann. Man wird dann bei Elektrolyten wie $NaNH_4HPO_4$, bei $NaHCO_3$ und saurem Natriumzitrat bei günstigen Spannungen auf 70 bis 80% Wirkungsgrad rechnen können, gute Kühlung der Al-Elektroden vorausgesetzt. (Archiv f. Elektr., 3. Band, Heft 1.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Messung der Empfangsstromstärke in funkentelegraphischen Empfängern mittels der Parallelohmmethode. A. Klages und O. Demmler haben Untersuchungen darüber angestellt, in welchen Grenzen die Annahme richtig ist, daß die Zahl der dem Telephon im Empfänger einer Empfangsstation beim Verschwinden des Tones parallelgelegten Ohm der empfangenen Leistung proportional ist. Als Sender diente die Funkenstation Schöneberg, als Empfänger das 3 km entfernte Telegraphen-Versuchsamt in Berlin. Es wurde mit 1300 m langen Wellen gesendet. Im Sender ist ein Erregerkreis mit Löschfunkenstrecke (mit 500 ∼ Wechselstrom gespeist), mit diesem ein Zwischenkreis fest gekoppelt, mit dem wieder die Antenne lose gekoppelt war. Die Sendeantenne war eine 40 m lange Käfigantenne. Im

Digitized by Google

Empfänger war mit der 100 m langen horizontalen Antenne (Kiebitz) der aperiodische Empfangskreis gekoppelt, der bei der Parallelohmmessung entweder einen Bleiglanzdetektor oder einen Tikker enthielt. Bei einer zweiten (objektiven) Versuchsweise bestimmte man den Ausschlag in einem zum Blockierungskondensator parallel gelegten Galvanometer. Es wurden Beobachtungen bei verschiedenen Zeichen nach gewissen Verabredungen gemacht. Stellt man die Beziehungen zwischen der Sendestromstärke in der Antenne (Ordinate) und den Parallelohm (Abszisse) auf, so erhält man Kurven, die sich asymptotisch der Abszissenachse nähern; dies gilt für Bleiglanzdetektoren und Tikker. Dehnt man die Untersuchung auf einen größeren Bereich aus, so zeigt sich, daß zwischen Empfangsstromstärke und Zahl der Parallelohm keine Proportionalität besteht. Aus den Galvanometerausschlägen konnte man den Beobachtungsfehler jeweilig ermessen. Diese Methode gibt also nur einen beiläufigen Anhaltspunkt über die Lautstärke.

Prof. Braun sucht die bei der Parallelohmmethode auftretenden Verhältnisse theoretisch zu ergründen, wobei er von der Voraussetzung ausgeht, daß bei den Krystalldetektoren die Wirkung auf einer thermoelektrischen Erscheinung beruht. Als Beweis dafür gilt ein Versuch, bei dem auf die keilförmige Schneide eines als Detektor dienenden Stückes Hartmanganerz ein Trevelyan-Wackler, 100 g schwer, aufgelegt wurde; bei 100.000 Frequenzen in der Sekunde der Ströme, die aus einem in Stoßerregung schwingenden Kreis induziert wurden, tönte das Instrument deutlich. Der Schneide wird also eine bestimmte Wärmemenge zugeführt, sie dehnt sich mit einer Geschwindigkeit aus, die der des Wacklers gleich ist; dieser trennt sich von der Unterlage, sobald deren Geschwindigkeit nachläßt. Geht ein Zug elektrischer Wellen durch die Kontaktstelle, so ist dort die ganze Joulesche Wärme lokalisiert. Von dieser Wärme $Q = \text{Konstante} \cdot i_0^2 \cdot \tau_1$ (wo i_0 die mittlere Stromstärke eines Zuges, τ_1 deren Dauer) geht ein Teil (λQ) konduktiv an die Umgebung über. Der Rest verwandelt sich 1. in Peltierwärme $\eta i \tau_2 \Theta$ (wo τ_2 Dauer des Vorganges im Detektorkreis, η thermoelektrische Kraft, Θ absolute Temperatur), 2. in Joulesche Wärme im Telephon und Widerstand und an der Kontaktstelle $i^2 r \cdot \tau_2$ (dabei ist r der Widerstand, der sich aus dem Telephonwiderstand t und dem Parallelohm p mit $r = \frac{tp}{p+t}$ ergibt) und 3. in mechanische Arbeit L für die Membranbewegung. Es gilt also

$$Q(1-\lambda) = \eta i \tau_2 \Theta + i^2 r \tau_2 + L.$$

Durch die Parallelschaltung wird der Strom im Telephon $i_1 = i \frac{p}{p+t}$. Wählt man p, bis der akustische Schwellenwert A erreicht ist, also i_1 prop. A, so ist $i = A \frac{p+t}{p}$. In obige Gleichung eingesetzt, ergibt sich eine Gleichung von der Form $i_0^2 = \frac{p+t}{p}(a + b t)$. Diese entspricht so ziemlich den Beobachtungen, was man aus der teilweisen Übereinstimmung der aufgenommenen, die Beziehungen zwischen der Ladespannung und den Parallelohm darstellenden Kurve mit der aus obiger Gleichung ermittelten, erkennt.

Prof. Braun gibt eine neue, empfindlichere Methode der Lautstärkenmessung an. Die vom Sender herrührenden, im Detektor aufgenommenen Gleichströme wirken verstärkt auf den Telephonkreis. Auf diesen wirkt nun eine akustisch auf nahezu den gleichen Ton eingestellte örtliche Sendequelle, die nur so lange geändert wird, bis langgezogene Schwebungen entstehen, die man leicht auf ein Verschwinden des Tones einstellen kann. (Jahrb. drahtl. Tel., Bd. 8, Heft 3.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Experimentelle Bestimmung der Frequenz und der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wanderwellen. H. Faßbender bestimmt die Geschwindigkeit der Fortpflanzung der in einem Kabel beim Einschalten desselben an eine Hochspannungsmaschine auftretenden Wanderwellen mittels des Wellenmessers. Das Kabel ist am anderen Ende offen. Dort entfernt man die Isolation genügend weit, um eine der Adern zu einem Kreis von 15 cm Durchmesser umbiegen zu können; mit dieser Windung ist das Kabel mit dem Wellenmesser gekoppelt In der offenen, als Luftleitung anzusehenden Windung ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit (v') größer als im Kabel (v); dadurch entsteht eine Phasenverschiebung und Amplitudenänderung. Nimmt man an $v' = 2v$ und die Länge der Windung gleich $^1/_{200}$ der Kabellänge, so macht der Fehler als Phasenverschiebung in Teilen der Schwingungen des Kabels nur $^1/_4{}^0$ aus, ist also vernachlässigbar. Jeder Punkt der Luftwindung hat genau die gleiche Frequenz, wie ein Punkt am Kabel. Diese Messung an einem $l = 86$ m langen Drehstromkabel für 15000 V von 50 mm² Kupferquerschnitt hat für die Frequenz der Wanderwelle $n = 4{\cdot}96.10^5$ pro Sek. ergeben. Daraus berechnet man die Fortpflanzungsgeschwindigkeit im Kabel mit $v = 4\,l.n = 1{\cdot}7 \times 10^{10}$. K. W. Wagner hat aus den experimentell bestimmten Werten von C und L eines solchen Kabels die Schwingungsdauer $T = \frac{1}{n} = 4\,l\sqrt{L.C}$ berechnet und $v = 1{\cdot}12 \times 10^{10}$ gefunden. Die Übereinstimmung ist eine gute und wird bei längeren Kabelstücken noch besser sein. (Archiv f. Elektr., Bd. 2, Heft 12.)

Strahlungslehre.

Über Methoden zur photographischen Spektralphotometrie der Röntgenstrahlen. W. Friedrich und P. P. Koch, München. Die Messung der Intensität der Röntgenstrahlen ist, von ihrer Bedeutung in der Medizin abgesehen, eine wichtige Angelegenheit der experimentellen, zur Stütze der Theorie berufenen Physik, insbesondere seit der Entdeckung der Beugung der Röntgenstrahlen an Kristallstrukturen durch Laue, Friedrich und Knipping. Die hiebei meist verwendete Methode ist die der Ionisierung, die einerseits keineswegs einfach und bequem ist und andererseits die Voraussetzung erfordert, daß die Ionisation proportional der Intensität gesetzt werden kann. Friedrich und Koch haben daher Versuche über die Anwendung der photographischen Spektralphotometrie auf die Messung der Röntgenstrahlenintensität unternommen und die Brauchbarkeit der Methode in dieser Richtung gezeigt. Man hat damit eine einfach zu handhabende Meßweise und vermag die bisher mit der Ionisierungsmethode erhaltenen Resultate auf einem unabhängigen Wege zu überprüfen. Es wurde für Röntgenstrahlen möglichst gut definierter Härte die Beziehung zwischen relativer Intensität und dadurch hervorgerufener Schwärzung festgestellt, wobei Schwärzungen, Expositionsdauern und Härten in jenen Grenzen gehalten wurden, die für die Probleme der Beugung an Kristallen in Betracht kommen. (Ann. d. Phys. Nr. 19, 1914.)

Wirtschaftliches.

Die Bedeutung der selbstkassierenden Elektrizitätszähler für die Elektrizitätswerke bespricht Direktor Gruber auf der 23. Versammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke. Von 207 Werken haben 64 Werke Automaten eingeführt, darunter 7500 der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, 2800 der Siemens-Schuckert-Werke, 9000 von Aron und 310 verschiedener anderer Systeme. Die Zähler haben, obzwar sie eine Reihe von Mängeln aufweisen, im großen und ganzen den Anforderungen entsprochen. Für die Verwaltung kommt der selbstkassierende Zähler jährlich um Mk. 1 teurer, nichtsdestoweniger scheint seine Verwendung wegen der sonstigen Vorzüge, insbesondere bei kleinen Abnehmern kommunaler Werke, gerechfertigt.

Nach den Erfahrungen des Autors über den Verbrauch von Wohnungen an elektrischer Energie ergeben sich folgende Werte:

Anzahl der Zimmer	Ermittelt an	Verbrauch in Kilowattstunden			Einnahmen in Mark		
		geringste	mittel	größte	geringste	mittel	größte
Zweizimmer-Wohnung	200	14	36·4	84	5·6	14·6	33·6
Dreizimmer-Wohnung	200	14	50	117	5·6	20	46·8
Vierzimmer-Wohnung	50	22	76·2	150	8·8	30 5	60
Fünfzimmer-Wohnung	11	37	94	184	14·8	37·8	73·6

Darauf stellt der Autor einen neuen Tarif auf, der sich aus einer Grundgebühr (Mk. 9 für zwei Zimmer, Mk. 12 für drei, Mk. 14 für vier und Mk. 16 für fünf Zimmer) und einer Gebühr von 20 Pfg für jede verbrauchte Kilowattstunde aufbaut, so daß im Durchschnitt der Preis von 40 Pfg. pro kWh resultiert, der jetzt besteht. Das kommt auf dasselbe heraus, als wenn man einen Doppeltarif aufstellen würde, der sich nach der Höhe des Verbrauches rechnet. Man rechnet bei einer Zweizimmer-Wohnung für die ersten 50 kWh je 40 Pfg., bei drei Zimmern für die ersten 60 kWh, bei einer Wohnung mit vier Zimmern für die ersten 70 kWh und bei fünf Zimmern für die ersten 80 kWh je 40 Pfg., für jede weitere Kilowattstunde werden 20 Pfg. berechnet. Der Automat registriert nach wie vor 40 Pfg. pro kWh. Hat also eine Wohnung 117 kWh verbraucht, so muß sie nach dem früheren Tarif Mk. 46·8 an Stromkosten bezahlen. Nach dem neuen Tarif sind für 60 kWh (Dreizimmer-Wohnung) je 40 Pfg., also Mk. 24 und für 57 kWh je 20 Pfg., also Mk. 11·40, zusammen Mk. 35·40, zu zahlen; es wurden also Mk. 11·40 erspart. Der Betrag wird in den Räumen der Verwaltung zurückgegeben, wo der Konsument Gelegenheit hat, elektrische Heiz- und Kochapparate dafür einzukaufen. (Mitt. Verein. Elektr.-W., Nr. 155.)

Digitized by Google

Chronik.

Internationaler Elektrotechnischer Kongreß. Wir erhalten vom Schatzsekretär des Kongresses Preston S. Millar die folgende Zuschrift:

„Infolge des Krieges ist die Abhaltung des Internationalen Elektrotechnischen Kongresses im Jahre 1915 undurchführbar geworden. Da die Tätigkeit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission gegenwärtig unterbunden ist und es daher nicht möglich erschien, von dieser Vereinigung zu irgendwelchen Abänderungen in den gefaßten Plänen autorisiert zu werden, so hat das Direktorium des American Institute of Electrical Engineers auf Anraten des Exekutivkomitees des Kongresses beschlossen, den Kongreß auf eine Zeit zu verschieben, die es ermöglicht, in den Vereinigten Staaten von Amerika einen Internationalen Elektrotechnischen Kongreß abzuhalten. Gleichzeitig drückt das Direktorium allen für die Mitwirkung, welche ihm nicht nur in der Arbeit der Kongreßorganisation, sondern auch in der Vorlage von Vorträgen bereits zuteil wurde, seinen Dank und seine Anerkennung aus".

Was den Internationalen Ingenieur-Kongreß anlangt, so soll nach einer uns jüngst zugekommenen Zuschrift an der Abhaltung desselben vom 20. bis 25. September 1915, ebenfalls in San Francisco, festgehalten werden, da von den 290 angekündigten Vorträgen 220 entweder definitiv zugesagt oder anderweitig sichergestellt sind.

Literatur-Bericht.

Die Technik im XX. Jahrhundert. Unter Mitwirkung hervorragender Vertreter der technischen Wissenschaften, herausgegeben von Geh. Regierungsrat Dr. A. Miethe, Professor an der königl. Technischen Hochschule zu Berlin. Dritter Band. Die Gewinnung des technischen Kraftbedarfes und der elektrischen Energie. 4°. X und 432 S. Braunschweig 1912. Verlag von George Westermann. Preis in Leinwand gebunden Mk. 15.

Der vorliegende Band der „Technik im XX. Jahrhundert" geht wie seine Vorgänger sofort in medias res ein. Es ist das einer der Hauptvorzüge dieses Werkes, daß es die historische Entwicklung der technischen Errungenschaften beiseite läßt und nur den letzten Stand der Praxis in allgemeinverständlicher Form und an Hand eines vorzüglichen Illustrationsmateriales schildert.

In diesem Band findet sich die Gewinnung des technischen Kraftbedarfes und der elektrischen Energie sowie ein Abriß über die chemische Industrie vor und man kann sagen, daß jeder Gebildete, der eben nicht Fachmann auf dem Gebiete des behandelten Themas ist, reichlich auf seine Kosten kommen wird, wenn er Aufklärung sucht. Auf etwas mehr als 100 Seiten findet sich vor allem eine äußerst klare Auseinandersetzung der physikalisch-mechanischen und kalorischen Grundlagen. Prof. Gramberg hat diese Einleitung in die unmittelbar folgende Maschinenkunde geschrieben und die mehr oder minder theoretischen Auseinandersetzungen an praktischen Beispielen erläutert. Den Erörterungen, betreffend die mechanischen Energien in all ihren verschiedenen Formen, folgt die Beschreibung der Umsetzung von Wärme in Arbeit und die Diskutierung des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie sowie die praktische Verwertung der aus ihm folgenden Konsequenzen. Dieselbe ist an den verschiedensten Typen neuzeitlicher Wärmekraftmaschinen, wie zum Beispiel den Dampfturbinen, den Gaskraftmaschinen, Dieselmotoren usw. verständlich gemacht. Die Darstellung ist so lebendig, daß wohl jede Berufsklasse auch den beigefügten Diagrammen, Interesse abgewinnen dürfte.

Das folgende, von Prof. Körner behandelte Kapitel, könnte als eine Enzyklopädie des Dampfkessel- und Dampfmaschinenbaues bezeichnet werden, bei der jede rechnerische Verfolgung des behandelten Gegenstandes vermieden ist, wie es ja auch dem Zwecke entspricht, welchen das Werk verfolgt. Die verschiedenen Kesseltypen, deren Elemente, die Rostbeschickung, die Armaturen, die Wasserreinigung des Speisewassers und ein Musterplan eines modernen Kesselhauses sind in schematischen Darstellungen vorhanden und erklärt. Was die gleichfalls schematischen Figuren der folgenden Kolbendampfmaschinen und Wärmekraftmaschinen (Dampfturbine, Verpuffungsmaschinen usw.) anbelangt, so können sie als mustergültig auch für Fachwerke strengerer Art bezeichnet werden. Bei solcher Ausgestaltung ist nur das zu befürchten, daß wegen der populären, unmöglich in die feinsten Details eingehen könnenden Erklärung, der Nichtfachmann durch solche Fülle und Gedrängtheit des in dem Bilde Gebotenen den Überblick verliert und nicht mehr folgen kann.

Nach der Darstellung der Wärmekraftmaschinen sind von Ing. Scheuer die Wasser- und Windkraftanlagen besprochen. Natürlich auch nur jene, die gegenwärtig in Verwendung stehen, wie zum Beispiel die Francisturbinen und die Peltonräder. Die Windräder sind mit einigen Worten abgetan. Eine oder die andere anschauliche Figur hätte hier Aufnahme finden können. Ein hübsches Kapitel ist jenes mit der Zusammenstellung über die wirtschaftlichen Grundlagen der Wasserkraftausnutzung.

Das von K. Simons bearbeitete Gebiet der Starkstromtechnik zeigt ein eifriges Bestreben, für jeglichen Interessenten etwas zu bringen. Die Einleitung bespricht das Meßwesen, wobei das Hauptgewicht auf die im praktischen Gebrauch befindlichen verschiedenen modernen Elektrizitätszählertypen, Motorzähler, Pendelzähler, elektrolytische Zähler („Stia-Z") gelegt wurde. Leider sind bei letzterem Instrument nur seine Vorteile, nicht aber auch seine Nachteile angegeben, so daß ein recht einseitiges Urteil über dasselbe hervorgerufen werden dürfte.

Einen entsprechend breiten Raum nehmen hierauf die elektrischen Maschinen und Motoren (für Gleich- und Wechselstrom) ein, die die direkten Erzeuger und Übertrager des technischen Kraftbedarfes, der elektrischen Energie sind. Auch hier kann die Darstellung als nachahmungswert für Werke ähnlicher Art gelten. Es ist ja doch, wie die Erfahrung immer lehrt, gerade das Verständnis der elektrischen Vorgänge für die Allgemeinheit ziemlich schwierig. Hier ist es in möglichst leicht einleuchtender, jede Sprödigkeit sorgfältig vermeidender Form gegeben und wenn sie vielleicht öfters der Gedanke aufdrängt, daß an dieser oder jener Stelle etwas mehr gebracht hätte werden sollen, eine Tatsache in exakterer Weise hätte ausgedrückt werden können, so muß doch bei reiflicher Überlegung später zugestanden werden, daß, um die Sache nicht zu komplizieren, eigentlich doch sorgfältig und mit Festhaltung des sich gestellten Programmes der einfachste Weg gesucht wurde. In Anbetracht dieser Erkenntnis muß manche Kritik schweigen. Auch in diesem Kapitel ist eine sorgfältige Auswahl des Illustrationsmateriales getroffen, so daß das genaue Betrachten der Bilder, oft noch mehr sagt, als im Texte allein enthalten ist. Sehr nett durchgearbeitet ist das Kapitel über Regelung und Verteilung der elektrischen Energie, welches jedem zur Lektüre wohl anzuraten wäre, der die Absicht hat, eine Exkursion in eine der modernen elektrischen Kraftzentralen zu machen.

So prächtig der bisnun beschriebene Teil des Werkes ist, so wenig befriedigt das letzte Kapitel, welches die elektrochemische Industrie behandelt. Es ist eine vom Referenten an anderer Stelle, bei Besprechung des ersten Bandes der „Technik im XX. Jahrundert" bereits erwähnte bedauerliche Tatsache, daß die Schlußkapitel sowohl in diesem als auch hier abermals im 3. Band, recht stiefmütterlich behandelt werden. Mag es ein gewisser Umfang jedes Bandes sein, der nicht überschritten werden soll, mag es im Wesen des am Schluß behandelten Gegenstandes gelegen sein, daß er zweifellos nur als Appendix minderer Wichtigkeit betrachtet wird, Tatsache ist es, daß sich sowohl im Texte eine außerordentliche Flüchtigkeit, eine oft gar nichts sagende summarische Abfertigung zeigt, als auch, daß ein minderwertiges Figurenmateriale anzutreffen ist, das grell gegen die vorher besprochenen Kapitel absticht. Man sehe sich nur zum Beispiel den Text des Abschnittes 4. „Elektrolytische Gewinnung von Sauerstoff und Wasserstoff", dann die Figuren: Abbildung 1. „Aluminiumofen", Abbildung 7. „Profilanode zur Verzinkung von T-Eisen", Abbildung 14. „Block-Karbidofen" u. a. m. an und vergleiche sie mit jenen der vorhergehenden Abschnitte des Werkes, um ohne weiteres die gemachten Ausstellungen als richtig zu erkennen. Über die Erzeugung des Luftsalpeters findet sich — obwohl diese doch zweifellos hieher gehört — gerade nur die Bemerkung vor, daß uns das 20. Jahrhundert „mit vielverheißenden Gaben: „Verwertung des Luftstickstoffs" usw. beschenkt hat. Eine, wenn auch nur kurze Besprechung der Birkelandschen Scheibe und des mit Verwendung derselben konstruierten Ofens sowie des Ofens der Badischen Anilin- und Sodafabrik, wäre wohl am Platz gewesen.

Zusammenfassend kann nun über den vorliegenden 3. Band der „Technik im 20. Jahrhundert" gesagt werden, daß er in seinem allergrößten Teil dem gestellten Ziel sehr gut entspricht, in mancher Beziehung sogar vorbildlich wirken kann, daß das Schlußkapitel jedoch in peinlicher Weise von der Art der Bearbeitung der übrigen Teile des Werkes absticht. *Ing. Rudolf F. Pozděna.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Schalter und Schalteinrichtungen.

Bei der elektromagnetisch gesteuerten Auslösevorrichtung der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin findet neben der bekannten Verschiebung eines Magnetpoles oder Ankers in Richtung des Kraftlinienweges eine Verschiebung senkrecht dazu statt; dadurch erfolgt eine Veränderung des Luftweges und gleichzeitig eine Veränderung des wirksamen Hebelarmes. Der Anker *b* des Überstromrelais (Fig. 1) ist durch die Achse *c* auf zwei Lagerböcken *d* beweglich gelagert. *g* ist der Relaiskern, *h* die Wicklung, j^1 j^2 ihre Endklemmen. An die Klemmen k^1 k^2 sind die Enden der Leitung angeschlossen, die das Relais überwacht. *k* ist durch eine biegsame Leitung mit der Zunge *l* verbunden, die isoliert auf der Achse *c* befestigt ist. Der Anker bewegt sich innerhalb des Ausschnittes *m* und die Feder *o* zieht den Anker vom Kern *g* ab. Fließt durch *h* Strom, der einen bestimmten Wert übersteigt, so wird *b* angezogen, *l* legt sich gegen

Digitized by Google

einen mit k^2 verbundenen Kontakt und verbindet dadurch k^1 mit k^2. r ist ein Pol aus magnetischem Material, welcher durch eine schräg gelagerte Spindel g in der Richtung des Ankers verschoben werden kann.

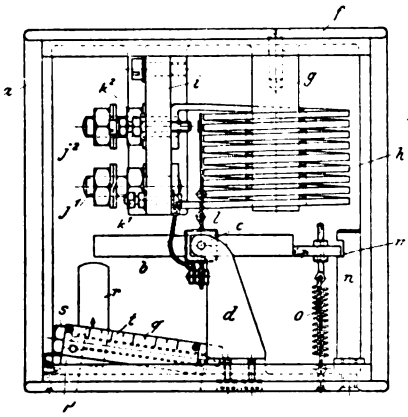


Fig. 1.

Mit der Verschiebung von r gegen c entfernt sich r von b, so daß der Luftspalt zwischen beiden vergrößert wird; die Stellung von r kann am Maßstab t abgelesen werden. Der magnetische Kreis g, Luftspalt, b, Luftspalt, r, Rahmen a f und wieder g wird durch die Änderung des Luftspaltes zwischen b und r geändert. Zugleich damit wird auch der Hebelarm des Ankers b, an dem der Pol r angreift, geändert. Durch beide Änderungen wird die Auslösung für einen die Spule h durchfließenden Strom bestimmter Größe eingestellt. (D. R. P. Nr. 276 356.)

Eine Erfindung der Aktiengesellschaft Brown Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) betrifft ein Maximal-Zeitrelais, bei dem der Antrieb des Zeitwerkes durch einen Elektromotor erfolgt. In Fig. 2 bedeutet a den Relaismagneten mit seiner Wicklung b. In seinen Eisenkreis ist der aus einer Metalltrommel bestehende Motoranker c eingeschaltet, der sich infolge der Wicklung von Schirmpolen dreht. Um die feste Achse d ist der Auslösehebel e drehbar; an diesem ist das eine Ende g des Schlußstückes f mittels seiner Drehachse h befestigt, welches mittels der Feder i nach oben gezogen wird. An seinem anderen Ende k trägt f den getriebenen Teil des Zeitwerkes, bestehend aus der auf einem Teil ihres Umfanges mit Zähnen versehenen Scheibe l, welche ferner an ihrem Umfang die Nase m trägt. Diese Scheibe l wird bei Überstrom mit dem Vorgelege n des Zeitwerkmotors c gekuppelt. Nach ihrer Drehung um einen gewissen Winkel trifft die Nase m der Scheibe l auf den Sperrhebel o, der an der Scheibe l anliegt, und löst seine Verklinkung mit der Nase q des Auslösehebels e. Bei Überstrom zieht der Magnet a die Seite k des Schlußstückes f gegen die Kraft der Feder i an; dasselbe dreht sich um den Punkt h. Dadurch wird einmal der Zahnkranz der Scheibe l mit dem Vorgelege n des Motors c in Eingriff gebracht und ferner wird die Blattfeder r, welche bis dahin den Rotor c an der Drehung verhindert hatte, abgehoben. Sofort beginnt der Rotor c sich zu drehen und die Scheibe l in der Pfeilrichtung gegen die Kraft der Feder s anzutreiben. Nach einigen Sekunden stößt dann die Nase m gegen den Sperrhebel o, drückt ihn in die Höhe, so daß die Verklinkung bei q gelöst wird, und sofort zieht der Magnet a jetzt das andere Ende g des Schlußstückes f an und nimmt dabei den Auslösehebel e mit, welcher sich um d dreht. Gleich nach erfolgtem Anziehen des Schlußstückes ist die Kupplung zwischen l und n gelöst worden, so daß l von der Feder s rasch in ihre Anfangslage, das heißt bis zum Anschlag des Stiftes t an das Schlußstück f zurückgeführt wurde. Auch f bleibt nur einen kurzen Augenblick in der geschlossenen Stellung, da mit der Auslösung des Hauptschalters die Wicklung b stromlos wird und der Relaismagnet sein Schlußstück losläßt, so daß es in die Ausgangslage zurückkehrt. Bei Kurzschluß wird das Zeitwerk in der Weise umgangen, daß infolge der gesteigerten Zugkraft des Magneten a das Schlußstück f auf beiden Seiten k und g angezogen werden kann, ohne daß die Verklinkung q gelöst wird. (D. R. P. Nr. 276 079.)

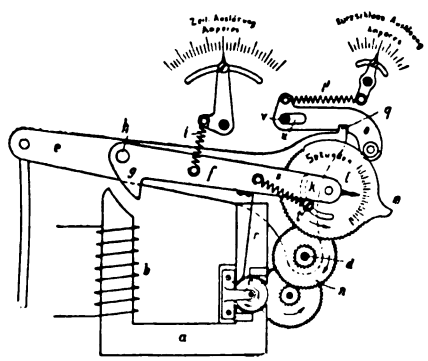


Fig. 2.

Von Tirso de Olazabel y Eulate in St. Jean de Luz (Frankreich) rührt ein auf die Wärmewirkung des elektrischen Stromes ansprechender Strombegrenzer her. Der Apparat (Fig. 3) besteht aus zwei Halbgehäusen a und b aus Metall, die mit einander verschweißt oder verlötet und durch ein Diaphragma oder eine Membran c getrennt sind und so zwei vollständig abgeschlossene Kammern d und e bilden. In d ist ein Heizwiderstand g angeordnet, dessen eines Ende an einem Kontakt h angeschlossen ist, welcher von einer Platte i getragen wird. Gegen h wird der von der Membran c getragene Kontakt gedrückt. Das andere Ende von g ist an eine hohle Schraube k angeschlossen, die als Klemmschraube ausgebildet ist; sie tritt durch die Wand der oberen Kammer d nach außen und ist sorgfältig abgedichtet. Auch c ist Isoliermasse und l ist eine mit Isoliermasse gefüllte ringförmige Kapsel. b trägt auch eine hohle, aufgelötete Klemmschraube o. Die beiden Kammern werden luftleer gemacht und mit Gas gefüllt, und zwar unter vorher für die beiden Kammern bestimmten verschiedenen Drücken. Die Gaszufuhr erfolgt durch die hohlen Klemmen k und o, die nach der Füllung verstopft werden. Durch den Gasüberdruck erfolgt die Anpressung des Membrankontaktes an den Widerstandskontakt, solange der Maximalstrom nicht erreicht ist. Die Zu- und Ableitung des Stromes erfolgt durch die Klemmschrauben K, o. Steigt der Strom über eine bestimmte Größe, dann erhöht die im Widerstandsgehäuse a erzeugte Wärme die Spannung des in diesem Gehäuse befindlichen Gases, bis diese Spannung größer als der Gegendruck der Membran wird und dadurch die Membran mit ihrem Kontakt vom ruhenden Kontakt abdrückt. Dadurch ist die Stromleitung unterbrochen. Hierauf tritt Abkühlung und Druckverminderung ein, die Membran führt die Kontakte wieder zusammen und das Spiel beginnt von neuem. (D. R. P. Nr. 276 819.)

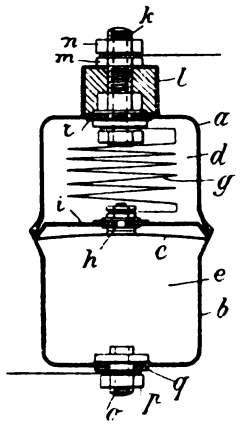


Fig. 3.

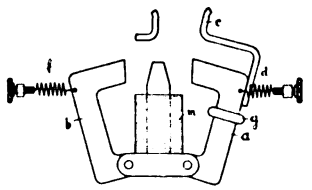


Fig. 4.

Eine Erfindung der Ganzschen ElektricitätsAkt.-Ges. in Budapest betrifft ein Relais, welches den beherrschten Stromkreis nach Eintritt von Stromstößen erst bei Rückkehr der Stromstärke auf einen bestimmten Normalwert schließt. In Fig. 4 bedeutet m den Elektromagnet des Relais, a den den Schalter beherrschenden Hauptanker und b den Hilfsanker. Beide Anker stehen unter der Gegenkraft je einer regelbaren Feder d bezw. f, welche derart eingestellt sind, daß die Gegenkraft der Feder f stärker als die der Feder d ist, so daß bei einer bestimmten minimalen Stromstärke, bei der der Magnet m den Anker a noch festzuhalten vermag, der Anker b durch die Feder f bereits abgerissen wird. Die Ansprechgeschwindigkeit der beiden Anker ist derart abgestuft, daß der Anker a mit Bezug auf den Anker b verzögert wird. Gemäß Fig. 4 ist die Verzögerung des Ankers a durch einen auf diesen aufgesetzten Dämpferring g bewirkt. Wenn der den Relaismagneten m erregende Strom plötzlich anwächst, so wird der rascher ansprechende, keine Schaltung bewirkende Anker b trotz der stärkeren Feder f angezogen. Sobald der Anker b angezogen, schließt er den magnetischen Kraftschluß des Relaismagneten m kurz, so daß der Anker a nicht mehr angezogen werden kann. Sinkt jedoch die Stromstärke bis zu dem Werte, bei dem die Gegenkraft der Feder f die auf den Anker b wirkende Anziehungskraft überwiegt, so wird der Anker b abgerissen, so daß nunmehr der Anker a angezogen werden kann und der Schalter c geschlossen wird. Durch geeignete Abmessungen der beiden Querschnitte b und a kann erreicht werden, daß, wenn die Stromstärke nachträglich über einen bestimmten Wert anwächst, der Anker b abermals angezogen wird. Der hiedurch geschaffene Nebenschluß des magnetischen Kraftschlusses bewirkt nun wieder ein Abfallen des Ankers a und ein Öffnen des Schalters c. (D. R. P. Nr. 275 302.)

Bei Anlagen nach dem Doppelsammelschienensystem, wie sie besonders für größere Hochspannungsanlagen üblich sind, pflegt zwischen den beiden ein sogenannter Kupplungsschalter angeordnet zu sein, der zum Beispiel dazu benutzt wird, um die an ein System angeschlossenen Energieerzeuger oder Verbraucher ohne Betriebsstörung auf das andere System zu übernehmen, während der überwiegenden Zeit des Betriebes aber unbenutzt ist. Eine Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin bezweckt, diesen Schalter nach Belieben als Ersatzschalter für jeden der an die Sammelschienen angeschlossenen betriebsmäßigen Schalter benutzen zu können und dadurch eine Vereinfachung und Verbilligung der Schaltanlage zu erzielen. s_1 und s_2 (Fig. 5) sind die beiden Sammelschienensysteme, die durch den Kupplungsschalter k verbunden sind. l_1 bis l_3 sind die Abzweige, die durch die Trennschalter a_1 bis a_3, b_1 bis b_3 auf die beiden Schienensysteme s_1, s_2 umschaltbar sind. In Leitung l_1 ist der Ölschalter d_1 durch die Trennschalter e_1 und c_1 abgetrennt. Muß wegen einer Störung im Ölschalter d_1 dieser entfernt werden, so ist der Betrieb gestört. Deshalb sind, wie bei den Leitungen l_2, l_3 gezeigt, Um-

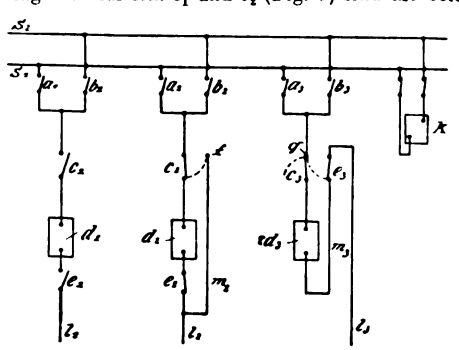


Fig. 5.

Digitized by Google

gehungsleitungen m_1, m_2 angebracht, die mit Hilfe besonderer oder der ohnehin vorhandenen Trennschalter an Stelle der Ölschalter eingeschaltet werden können. Ist zum Beispiel d_2 beschädigt, dann ist es möglich, nach Öffnen von e_2 und Umlegen von c_2 auf f den Schalter d_2 wegzunehmen. Den Betrieb kann man dann, wenn im übrigen die Belastung auf s_1 liegt, über l_2, m_2, c_2, b_2, s_2, k zu s_1 führen, so daß also k für den ausgefallenen Schalter d_2 vollkommen eingetreten ist. In derselben Weise läßt sich k auch zum Ersatze von d_3 verwenden, wobei e_3 in den nach Ausschalten von c_3 frei gewordenen Kontakt g eingreift.

(D. R. P. Nr. 273 751.)

Eine Erfindung von Karl von Dreger in Budapest betrifft das Auffindbarmachen von Schaltern oder dgl. durch Anordnung kleiner, elektrischer Glühlampen. In Fig. 6 ist 1 die Hauptlampe, 2 der zu beleuchtende Schalter und 3 die kleine Glühlampe, welche den Schalter beleuchtet. Diese Lampe ist in ihrer Fassung federnd gelagert, um in den Ausschnitt 5 des Schaltergehäuses gepreßt zu werden, und erhält den Strom aus dem kleinen Transformator 6. Die Stromzuleitung vom Netz zum Transformator 6 ist mit 7 und die zur Lampe 3 gehende Sekundärleitung des letzteren ist mit 8 bezeichnet. a ist das Netz, b die Leitung zu den Hauptlampen, c ist die Primär- und d die Sekundärwicklung des Transformators. Bei geöffnetem Schalter 2 durchfließt der Netzstrom die Primärwicklung c und induziert in d einen die Nebenlampe 3 speisenden Strom. Wird 2 beim Anzünden der Lampen 1 geschlossen, so geht der Strom durch den Schalter, der Transformator 6 wird kurzgeschlossen und die kleine Lampe 3 erlischt. Bei Verwendung von Gleichstrom dient zum Speisen des Transformators der mittels eines Induktors in Wechselstrom umgewandelte Gleichstrom.

(D. R. P. Nr. 275 535.)

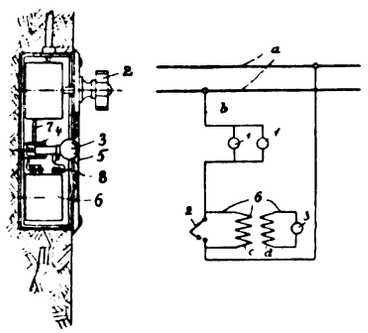


Fig. 6.

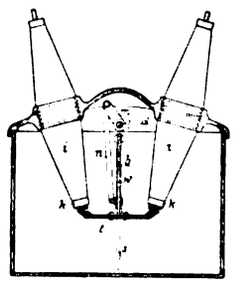


Fig. 7.

Bei einem Hochspannungsschalter der Österreichischen Brown Boveri-Werke A.-G. in Wien mit zweifacher Unterbrechung pro Pol ist die Stromschlußtraverse t (Fig. 7) am unteren Ende einer vertikal geführten Wand w aus isolierendem und gleichzeitig ölfestem Material befestigt, welche sich beim Ausschalten zwischen die beiden festen Schalterkontakte k schiebt und dadurch das Überspringen eines Funkens unter Öl verhindert. Die Kontakte k sitzen an den Enden zweier Durchführungsisolatoren i. Das Aus- und Einschalten erfolgt von der Schaltwelle l aus, mit Hilfe des Kurbelgetriebes m, n.

(Ö. P. Nr. 67 293.)

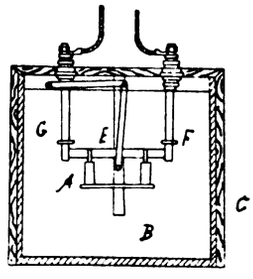
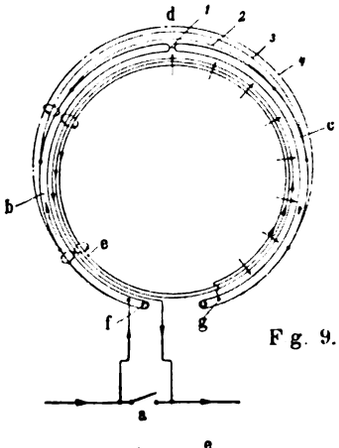


Fig. 8.



Fg. 9.

Bei Ölschaltern die im Freien verwendet werden, besteht die Gefahr, daß, wenn die Lufttemperatur den Erstarrungspunkt des Öles unterschreitet, dieses erstarrt. Dies wird gemäß einer Erfindung von Dr. I. Epstein in Frankfurt a. M. in folgender Weise vermieden. Der Ölkasten wird nur in seinem oberen Teile von einer Isolationshülle C (Fig. 8) umgeben, während der Boden von Isolation frei bleibt. Der Wärmeaustausch geschieht jetzt in erster Linie durch den Boden. Bei steigender Außentemperatur wird Konvektion durch Auftrieb der erwärmten Flüssigkeitsteilchen eintreten und hiedurch eine kräftige Wärmezufuhr nach oben ermöglicht, während bei sinkender Außentemperatur eine Konvektion nicht eintritt und der Wärmeaustritt sich auf den geringen Betrag einschränkt, der der reinen Leitung entspricht. Durch diese Anordnung kann das Eintreten der gefährdenden Temperatur in dem durch die Schaltorgane E F G bestrichenen Raum

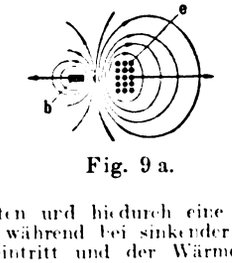


Fig. 9a.

hintangehalten werden, wobei es nichts schadet, wenn in den darunterliegenden Teilen ein Erstarren eintritt.

(D. R. P. Nr. 270 330.)

Die Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) baut einen Blaselektromagnet für die Abreißelektroden elektrischer Schalter, bei dem sich die abstoßende Wirkung der Blasspule mit der Verlängerung des Lichtbogens verstärkt. In Fig. 9 ist a der bereits geöffnete Hauptschalter. Der Strom fließt nun durch die gegeneinander beweglichen Funkenzieher b und c, deren Abreißstelle bei d liegt, und schließlich — in entgegengesetzter Richtung — durch die Blasspule e. Werden nun die Elektroden b und c bei d auseinandergezogen, so bildet sich zunächst der Funke 1. An zwei Stellen auf der linken Seite der Figur ist der Verlauf der von der Spule e erzeugten magnetischen Kraftlinien durch je eine gestrichelte Linie angedeutet, ebenso — unten links — der Verlauf einer von dem Strom in b erzeugten Kraftlinie. Das Kraftlinienbild ist aus der Fig. 9a noch deutlicher zu erkennen. Daraus geht hervor, daß die Spule e und die Elektroden b und c mechanische Kräfte in der Richtung der in Fig. 9a stark ausgezogenen Pfeile auf einander ausüben; das Feld der Spule e übt auf den sie umgebenden Leiter eine abstoßende Kraft aus, wie sie durch die radialen Pfeile in der rechten Hälfte von Fig. 9 dargestellt ist. Besteht nun der Leiter aus Luft, wie der an der Stelle d entstandene Lichtbogen 1, so kann er den auf ihn wirkenden Radialkräften nachgeben. Diese blasen ihn sozusagen von dem festen Leiter b und c weg, wobei er immer mehr Kraftlinien zu umfassen sucht, und zwar in der durch die strichpunktierten Linien angedeuteten Weise. Seine Ansatzstellen rücken von d aus, die Stellungen 1 bis 4 durchlaufend, abwärts auf den Elektrodenhörnern b und c entlang nach deren Drehpunkten f und g hin. Die Elektroden müssen so lang sein, daß der Lichtbogen abreißt, bevor seine Ansatzstellen die Drehpunkte f und g erreicht haben.

(D. R. P. Nr. 269 613.)

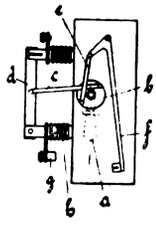


Fig. 10.

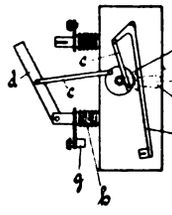


Fig. 10a.

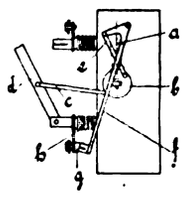


Fig. 10b.

Von der Voigt & Haeffner A.-G. in Frankfurt a. M. rührt ein Trennschalter mit besonderen Erdungskontaktmessern her. a (Fig. 10) ist ein Handgriff, der eine Scheibe b dreht. Auf dieser greift die Betätigungsstange c des Trennschaltermessers d und um 180° versetzt die Betätigungsstange e des Erdungsmessers f an. g ist der Erdungskontakt an dem Drehpunktsisolator h des Trennschalters. Die Fig. 10 zeigt die Stellung bei eingeschaltetem Trennschalter. Soll ausgeschaltet werden, dann wird Handhebel a entgegen dem Drehungssinn des Uhrzeigers um 90° gedreht. Hiebei nimmt er mittels b und c das Trennschaltermesser d mit, so daß letzteres ausschaltet. e hat sich zwar mitbewegt, aber f hat seine Stellung behalten. Es ist dann die Stellung Fig. 10a erreicht. Soll geerdet werden, dann wird a in demselben Sinne um weitere 90° gedreht. Bei Beendigung dieser Bewegung hat das Trennschaltermesser d seine Lage nicht geändert; dagegen ist das Erdungsmesser f durch die Betätigungsstange e mitbewegt worden und hat durch Einschlagen in die Kontakte g geerdet (siehe Fig. 10b). Der Anschluß der Zuleitung erfolgt bei h und die Leitung geht am oberen Kontakt des Trennschalters wieder ab.

(D. R. P. Nr. 268 869.)

Die A. B. Carter & Co. G. m. b. H. in Berlin baut einen Quecksilberschalter gemäß Fig. 14 für Blinkschalter. 1 ist ein Hohlkörper aus Eisen mit einem Schlauchstutzen 2. 3 ist ein Körper aus Fiber, 4 ein Eisenrohr, 5 ein Deckel, der bei 6 eine zu verschraubende Öffnung hat. Das Gefäß 7 ist durch einen Gummischlauch 8 mit einem zweiten Gefäß 9, das vollständig aus Eisen hergestellt ist, verbunden. An dem Deckel 10 ist ein Eisenkern 12 befestigt. 7 ist an 13 fest angeordnet, 9 hängt mit 12 an einer Feder. 12 steht unter dem Einfluß der Spule 15, und betriebsmäßig erfolgt eine Auf- und Abwärtsbewegung des Kernes gemeinsam mit dem Gefäß 9, die nach oben und unten durch die Anschläge 16 und 17 begrenzt ist. 7 und 9 sind kommunizierende Röhren, wenn die Öffnungen 6 und 11 nicht geschlossen sind. Durch Heben und Senken von 9 kann man den Quecksilberspiegel in 7 zum Steigen und Fallen bringen. Steht das Quecksilber in 7 so hoch, daß 3 überdeckt wird, so fließt es in die Rille 18 und ein Teil davon bleibt zurück, wenn der Quecksilberspiegel in 7 sinkt. Wenn 9 auf 17 liegt, dann besteht zwischen dem Quecksilber in 18 bezw. Rohr 4 und dem Behälter keine leitende Verbindung. Stößt 9 an 16, dann steigt das Quecksilber in 7 und zwischen 1 und 4 entsteht eine leitende Verbindung. Sinkt 9 auf 17, dann erfolgt eine Stromunterbrechung. Die Verschraubungen der Öffnungen 6 und 11 müssen, wie schon bemerkt, beim Betrieb entfernt sein. Das selbsttätige Eintreten des Stromes in die Spule 15 zum Zwecke des Anhebens von 12 und 9 sowie das darauffolgende Stromloswerden der Spule 15, wodurch das Sinken von 12 und 9 bewirkt wird, ist aus den Schaltungen in der Fig. 11 leicht verständlich.

(D. R. P. Nr. 278 652.)

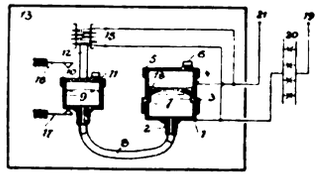


Fig. 11.

Schluß der Redaktion am 15. Dezember 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien
und
Organ dessen Zweigvereines in Brünn.

Erscheint jeden Sonntag. Chefredakteur: J. SEIDENER.

Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Vereinsleitung sowie Redaktion, Administration und Expedition der Zeitschrift Wien, VI. Theobaldgasse 12.
K. k. Postsparkassen-Scheck-Konto Nr. 804.425.
Telephone: Redaktion: Nr. 2403; Administration: Nr. 507.

Mitglieder des Vereines erhalten die Zeitschrift unentgeltlich.
Der Jahresbeitrag beträgt: *a)* für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen K 24; *b)* für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich, Ungarn oder Bosnien-Herzegowina wohnen K 15; *c)* für außerordentliche Mitglieder K 10; *d)* für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15; *e)* für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Frcs. 20.
Die einmalige Eintrittsgebühr beträgt für alle Mitglieder 4 K.

Abonnements: Die Zeitschrift kann auch von Nichtmitgliedern im Abonnement bezogen werden. Bezugspreise: Für Österreich-Ungarn jährlich K 16, bei direkter Bestellung oder durch die Post. — Für Deutschland jährlich Mk. 16 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Mk. 18. — Für das übrige Ausland Frcs. 20 bei den Postämtern. Bei direkter Bestellung Frcs. 25. — Abonnements nehmen entgegen die Administration: Wien, VI. Theobaldgasse 12, und die Postämter im In- und Auslande. Die Bezugspreise sind im vorhinein zu entrichten.
Durch den Buchhandel zu beziehen von Rudolf Lechner & Sohn, Verlags- und Kommissionsbuchhandlung, Wien, I. Seilerstätte 5.

Einzelhefte kosten 70 Heller, für Vereinsmitglieder und Abonnenten 50 Heller.

Inserate kosten: Eine ganze Seite K 125, halbe Seite K 65, viertel Seite K 35, achtel Seite K 20, sechzehntel Seite K 12. Kleinere Inserate pro mm Höhe und Spalte (45 mm Breite) 25 Heller.
Stellenanzeigen, Kaufgesuche, Vertretergesuche und Lieferungsausschreiben werden in der Vereinszeitschrift zu ermäßigten Preisen aufgenommen. Prospekte auf Verlangen.

Bemerkungen der Redaktion:

Nachdruck oder Übersetzung von Veröffentlichungen dieser Zeitschrift wird nur mit Bewilligung der Schriftleitung und unter der Quellenangabe „E. u. M., Wien" gestattet.

Originalarbeiten werden nach dem festgesetzten Tarif honoriert. Die Anzahl der vom Autor gewünschten Separatabdrücke, welche zum Selbstkostenpreise berechnet werden, ist am Manuskript bekanntzugeben.

INHALT:

Anregungen zur Verbesserung der Lage unserer Elektrizitätsindustrie. Von Ingenieur E. Spyri, Triest 885
Drehstrombetrieb mit elektrischen Akkumulatoren im städtischen Elektrizitätswerk Klagenfurt. Von W. v. Winkler (Schluß) 888
Der Quecksilberstrahl-Schnellregler 892
Rundschau:
Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen 892
Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate 893
Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen 893
Elektrische Bahnen, Fahrzeuge 894
Elektrische Apparate 894
Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen 894
Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente 895
Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik 895
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues: Sicherungseinrichtungen 895
Vereinsnachrichten 896
Anhang: Industrielle und wirtschaftliche Nachrichten Seite 505—508

Anregungen zur Verbesserung der Lage unserer Elektrizitätsindustrie.

Von Ing. E. Spyri, Triest.

Die heutige fast völlige Stockung des gesamten Handels und Industriebetriebes, wie sie durch den Krieg hervorgerufen wurde, ist gewissermaßen nur der Höhepunkt einer langen Periode wirtschaftlicher Depression, welche nicht zuletzt auch die Elektrizitätsindustrie stark in Mitleidenschaft gezogen hat.

Die uns durch die Ereignisse aufgezwungene Muße gibt uns Gelegenheit und Zeit, bei uns selbst Einkehr zu halten und uns zu fragen, ob wirklich nur äußere Umstände an der ungünstigen Geschäftslage Schuld sind, oder ob nicht vielmehr auch in unseren Kreisen selbst vieles versäumt wurde.

Wenn wir aufrichtig sein wollen, müssen wir uns sagen, daß wir viele Übelstände durch allzu großes Entgegenkommen selbst verschuldet haben und daß auch für die Erschließung neuer Absatzgebiete bei uns immer noch viel zu wenig geschieht.

Beginnen wir mit den selbstverschuldeten Mißständen im Offertwesen.

Die scharfe Konkurrenz hat uns dazu geführt, die Kundschaft allzusehr zu verwöhnen, so daß sie alle Wertschätzung und Achtung für die große Summe von Arbeit, Zeit und Geld, welche in einem großen Projekt steckt, verloren hat.

Es gibt Private und Gemeinden, welche sich ganze Berge von Kostenvoranschlägen ausarbeiten lassen und diese dann entweder ohne ein Wort des Dankes ad acta legen, oder, durch die Verschiedenartigkeit der Ratschläge ratlos gemacht, einem Sachverständigen übergeben. Dieser muß natürlich von vorne beginnen, wenn er ein abschließendes Urteil gewinnen will und ladet auch die Firmen zu erneuter Arbeit ein.

Es gibt ferner Menschen, welche gar nicht die ernste Absicht oder die Mittel haben zu bauen. Nachdem es aber nichts kostet und man ihnen schön gemalte Pläne und teure Photographien geradezu aufdrängt, lassen sie sich Projekte ausarbeiten.

Andere wieder haben ganz unfertige und unklare Ideen. Da es aber nichts kostet lassen sie sich für einen 5 *PS*-Motor von zehn Firmen je drei Alternativen ausarbeiten!

Daher kommt es, daß bei der Elektrizitätsindustrie die Akquisitions- und Projektierungsregien in einem ganz ungünstigen Verhältnis zu den Resultaten stehen.

Und doch ist Abhilfe ebenso einfach wie wirksam, wenn nur die Firmen alle, ohne Ausnahme, wirklich mittun wollen.

Man stelle, ebenso wie man vereinbarte Lieferbedingungen hat, Offertbedingungen auf, welche nach unserem Dafürhalten etwa folgendermaßen lauten müßten:

1. Auf Ausschreibungen, welche die Hinterlegung eines Vadiums verlangen oder bei welchen die Offertunterlagen bezahlt werden müssen, wird grundsätzlich kein Angebot gemacht.

2. Offerte ohne Planbeilagen oder Projekte, für welche der Anfragesteller von einem Sachverständigen bearbeitete Pläne, technische Daten und Lieferbedingungen beistellt, werden kostenlos ausgearbeitet.

3. Projekte für Überlandzentralen, Orts- oder Einzelanlagen, für welche die Firma die Aufnahmen an Ort und Stelle machen und alles selbst ausarbeiten muß, werden nur dann kostenfrei geliefert, wenn die

Digitized by Google

Auftragserteilung an die Firma und innerhalb drei Monaten vom Datum der ersten Ausarbeitung ab erfolgt.

Erfolgt die Auftragserteilung an eine andere Firma, so hat der Auftraggeber für das erste Projekt 1% der Gesamtsumme des Kostenvoranschlages, für jede spätere Umarbeitung oder Alternative ½% der jeweiligen Gesamtsumme zu bezahlen.

Dieselbe Entschädigung gebührt der Firma, wenn das Projekt gar nicht oder nicht innerhalb eines Jahres von der ersten Ausarbeitung ab ausgeführt wird.

Wird der Auftrag zwar an die Firma, aber nicht innerhalb drei Monaten, sondern später erteilt, so erhält die Firma für die erste Ausarbeitung ½%, für jede spätere Umarbeitung oder Alternative ¼% der jeweiligen Kostenvoranschlagssumme.

4. Nach Auftragserteilung nötig werdende weitere Planexemplare, zur Eingabe an die Behörden und so weiter, werden von der Firma mit K 5 pro Quadratmeter Papierfläche berechnet.

Damit diese Bestimmungen wirksam sind, müßten sich alle Firmen verpflichten, in ihren Kostenanschlägen jeweilen am Ende unter der Bezeichnung „Projektfertigung" den Betrag der entfallenden Entschädigung ausdrücklich aufzuführen. Firmen, welche dies unterlassen oder welchen nachgewiesen werden kann, daß sie auf die Zahlung der Entschädigung verzichtet haben, müßten eine entsprechend hohe Pönale bezahlen.

Ein weiterer Schaden ist die eingerissene Gewohnheit, ganz ohne Not viel zu lange Zahlungsfristen zu gewähren.

Aus meiner Praxis kenne ich genug Fälle, wo der Besteller gar nicht daran dachte, besondere Zahlungserleichterungen zu verlangen. Da kommt ein besonders eifriger Akquisiteur irgendeiner Firma, welcher mit Recht oder Unrecht für den Auftrag fürchtet, und bietet ihm spontan lange Zahlungsbedingungen an. Die ganze Herde der übrigen Konkurrenten stürzt natürlich, um das Geschäft nicht zu verlieren, nach.

Das Beispiel macht Schule, der kleine einmal gegebene Finger wird zur ganzen Hand und der eifrige Akquisiteur ist die erste Ursache, daß überhaupt niemand mehr normal zahlen will.

Auch hierin haben wir ganz ohne Not die Kunden verwöhnt und uns geschädigt.

Derselbe Kunde, der es ganz selbstverständlich findet, daß er sein Holz bar zahlen muß, verlangt für seinen Elektromotor lange Stundung.

Wie weit wir in dieser Beziehung schon gekommen sind, zeigt das jüngste Beispiel einer Firma, welche einer Stadt im Süden für einen Betrag von zirka K 60 000, Zahlung in zehn Jahresraten angeboten und zu diesen Bedingungen auch den Abschluß betätigt hat!

Ist es gesund und für die Industrie gedeihlich, wenn sie für jedes zweite größere Geschäft den Bankier spielen muß?

Auch hier braucht es zur Gesundung nur den festen Willen und die gegenseitige Verpflichtung aller Firmen in der Kreditgebung, zum Beispiel nicht weiter zu gehen als die letzte Zahlung am Schluß des Garantiejahres anzunehmen.

Nun gibt es ja gewiß Verhältnisse, wo, um das Geschäft überhaupt ins Leben zu rufen, zur Finanzierung geholfen werden muß. Das soll aber logischerweise Sache der Banken sein und nicht des Lieferanten der Anlage. Es fehlt eben bei uns völlig an den in Deutschland und der Schweiz so nützlichen Handwerker- und Gewerbebanken, welche es sich zur Hauptaufgabe machen, dem Kleingewerbe die zur Anschaffung moderner Betriebsmaschinen nötigen Mittel vorzuschießen.

Auch zeigen leider unsere Banken viel zu wenig Entgegenkommen und Interesse für solche Operationen. Es dürfte sich deshalb empfehlen, daß die österreichischen Maschinen- und Elektrizitätsindustriellen mit Hilfe der Großbanken eine eigene gutfundierte „Bank für maschinelle und elektrische Anlagewerte" ins Leben rufen. Diesem Institut würde, unabhängig vom Einfluß bestimmter einzelner Firmen, die Aufgabe zufallen, als Darlehenskasse für Gewerbe, Industrie und gemeindliche Werke zu dienen.

Soviel zur Schaffung besserer Offert- und Lieferbedingungen. Es geschieht aber auch zur Förderung des Absatzes und zur Erschließung neuer Gebiete bei uns noch viel zu wenig.

Im Ausland ist die österreichische Elektrizitätsindustrie, mit Ausnahme von Italien, sozusagen unbekannt. Man überläßt alles Deutschland, England und der Schweiz.

Es gibt aber selbst in Europa immer noch Länder, welche keine nennenswerte eigene Elektrizitätsindustrie besitzen und auf den Import angewiesen sind.

Wir nennen nur: Spanien, Portugal, die Balkanstaaten und Rußland.

Der überseeische Export nach der Levante, Zentral- und Südamerika, Ostasien, Südafrika wird in Deutschland und der Schweiz sehr gepflegt, bei uns denkt man gar nicht daran, obschon wir eigene einheimische Dampferlinien nach den meisten dieser Länder haben und unsere Hafenstadt Triest ein vorzügliches Exportzentrum sein würde.

Der direkte Export, ohne Zwischenhandel, ist allerdings schwer und vor allem für die einzelnen Firmen zu kostspielig.

Die österreichische Maschinen- und Elektrizitätsindustrie sollte daher mit Hilfe der Regierung, der Banken und der Schiffahrtsgesellschaften eine „Österreichische Maschinen-Exportgesellschaft" mit Sitz in Triest gründen, welche in allen überseeischen Staaten tüchtige Agenten hält und sprachkundige Ingenieure beschäftigt. Bei dieser Gesellschaft würden alle Maschinen- und Elektrizitätsindustriellen ihre Kataloge und Preislisten hinterlegen und derselben ihre äußersten Nettopreise für Ware franko, seetüchtig verpackt, Triest anstellen. Die Exportgesellschaft würde den Industriellen gegenüber als Käuferin zu normalen Bedingungen auftreten, die Lieferungen ins Ausland auf eigene Rechnung übernehmen und die Industriellen von allem Risiko des Exportes entlasten.

Der Gründung einer solchen Gesellschaft müßte eine Informationsreise des künftigen technischen Direktors vorausgehen, welcher sich über die Absatzmöglichkeiten informiert, unsere Konsularbehörden interessiert und tüchtige Agenten gewinnt.

Zu dieser Informationsreise wären ihm von jeder größeren Firma Albums mit Bildern, welche ein treues Bild der Produktion geben, beizustellen.

Die Kosten der Reise wären von den interessierten Kreisen zusammenzusteuern und die österreichischen Schiffahrtsgesellschaften würden wohl auch das ihrige durch Gewährung freier Fahrt tun.

Abgesehen vom Export, muß auch im Innern noch sehr viel geschehen, um auch nur annähernd die Entwicklung, welche die Elektrizitätsanwendung in

Digitized by Google

unseren Nachbarländern Deutschland und Schweiz gewonnen hat, zu erreichen.

Es ist geradezu beschämend, wenn man die Ziffern der deutschen und schweizerischen Statistiken mit den unserigen vergleicht.

Beinahe alle unsere Werke stehen, gleiche Einwohnerzahl angenommen, weit hinter denen unserer Nachbarn zurück, sowohl was Anschlußwerte als auch was abgegebene jährliche Kilowattstunden betrifft.

Ich wähle aus der Masse nur ein Beispiel, und lange nicht das krasseste, heraus: Triest und Zürich.

Beide Städte haben städtisches Gas- und Elektrizitätswerk, nur mit dem sehr bedeutsamen Unterschiede, daß in Zürich die Verwaltung beider getrennt ist und beide gut rentieren, während in Triest die Verwaltung vereinigt und das Gesamtergebnis beider Unternehmungen ein sehr mäßiges ist.

Triest hat 232.000, Zürich 199.000 Einwohner, daß Triest um 15% größer und eine große Seehandelsstadt ist, erhöht noch das Interesse nachstehender Vergleichsziffern.

	Abgegebene *KW*/Std.	Angeschlossene Glühlampen	Angeschlossene Motoren
Zürich 1911 .	43 110 910	175 630	2313
Triest 1912 .	4 500 000	69 500	553

Ähnliche Vergleiche ließen sich aus den Statistiken noch Dutzende herausziehen, alle ein beschämendes Zeugnis für den rückständigen Geist, welcher in der Verwaltung vieler unserer Elektrizitätswerke herrscht.

Sagen wir es offen heraus: Die österreichische Elektrizitätsindustrie könnte viel größere Absätze haben, wenn die Elektrizitätswerke nicht eine so falsche Tarifpolitik betreiben würden.

Bei unseren Werkleitungen (wenige rühmliche Ausnahmen bestätigen nur die Regel) herrscht immer noch das ängstliche Krämerprinzip, recht hohe Preise zu erzielen, auch wenn die Ausnutzung der Zentrale eine ganz miserable und der Stromumsatz ein im Verhältnis zur Einwohnerzahl lächerlich kleiner ist.

Am schlimmsten sind in dieser Hinsicht die von Gaswerkfirmen gebauten Elektrizitätswerke oder solche, bei welchen Gas- und Elektrizitätswerke unter einer Leitung stehen.

Solche scheinen es geradezu darauf abgesehen zu haben, durch übertrieben hohe Strompreise und recht vexatorische Anschlußbedingungen die gesunde Entwicklung des Werkes hintanzuhalten.

Es fällt keinem dieser Werke ein zu überlegen, daß ein sehr großer Umsatz bei kleinen Preisen meist das bessere Endresultat ergibt, als kleiner Umsatz bei hohen Preisen.

Sie machen sich auch nicht klar, daß bei Werken mit Tag- und Nachtbetrieb jeder Absatz bei Tage oder in den Spätnachtstunden sozusagen gefundenes Geld ist und daß es genügt, wenn der dafür erzielte Preis die Selbstkosten des Brennmaterials mit einem Gewinnzuschlag deckt. Alle übrigen Unkosten sind ja annähernd dieselben, ob dem Werk wenig oder viel Leistung angehängt ist.

Die meisten Werke begreifen auch nicht, daß der Stromverkauf ein kaufmännisches Geschäft ist und daher ebensogut eine Werbetätigkeit ausüben muß wie jeder andere, der etwas verkaufen will.

Es genügt nicht im Bureau zu sitzen und die Stromanmeldungen abzuwarten. Jedes Werk muß vielmehr, wie dies bei unsern Nachbarn geschieht, den Stromabnehmern nachgehen, ihnen die Nützlichkeit der Einführung dieser oder jener Anwendung klar machen, die Konkurrenz der vielen Rohölmotoren bekämpfen durch günstige Staffel- und Doppeltarife usw.

Es wäre sehr zu begrüßen, wenn der Elektrotechnische Verein hier aufklärend eingreifen würde und erzielen könnte, daß alle Werke im eigenen Interesse, ihre veralteten Tarife von Grund aus ändern.

Maximalpreise für Licht von mehr als 60 h die Kilowattstunde sollten als beschämendes Zeichen rückständiger Kurzsichtigkeit und Gewinnsucht ganz aus der Statistik verschwinden.

Einzelne Werke erschweren außerdem noch den Anschluß durch Erlaß von speziellen Installationsvorschriften. Die Vorschriften des Elektrotechnischen Vereins genügen diesen Herren nicht, sondern sie fühlen sich, darüber hinaus, gedrungen, als moderne Lykurgen gesetzgeberisch einzugreifen. Wenn nun wenigstens diese Vorschriften einen wirklichen Wert hätten, könnte man sich dabei noch beruhigen.

Meistens sind es aber die Installateure, Fabrikanten und Kunden ganz unnütz schädigende Maßnahmen, welche sogar oft eine direkte Verschlimmbesserung bedeuten.

Ein Werk erläßt zum Beispiel die Vorschrift, daß an Stelle der Isolation *EJ* mit vulkanisiertem Gummi, Drähte und Schnüre mit Gespinnstisolation und einem Paragummiband als Einlage verwendet werden sollen.

Diese Zumutung nötigt alle Drahtfabriken nur für dieses Werk allein Sondertypen zu fabrizieren, welche evident schlechter sind als die Normalisolierung des E. V.

Das Paragummiband hat nämlich die Eigenschaft rasch brüchig zu werden, einzuschrumpfen und zu kleinen Stücken zu zerfallen. So kommt es denn, daß solche Schnüre und Drähte, wenn man sie nach einem Jahr untersucht, längst keine kontinuierliche Gummiisolierung mehr haben, sondern nur mehr eingeschrumpfte Bruchstücke.

Dasselbe Werk schreibt für die Rotoranlasser von Drehstrommotoren Deckel vor, damit das Betriebspersonal nicht durch Berührung Schaden leide. Als ob man nicht ebensogut die Schleifringe und Bürsten berühren könnte und als ob es sich bei den Rotorspannungen kleiner Drehstrommotoren um weiß wie gefährliche Dinge handelte. Dabei vergißt der Aufsteller dieser Vorschrift, daß er damit einen Übelstand schafft. Da der einschaltende Mann nämlich die Kontakte nicht sieht, bleibt er meist zwischen zwei Kontakten stehen und ruft so unfreiwillig einen raschen Verschleiß herbei.

Dasselbe Werk beanständet vorzügliche und mechanisch besonders gute Drehschalter, weil die isolierende Unterlage nicht aus Schiefer, Marmor oder Porzellan besteht.

Wieder andere Werke erschweren den Anschluß dadurch, daß sie viel zu hohe Beiträge des Abonnenten an die Zuleitungskosten verlangen, wenn derselbe nicht am Netz liegt.

Ich fasse meine Anregungen zu Handen aller interessierten Kreise und maßgebenden Körperschaften in folgende Sätze zusammen:

Die österreichische elektrische Industrie steht sowohl in quantitativer wie in qualitativer Leistungsfähigkeit der ausländischen in keiner Weise nach. Sie darf sich daher getrost am Wettbewerb des Welt-

Digitized by Google

marktes beteiligen. Zur Stärkung ihrer Stellung und zur Steigerung ihres Umsatzes ist es notwendig, daß:

1. den Mißständen im Offertwesen durch vernünftige Offertbedingungen ein Ende gemacht werde;
2. die Industrie von der Last allzulanger Kreditgebung, durch lebhaftere Hilfe der bestehenden Banken und eventuell durch Gründung einer speziellen Bank für elektrische Anlagewerte befreit werde;
3. eine finanziell kräftige und gutgeleitete Exportgesellschaft den überseeischen Export in Hand nehme;
4. der heimische Absatz durch vernünftigere Tarife der Elektrizitätswerke und lebhaftere Werbetätigkeit derselben gehoben werde.

Drehstrombetrieb mit elektrischen Akkumulatoren im städtischen Elektrizitätswerk Klagenfurt.

Von W. v. Winkler.

(Schluß von Heft 51, Seite 874.)

VIII. Anlagekosten.

1. Dampfmaschinen und Kessel.

Die Baulichkeiten der Dampfanlage mit Einschluß der Kesselfüchse, des Rauchkanales und des Schornsteines wurden seinerzeit mit Bedacht darauf angelegt, daß eine Vermehrung der Maschinen und Kessel jederzeit möglich ist. Es ist daher im Falle der Erweiterung der kalorischen Anlage in allen drei aufgezählten Fällen für neue Räumlichkeiten nicht mehr vorzusorgen, sondern es brauchen nur auf dem vorhandenen freien Platz im Maschinen- und im Kesselhaus die Fundamente bezw. die Kesselmauerungen hergestellt zu werden.

Die Fundamente werden, wie die vorhandenen, frei im Kellergeschoß errichtet und durch eine Eisenbetondecke verbunden, welche den um die vorhandenen Maschinen bestehenden Fußboden auch zu den neuen Maschinen in einer Ebene fortsetzt. Die Kessel werden um zwei Stück mit je 180 m² Heizfläche vermehrt. Als Maschine hat sich vorwiegend wegen der Raumausnutzung eine vertikale Triplexdampfmaschine von 1000 *PS* Leistung als zweckmäßig erwiesen, mit welcher ein Generator von 1000 *kVA* direkt gekuppelt ist. An der Schaltanlage sind bereits die erforderlichen Felder freigelassen worden, so daß bloß die Apparate neu hinzukommen.

Die Gesamtkosten dieser Variante I berechnen sich demnach unter Berücksichtigung der Frachten, Montierung usw. und der örtlichen Verhältnisse wie folgt:

A. Kesselanlage	K	59 620
B. Dampfmaschinen	„	125 020
C. Rohrleitungen	„	23 000
D. Elektrischer Teil	„	75 050
E. Bauliche Herstellungen	„	20 875
Summe I	K	303 565

2. Dampfturbine und Kessel.

Zum Zwecke eines richtigen Vergleiches wurde eine gleich große Kesselanlage, wie unter 1. und eine Dampfturbine der I. Brünner Maschinenfabrik von 1000 *PS* Leistung gerechnet. Da sich die Baulichkeiten gleichfalls nur auf Fundament, Kesseleinmauerung und Betondecke beschränken, so ergeben sich die untenstehenden Kosten, wobei bemerkt zu werden verdient, daß in dem vorgesehenen Raum ganz gut zwei Turbodynamos der obigen Leistung untergebracht werden können, für weitere Kessel aber ein Ausbau zwischen der Hinterwand des Gebäudes und dem Schornstein errichtet werden müßte.

A. Kesselanlage	K	59 620
B. Turbogenerator von 1000 *PS*	„	81 500
C. Rohrleitungen	„	23 000
D. Elektrischer Teil	„	8 100
E. Bauliche Herstellungen	„	15 770
Summe II	K	187 990

3. Dieselmotoren.

Leider konnte seinerzeit das Maschinenhaus trotz seiner Größe immer noch nicht groß genug projektiert werden, um einen einzigen Dieselmotor von 1000 *PS* Platz zu gewähren. Auch die Höhe des Maschinenhauses erschien wegen der Notwendigkeit des Heraushebens des Kolbens nicht genügend. Bedenklich erschien es auch, Maschinen mit ziemlich stark stoßendem Gang, trotz enorm großer Fundamente in nächster Nähe des Schornsteines aufzustellen. Wenn man nun auch bei aller Anerkennung gewisser Vorzüge des Dieselmotors nicht ernsthaft an dessen Aufstellung denken konnte, so wurde doch die Anlagekostenberechnung durchgeführt, und zwar wegen der Raumverhältnisse für zwei Stück Vierzylindermotoren zu 500 *PS*.

Die Kosten der vollkommenen Herstellung betragen demnach:

A. Dieselmotoren samt allem Zubehör	K	251 280
B. Elektrischer Teil	„	68 530
C. Bauliche Herstellungen	„	39 000
Summe III	K	358 810

IX. Akkumulierung.

Im Prinzip war wegen der Vorteile der Speicherung zeitweilig überschüssiger Wasserkraft zum Zwecke der Verwendung der Energie bei starkem Bedarf nie ein Zweifel. Nachdem nun auch die Möglichkeit der technischen Durchführung erwiesen war, konnte man auch an die Berechnung einer solchen Anlage schreiten und tat dies unter folgenden Gesichtspunkten, welche der Äquivalenz dieser Anlage mit den anderen in Vergleich gezogenen in vollem Umfang Rechnung tragen, allerdings aber auch von dem enormen Vorteil der Akkumulierungsanlage Gebrauch machen, daß dieselbe nicht von Anfang an in ihrer vollen Größe hergestellt zu werden braucht, sondern dem sich zeigenden Bedarf entsprechend allmählich ausgebaut werden kann, wodurch ein Teil der Zinsen und Tilgung auf so lange Zeit erspart werden kann, als der Bedarf der vollen Leistungsfähigkeit nicht entspricht und infolgedessen auch der Ertrag noch nicht auf der erreichbaren Höhe angelangt ist.

Die Gleichstrommaschine leistet 360 bis 230 *A*, bei 700 bis 1100 *V* als Doppelschlußmotor dagegen bei 700 *V* und 440 *A* 390 *PS*. Der Drehstromgenerator ist für eine Dauerleistung von 300 *kVA* bei 4690 *V* und eine Phasenverschiebung von $\cos \varphi = 0{\cdot}7$ gebaut. Bei Betrieb der Maschinengruppe zum Laden der Batterie mit der Normalleistung der Gleichstrommaschine ergibt sich eine Leistung von 700 *V* und 360 *A*, also 252 *kW*. Die Maschine benötigt hiebei 367 *PS*. Die 300 *kVA* Drehstrommaschine als Synchronmotor besitzt bei Vollast einen Wirkungsgrad von 93% und leistet daher 379 *PS*, besitzt daher gegenüber der Gleichstrommaschine noch einen kleinen Überschuß an Kraft. Das Aggregat ist von der Österr. Ganz'schen Elektrizitäts-Gesellschaft, Zweigniederlassung Klagenfurt, geliefert.

Bei Verwendung des in der Akkumulatorenbatterie gespeicherten Stromes zur Arbeitsleistung, Entladung der Batterie und Stromrückgewinnung nimmt die Gleichstrommaschine als Motor ebenfalls 390 *PS* auf, während der

Digitized by Google

Drehstromgenerator bei $\cos\varphi = 1{\cdot}0 - 0{\cdot}7$ 300 *kVA* abgeben kann, wobei er zirka 377 *PS* benötigt, weil der Gütegrad bei der im Betrieb vorkommenden Phasenverschiebung und durchschnittlich nicht vollen Belastung etwas sinkt. Für die im Synchrongenerator rückzugewinnende Leistung ist also der Gleichstrommotor ebenfalls genügend groß und man kann die beiden Bestandteile des Aggregates als zueinander vollkommen abgestimmt bezeichnen. Hiebei möge die Bemerkung Platz finden, daß der Wirkungsgrad des Aggregates bei Vollast 87%, bei halber Last 83%, bei einem Fünftel der Last nur mehr 69% beträgt, was bei der Betriebseinteilung von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist.

Aus der Schilderung der Maschinen ist zu entnehmen, daß entgegen den früheren Versuchen mit Asynchronumformern zum Synchronumformer übergegangen wurde.

Was nun die Akkumulatorenbatterie anlangt, so ergab sich leicht, daß der Betrieb dieser Batterie vorteilhaft mit dem Betrieb der Straßenbahn-Pufferbatterie vereinigt werden könne; es wurde daher ihre Spannung genau gleich groß mit jener der Straßenbahnbatterie gewählt. Dadurch wurde erreicht, daß im Bedarfsfalle ein gegenseitiger Ersatz möglich ist, daß alle vorhandenen Maschinen gleichmäßig sowohl zum Laden als auch zur Stromrückgewinnung geeignet sind und daß die durch den Betrieb der Batterien geforderte systematische Entladung, welche durch die Straßenbahn nicht immer in richtiger Weise durchführbar ist, durch Abwechseln der Batterien bewirkt werden kann. Hiedurch konnte man auch den Prozentsatz der Maschinenreserven wesentlich vermindern.

Die derzeit aufgestellte Batterie besteht somit aus 400 Elementen, mit einer garantierten Leistung von 814 *A* bei einstündiger Entladung und 396 *A* Ladestrom, also Type S. J. 44, vergrößerungsfähig durch Einbau in Elementkästen Type. S. J. 64 auf 1148 *A* einstündiger Entladung und 576 *A* Ladestrom.

Die Kosten der gesamten Umformerstation wurden wie folgt errechnet.

A. Akkumulatorenbatterie	K	119 770
B. Vergrößerung der Maschinenanlage	„	33 500
C. Umbau der Schaltanlage	„	9 000
D. Verbindungsleitungen	„	6 600
E. Um- und Zubauten, Fundamente	„	26 000
Summe	K	194 870
Ferner für den zweiten Ausbau	K	50 000

X. Aufstellung der Akkumulierungsanlage.

Die Unterbringung der Anlage auf einem beschränkten Platz bot einige Schwierigkeiten und es war insbesondere die richtige Raumverteilung eine kritische Aufgabe.

Alle Akkumulatorenräume haben unmittelbare Lüftung ins Freie, welche jedoch durch einen Druck- und einen Saugventilator verstärkt werden kann. Letzterer liefert die mit Säuredampf gefüllte Luft (60 m³ pro Minute) durch einen mit einer Klappe verschließbaren Schacht ins Freie und besteht zu diesem Zwecke aus einem vollkommen gekapselten Motor mit angebautem, verbleitem Windflügel; ersterer entnimmt, wenn im Winter erforderlich, die durch den Betrieb der Maschinen vorgewärmte Luft aus dem Maschinenhaus und preßt sie in die Akkumulatorenräume, wo sie dann nach Aufnahme der säurehältigen Luft durch die Fenster und durch Lüftungsschläuche entweicht.

Da die Batterie bei Straßenbahnbetrieb mit einem Pol an Erde liegt, so hat der andere Pol der Erde gegenüber eine Spannung von 800 *V*, die Batterie fällt also unter die Bestimmungen des Wiener Regulativs für Hochspannungsanlagen. Es sind daher die 100 Zellen an diesem Pol mit besonders isolierten Laufbühnen ausgestattet und die Wände des Raumes, in welchem diese Zellen stehen, sind mit besonders isoliert angebrachten Lattengittern versehen, damit niemand, der in dem betreffendem Raume steht, gleichzeitig mit einer Hand eine Zelle, mit der anderen die mit Erde verbundene Wand berühren kann.

Aus der Vergleichung der oben angeführten Kosten der vier betrachteten Varianten kann man folgende Schlüsse hinsichtlich des Investitionskapitales ziehen:

Die Errichtung einer Dieselanlage ist bei weitem mit den größten Investitionskosten verbunden, welche durch die angenehme Eigenschaft dieser Motoren, sozusagen eine Momentreserve zu bieten, keineswegs aufgehoben werden können; als Nachteil erscheint die Größe der Bauten, besonders der Fundamente, und die Gefahr für den vorhandenen Schornstein bei der sich ergebenden nahen Aufstellung.

Etwas geringer, aber noch immerhin bedeutend sind die Kosten einer Dampfmaschine, welche aber aus Raumrücksichten gegenüber einer Dampfturbine nicht mehr in Frage kommt und auch von der letzteren hinsichtlich des geringen Anlagekapitales überboten wird.

Die Anlage der Umformer- und Akkumulatorenstation ist erheblich billiger als die Dampfmaschinenanlage, aber teuerer als die Dampfturbine; sie allein ist es aber, welche alle Vorzüge der anderen Anlagen vereint und die meisten Nachteile derselben vermeidet. Das richtige Urteil über ihre Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit wird aber erst durch Vergleich der erwachsenden Betriebskosten bei einer bestimmten, als gleich anzunehmenden Jahresnutzleistung gewonnen werden.

XI. Betriebsberechnung.

Bei Aufstellung der wahrscheinlichen Betriebsergebnisse wurde ein Wasserzufluß in der Hauptzentrale vorausgesetzt, wie er voraussichtlich in den einzelnen Monaten nur unter katastrophalen Verhältnissen unterschritten werden dürfte. Ferner wurde das Mitarbeiten der Dampfanlage für die Zeiten des stärksten Bedarfes in Aussicht genommen und letzterer unter Berücksichtigung einer allgemeinen Verbrauchssteigerung um 50% der bisherigen angesetzt. Daraus ergibt sich eine Aufstellung der als Vermehrung der Wasserkraft von den Zusatzanlagen monatlich bezw. im ganzen Jahr zu leistenden Kilowattstunden, welche in der Tabelle II (S. 874) verzeichnet sind.

Es sind auch die effektiv für die Herstellung dieser Kilowattstunden erwachsenden Kosten sowie die Ersparnisse angegeben, welche man bei Akkumulatorenbetrieb gegenüber der Erweiterung des Dampfbetriebes zu erzielen in der Lage sein wird. Die Kosten der Erzeugung der Kilowattstunden sind in einer Tabelle III aufgestellt, welche den Betrieb aller bei den einzelnen Alternativen verfügbaren Bestandteile in richtiger Kombination mit dem Bestehenden darstellt. Hiebei sind natürlich die im eigenen Werk bisher gemachten Erfahrungen voll berücksichtigt, so daß die Angaben der Tabelle größten Anspruch auf Genauigkeit haben und die daraus gezogenen Schlüsse von der Wahrheit dann nicht sehr weit entfernt sein werden, wenn die Voraussetzungen hinsichtlich der Wasserleistung bezw. deren Abnahme bis zu den angenommenen Grenzen zutreffen.

Daraus ergibt sich, daß die erzeugte Kilowattstunde bei der Kombination Wasserkraft—elektrische Speicherung nur 9·7 h kosten wird, gegenüber von 15·2 bis 21·2 h bei den anderen Alternativen, daß daher die genannte Kombination die größte Betriebsökonomie gewährleistet. Man kann daher mit großer Sicherheit behaupten, daß die Batterie bei voller Ausnutzung die Ausnutzbarkeit des

Digitized by Google

Tabelle III.

Post	Art der Kosten	Einzelangaben	Dampfmaschinen mit Generator		Turbogenerator		2 Dieselmotoren mit 2 Generatoren		Akkumulatoren mit Umformer	
			Kapital	Betrag	Kapital	Betrag	Kapital	Betrag	Kapital	Betrag
	A. Ständige Kosten:		I		II		III			
1.	Verzinsung und Tilgung	Laut Bestimmung 6% . . .	303 565	18 210	187 990	11 280	358 810	21 530	244 910	14 690
		Summe 1 . .	—	18 210	—	11 280	—	21 530	—	14 690
2.	Rücklagen	*a*) Motoren und Batterie 4% .	207 620	8 304	164 120	6 564	251 280	12 564	169 770	6 800
		b) Bauliche Herstellungen 2%	20 875	420	15 770	320	39 000	780	26 000	520
		c) Generatoren, Umformer, Schaltanlagen 4%	75 050	3 000	8 100	324	68 530	2 741	49 140	1 965
		Summe 2 . .	—	11 724	—	7 208	—	16 085	—	9 285
	B. Veränderliche Kosten:									
3.	Löhne	*a*) 150 Tage Vollbetrieb . . .	—	8 550	—	8 550	—	7 350	—	6 450
		b) 100 „ Halbbetrieb. . .	—	3 400	—	2 200	—	1 500	—	900
		Summe 3 . .	—	11 950	—	10 750	—	8 850	—	7 350
4.	Instandhaltung	*a*) Dampfmaschin.,Kessel $1^1/_2$%	—	2 769	—	894	—	—	—	—
		b) Rohrleitung, Elektr.-Bauten, Turbogenerator 1% . . .	—	1 188	—	1 286	—	1 075	—	751
		c) Diesel und Batterie 3% . .	—	—	—	—	—	7 536	—	5 091
		Summe 4 . .	—	3 957	—	2 180	—	8 611	—	5 842
5.	Heizmaterial	*a*) Engl. Kohle m.Anheiz. u. Betriebspausen 4·5 h pro *kWh*, 620000 *kWh*=266 Wagg.à K 310	—	82 460	—	82 460	—	—	—	—
		b) Rohöl und Kohle: 26 Waggons Kohle . . .	—	—	—	—	—	7 998	—	—
		Rohöl 560 000 *kWh* à 350 g à K 10 pro 100 kg . . .	—	—	—	—	—	19 600	—	—
		c) Dampf für 220 000 *kWh* . .	—	—	—	—	—	—	—	29 326
		Summe 5 . .	—	82 460	—	82 460	—	27 598	—	29 326
6.	Verbrauchsmaterial	*a*) Schmier- und Putzmaterial	—	2 500	—	1 200	—	1 700	—	720
		b) Säure	—	—	—	—	—	—	—	280
		c) Diverse	—	500	—	500	—	500	—	500
		Summe 6 . .	—	3 000	—	1 700	—	2 200	—	1 500
7.	Zusammenstellung	Summe 1	—	18 210	—	11 280	—	21 530	—	14 690
		„ 2	—	11 724	—	7 208	—	16 085	—	9 285
		„ 3	—	11 950	—	10 750	—	8 850	—	7 350
		„ 4	—	3 957	—	2 180	—	8 611	—	5 842
		„ 5	—	82 460	—	82 460	—	27 598	—	29 326
		„ 6	—	3 000	—	1 700	—	2 200	—	1 500
		Gesamtsumme . .	—	131 301	—	115 578	—	84 874	—	67 993
8.	Kosten der Kilowattstunden	Erzeugung durch die neue Anlage, Heller	—	21·2	—	18·6	—	15·2	—	9·7

Gesamtwerkes und damit seine Ertragfähigkeit sehr günstig beeinflussen wird, weil mit derselben das Wasser um rund 600 000 *kWh* besser ausgenutzt wird, wodurch ein Anschlußwert befriedigt werden kann, welcher im ganzen Jahr ohne Speicherung über 3 Millionen *kWh* Mehrabsatz erwarten läßt.

Da aber die Speicherung vorwiegend dem Lichtstrom zugute kommt, so kann auch angenommen werden, daß die Vermehrung der Einnahmen auf Basis des Strompreises für den letzteren erfolgen wird; wenn also nur die Hälfte von dem obigen erreicht wird, was bei der Ausbreitung des Werkes zu erwarten ist, und man nur 30 h für den Lichtstrom bekommt, so wird bei rund 10 h Erzeugungskosten ein Mehrertrag von K 300 000 erzielt. Der Bruttoumsatz kann von K 657 000 auf über 1 Million, das ist um 50% gesteigert werden, wobei das Investitionskapital samt Kabelnetz und Transformatoren nur um etwa K 400 000 wächst, was gegenüber dem bisherigen Kapital von 4·5 Millionen bloß eine Steigerung um kaum 10% ausmachen wird.

Wenn nun auch solche Verhältnisse erst in mehreren Jahren eintreten werden, so ist nicht zu verkennen, daß schon der jetzige Betrieb durch zwei Winterperioden den Wert der Batterie und der Rückgewinnungsanlage deutlich erkennen läßt, und es möge daher auch die bezüglichen praktischen Erfahrungen hier Erwähnung finden.

XII. Bisherige Betriebsergebnisse.

Die folgende Zusammenstellung von praktischen Betriebsergebnissen und denjenigen, welche bei geänderten Wasserverhältnissen aus den Diagrammen zu ermitteln sind, gibt ein einwandfreies Bild der Vorteile des Akkumulatorenbetriebes.

a) Dampfbetrieb. Im praktischen Betrieb hat in dem Jahr der stärksten Beanspruchung der Dampfanlage nicht nur der Bedarf der Betriebsmaschinen zur reinen Stromerzeugung, sondern auch der aller Nebenverbraucher sowie die Deckung aller kalorischen, elektrischen und mechanischen Verluste (Undichtheiten) pro Tag folgende Betriebskosten verursacht:

a) Kohle und Holz zum Anheizen . .	K	14·50
b) Löhne	„	10·80
c) Kohle zum Dampfhalten und Bereitschaft	„	3·50
d) Löhne	„	9·20
e) Kohle zum Betrieb 4700 kg	„	147·—
f) Löhne zum Betrieb	„	26·—
g) Schmier- usw. Material	„	16·—
Summe. . .	K	227·—

Digitized by Google

Da nun im Durchschnitt pro Tag 1000 *kWh* erzeugt wurden, so kostete die Kilowattstunde 22·7 h und aus dem Gewicht der gesamten Kohlen ergibt sich, daß pro Kalorie im Durchschnitt 0·032 *Wh* erzielt wurden, ein trotz des intermittierenden Betriebes nicht ungünstiges Resultat.

Würde der Betrieb ohne die Dampfbereitschaft oder mit wesentlicher Verminderung derselben zu führen sein, so könnten täglich zirka K 12 erspart werden.

In dem betreffenden Jahr waren 103 Dampfbetriebstage erforderlich und die gesamten Betriebsausgaben erreichten eine Höhe von rund K 23 500, von denen bei Vermeiden der Bereitschaft zirka K 1236 hätten erspart werden können.

b) Wenn aber die damaligen Wasserverhältnisse bei einem Anschlußwert wie 1913 vorhanden gewesen wären, so wären 163 Dampfbetriebstage notwendig geworden. Hievon hätte man an 76 Tagen mit der vorhandenen Dampfanlage das Auslangen gefunden und pro Tag zirka 1200 *kWh* erzeugt; an 87 Tagen hätte aber die Dampfanlage verdoppelt sein müssen und es wären zirka 2000 *kWh* pro Tag erzeugt worden. Die Summe der erzeugten Kilowattstunde wäre daher auf 280 000 gestiegen.

Die Dampferzeugungskosten betragen an jedem der 76 Tage Halbbetrieb laut einer der obigen analogen Aufstellung K 257·50 und an jedem der 87 Tage Vollbetrieb K 424.

Somit zusammen:

$$76 \times 257{\cdot}50 = \text{K } 195\,30.—,$$
$$87 \times 424{\cdot}— = \text{K } 368\,20{\cdot}—.$$

Bei 163 Dampfbetriebstagen hätte dies also eine Betriebsausgabe von K 56 350 erfordert.

c) Batteriebetrieb. Am 15. Jänner 1912 traten derartige Wasserverhältnisse ein, daß die Batterie zur Mitarbeit herangezogen werden mußte. Zwischen dem 23. und 31. Jänner 1912 wurden die Wasserverhältnisse immer schlechter und die Batterie mußte mittels der Umformer täglich durch zirka 2½ Stunden zirka 350 *kW* Zuschuß leisten, was an jedem dieser Tage eine Leistung von 915 *kWh* ausmacht. Laut Betriebsbericht und Zählerangaben wurden im Jänner mittels Wasserkraft 508 720 *kWh* erzeugt, wovon 42 530 zur Ladung bezw. Speicherung dienten; abgegeben wurden aber durch die Umformer an das Netz hauptsächlich während der Lichtzeit 30 325 *kWh*, wodurch ein Erlös von über K 10 000 erzielt wurde. Hätte man die Batterie nicht gehabt, so hätten diese 30 325 *kWh* zu ihrer Erzeugung über K 6800 für Dampf erfordert und der Nutzen wäre auf K 3200 gesunken, weil die Rückgewinnung fast kostenlos erfolgte. Im Februar betrug die Rückgewinnung 24 600 *kWh*, der Erlös zirka K 8800, die Ersparnis an sonst erforderlichem Dampfbetrieb zirka K 5500. In fünf kritischen Wochen hat daher die Rückgewinnung eine Vermehrung des Einkommens um zirka K 18 800 und gegenüber dem Dampfbetrieb eine Ersparnis von K 12 300. bewirkt. Dabei war der Anteil an Batterieleistung gegenüber der gesamten Nutzabgabe von Strom nur 6·8%.

Hiebei ist zu bemerken, daß in den beiden letzten Wintern die Wasserstände im allgemeinen sehr günstige waren, so daß der Bedarf während viel längerer Zeit rein von Wasserkraft gedeckt werden konnte. Die täglich genau aufgenommenen Diagramme aller Betriebe geben die Grundlage zu den folgenden Aufstellungen. Das Diagramm, Fig. 3, stellt den Betrieb jenes Tages dar, an welchem den beiden Akkumulatorenbatterien das bisherige Maximum an Leistung entnommen wurde. Man sieht Zeitpunkt und Intensität der Ladung, vermehrte Ausnutzung, Zeitpunkte des Parallelarbeitens usw. ohne weitere Erläuterung.

Es hat sich daher der Nutzen der Akkumulatorenstation schon jetzt erwiesen, obwohl eigentlich weder der Intensität noch der Dauer nach die Wasserverhältnisse als besonders ungünstig bezeichnet werden können. Mit dem vierten Aggregat wird dies noch bedeutend günstiger werden und die Anlage wird auch als Momentreserve durch 1½ Stunden die ganze Tagesbelastung übernehmen können.

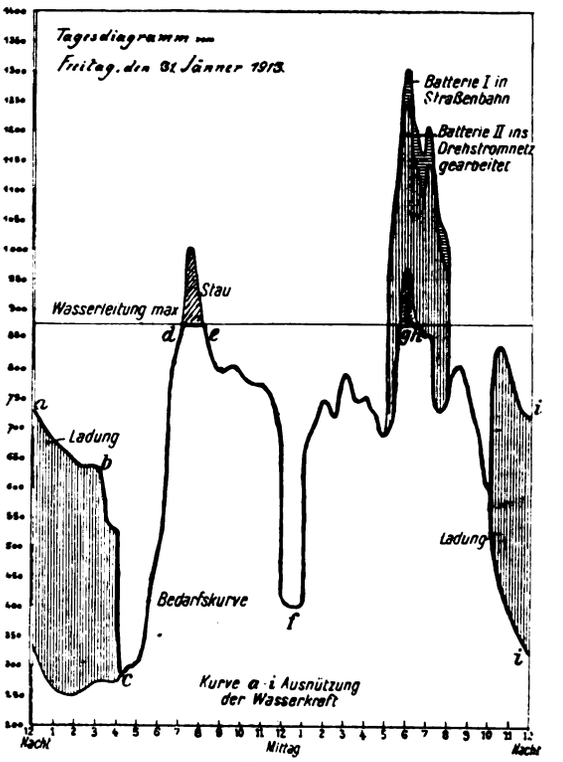


Fig. 8.

d) Für den Winter 1913/14 lassen sich aus den Diagrammen folgende Angaben ermitteln:

Aus der Summe der durch Akkumulatoren gedeckten Spitzen aller jener zwölf Tage, an denen überhaupt die Rückgewinnung notwendig war, ergibt sich, daß von den Synchronmaschinen im ganzen 2556 *kWh* nutzbar an das Netz zurückgegeben wurden; diese erforderten eine Ladearbeit aus dem Netz von 3700 *kWh*, wobei auch die der Natur der Akkumulatoren entsprechenden Mehrladungen berücksichtigt sind. Die Gesamtkosten dieser rückgewonnenen Kilowattstunden betrugen K 241, also pro *kWh* 9·4 h. Hiebei kam allerdings der Vorteil in Frage, daß von dem in der Umformerstation wegen des Straßenbahnbetriebes vorhandenen Personal nur ein Teil auf Rechnung der Umformung zu setzen ist und daß es die minderwertigen, um nicht zu sagen fast wertlosen Kilowattstunden der Zeit des Kraftüberschusses sind, welche in wertvolle Arbeit am Abend verwandelt werden. Wären diese zufolge der günstigen Wasserstände aber durch die Dampfanlage zu erzeugen gewesen, so hätten sie an Kosten K 2724 verursacht.

Man sieht also, daß selbst bei der in günstigen Wasserjahren noch geringen Ausnutzung der Umformeranlage dennoch Betriebsersparnisse erzielt wurden.

Die bei ungünstigem Dampfbetrieb und bei schwacher Rückgewinnung ermittelten Kosten der Kilowattstunde stimmen schon jetzt mit den für Vollausnutzung errechneten Angaben überein, werden also in Zukunft nur eine Ermäßigung erfahren können.

Digitized by Google

e) Es sollen, ohne auf die Betriebseinzelnheiten als rein technisch und bekannt einzugehen, nun auch noch die Betriebsergebnisse untersucht werden, wenn der Wasserzulauf zum Beispiel konstant um 270 *kW* geringer gewesen wäre, so daß man zur Deckung des Abganges ohne Akkumulatoren während der betreffenden Tage stets eine Dampfmaschine der Zusatzanlage im Betrieb bezw. in Bereitschaft hätte haben müssen. In diesem Falle ergibt sich aus der Durchrechnung der bezüglichen Diagramme, daß während 70 Tagen 51 800 *kWh* von der Dampfmaschine zu leisten wären, welche zu ihrer Erzeugung zirka K 22 000 erfordern würden. Es folgt dies aus dem eben erwiesenen Bedarf für jeden Tag für Anheizen, Dampfhalten, Schmier- und Putzmaterial und dem Kohlenverbrauch nach der Zahl der erzeugten Kilowattstunden.

Ein ganz anderes Bild erhält man, wenn man mit diesem letzten angenommenen Fall, der aber in der Wirklichkeit ganz leicht vorkommen kann, den Betrieb mit der Akkumulatorenbatterie vergleicht. Die ganze Durchführung der Untersuchung soll hier nicht wiedergegeben werden; es genügt wohl, wenn auf das Ergebnis hingewiesen wird, welches eine Ersparnis von Kohle, Löhnen und Betriebsmitteln von mehr als K 20 000 für die betreffende Betriebszeit und einen Erzeugungspreis der sekundlichen Kilowattstunde von 2 h zeigt.

Wenn man nun die bisherigen Ergebnisse des praktischen Betriebes beachtet und zur Grundlage derjenigen Fälle nimmt, welche bei den verschiedenen Wasserverhältnissen eintreten können, und wenn man schließlich die tatsächlichen Ergebnisse mit der der Schaffung der Akkumulatorenanlage zugrunde liegenden Prognose vergleicht, so kommt man zu dem Schlusse, daß selbst die bisherigen günstigen Wasserjahre die Bestätigung der seinerzeit gemachten Voraussetzungen erbracht haben.

Sehr schätzenswert ist die Hilfe, welche die Akkumulatorenbatterie bei einem vor wenigen Tagen aufgetretenen Kabeldurchschlag an einem der beiden Hauptkabel geleistet hat. Daß hiebei die Straßenbahn weiter betrieben wurde, ist natürlich, sie hat doch ihre eigene Pufferbatterie. Die Rückgewinnungsbatterie hat aber den Lichtbetrieb auf dem Bahnhofe und seiner Umgebung ermöglicht.

f) Aber auch die Abnahme der Herbstwasserstände erweist die Vorteile der Rückgewinnung; ziffernmäßig läßt sich hierüber noch kein Bild geben.

Durch den Betrieb eines Jahres und die in demselben aufgetretene noch spärliche Verwendung der Akkumulatoren ist also bereits ein Mehrertrag von K 18800 bis 23500 ermöglicht worden, was die Anlagekosten sicher vollkommen rechtfertigt.

Der Quecksilberstrahl-Schnellregler.

Im nachfolgenden wird die Konstruktion eines Quecksilberstrahl-Schnellreglers beschrieben, welcher zur Konstanthaltung der Spannung usw., von elektrischen Maschinen Verwendung finden kann. Zugleich macht dieser Schnellregler in Gleichstrombetrieben die separaten Erregermaschinen entbehrlich, was bei Verwendung von Schnellreglern mit Steuer- und Zitterelektromagneten wegen der Pulsationen der Erregerspannung nicht der Fall ist.

Der Quecksilberstrahl-Schnellregler besteht, wie die Fig. 1 zeigt, aus dem Quecksilberstrahl *a*, dem als Stern ausgebildeten Kontaktrad *b*, dem Gefäß *c*, dem Steuerelektromagnet *d*, dem Zweiwegventil *e* und der Pumpe *f*.

An das Kontaktrad *b* und das Gefäß *c* bezw. den Quecksilberstrahl *a* sind die Zuleitungen zum Nebenschlußregulator angeschlossen. Das Kontaktrad *b* ist vom Gefäß *c* elektrisch isoliert eingebaut. Der Anschluß der Spule des Steuermagneten *d* erfolgt, dem jeweiligen Bedarfe entsprechend, am Netz usw. Das Kontaktrad *b* und die Pumpe *f* werden durch eine jeweilig zur Verfügung stehende Kraftquelle in Rotation versetzt. Das horizontale Kontaktrad *b* besitzt sternförmig ausgeschnittene Zacken, welche bei Funktion des Schnellreglers den Quecksilberstrahl als Kontaktgeber mit variablen Schließungs- und Öffnungszeiten durchschneiden, wobei das Verhältnis der Zeit des Kurzschlusses Δt_k zur Zeit der Einschaltung des Widerstandes Δt_w des Nebenschlußregulators $\sigma = \frac{\Delta t_k}{\Delta t_w}$ maßgebend für den Erregerstrom ist. Die Veränderung dieses Verhältnisses wird durch Verstellen des Zweiwegventiles *e* mittels des Steuerelektromagneten *d* erzielt, und zwar derart, daß der Quecksilberstrahl *a* durch Drosseln oder Öffnen der beiden Abflußrohre *g* und *h* mehr oder weniger die Zacken des Kontaktrades *b* bestreicht. Leerlauf des Generators oder Maximum der Tourenzahl des regelnden Motors

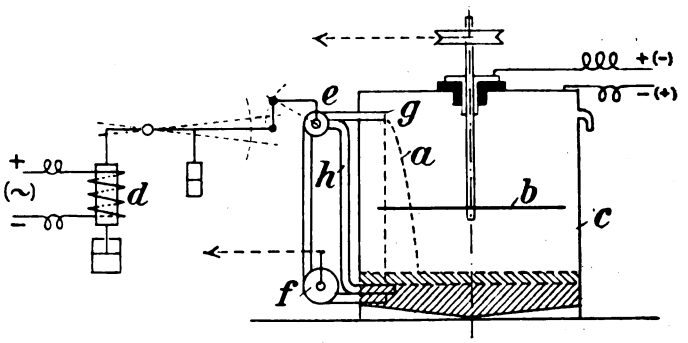


Fig. 1.

entspricht einer fast vollständigen Drosselung des Rohres *g* und Öffnung des Rohres *h*, wobei der Strahl *a* die Zacken des Kontaktrades *b* in der Nähe der Spitzen bestreicht. Vollast des Generators oder Minimum der Tourenzahl des zu regelnden Motors entspricht einem Vorgange in reziproker Weise, wobei der Quecksilberstrahl in der Nähe der Zackenfüße des Rades spielt. Zwischen diesem Extremen stellt sich der Quecksilberstrahl je nach der Belastungsänderung usw. durch Verstellen des Zweigwegventiles mittels des Steuerelektromagneten sofort ein, so daß Schwankungen im Netze bereits im Begriffe des Entstehens erdrückt werden. Variationen in der Tourenzahl des Kontaktrades und der Pumpe in angängigen Grenzen üben, nachdem der Steuermagnet sofort reagiert, keinen störenden Einfluß auf die Schnellregelung aus.

Der Quecksilberstrahl fließt mit ziemlich leichtem Druck aus den Abflußrohren *g* und *h* aus; das Kontaktrad dreht sich, mit beliebiger Anzahl Zacken ausgestattet, mit niederer Tourenzahl, wodurch ein Spritzen des Quecksilbers zufolge Aufprallens auf die Zacken und durch die Zentrifugalkraft vermieden wird. Bei großen Erregerstromstärken kann eine Unterteilung des Abflußrohres *g* und somit des Quecksilberstrahles vorgenommen werden, wovon jeder synchron auf je eine Zacke des Kontaktrades spielt. Der Konus des Zweiwegventiles und das Druckglied der Pumpe brauchen nicht vollkommen abzudichten und kann durch einen Überwurfsmantel bei hochgebogenem Hebel bezw. hochgesetzten Antriebsvorgelege für den Rücklauf des seitlich austretenden Quecksilbers in den Behälter leicht gesorgt werden. Die Funktion des Schnellreglers wird hiedurch in keiner Weise gestört.

Ing. Franz Beutl, Wien.

Rundschau.

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Eine neue Bauweise für Wasserturbinenanlagen mit Gefälle von 2 bis 30 m. Von Ing. Johann Hallinger, München. Bei Niederdruckanlagen für Gefälle bis zu 30 m ist zumeist die Aufstellung von Turbinen mit liegender Welle üblich, und zwar derart, daß die Turbinen nebeneinandergestellt werden, so daß ihnen das Wasser über den Kopf parallel zur Achse zufließt. Diese Aufstellungsart hat große Übelstände, denn das zufließende Wasser benötigt bei einer begrenzten Geschwindigkeit einen bestimmten Querschnitt, andererseits benötigen die Turbinen eine bestimmte Länge, und es müssen, da eine Turbine nur ein bestimmtes Wasserquantum schluckt, je mehr Wasser auf die Turbineneinheiten trifft, um so mehr Turbinen zusammengenommen und in der Richtung des Wassers

Digitized by Google

hintereinander aufgestellt werden, wenn eine bestimmte Umlaufszahl bei einer bestimmten Kraftleitung erreicht werden muß.

Die Länge und Breite des Raumes der Turbinenkammer wächst im Verhältnis zur Zahl der zu einer Einheit vereinigten Turbinen; die überbaute Fläche wächst sogar hiezu fast quadratisch. Ungefähr gleich der überbauten Fläche wachsen auch die Baukosten. Die unwirtschaftliche stärkere Unterteilung der Anlage ist jedoch bedingt durch Rücksichten auf Belastung und Wasserschwankungen. Es ergeben sich infolge der teuren Fundierung und infolge der erforderlichen großen Bauwerke wesentlich höhere Anlagekosten als bei irgendeinem anderen Kraftwerk, so daß eine Vermeidung der stärkeren Unterteilung gerade hier am meisten am Platze wäre. Von diesen Gesichtspunkten aus kann nun die bisherige Bauweise für liegende Wasserturbinen den wachsenden Ansprüchen in ökonomischer Weise nicht folgen und die Forderungen, welche im wirtschaftlichen Wettbewerb an solche Wasserkraftanlagen gestellt werden, können nicht befriedigen.

Nach dem Vorschlage des Verfassers wird ein Wandel in diesen Verhältnissen herbeigeführt, wenn man die Turbinen nicht mehr wie bisher mit den Achsen parallel zum Wasserzulauf anordnet, sondern senkrecht und dieselben einander gegenüber bezw. zueinander versetzt oder so aufstellt, daß ein Teil der Turbinen mit den Achsen senkrecht zu den Achsen des anderen Teiles liegt. Die neue Bauweise ist aus den nebenstehenden schematischen Figuren ersichtlich, wobei die Fig. 1

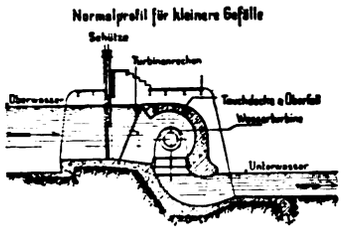


Fig. 1.

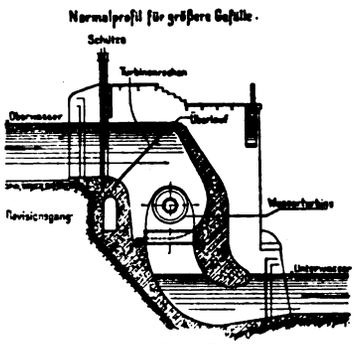


Fig. 2.

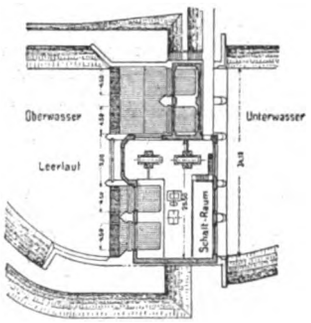


Fig. 3.

den Querschnitt für kleinere, Fig. 2 für größere Gefälle und Fig. 3 den Grundriß der neuen Turbinenaufstellung, und zwar für zwei Einheiten bis zu 10 000 *PS* darstellen. Bei dieser neuen Anordnung für liegende Wasserturbinen nimmt nun lediglich die Breite b der Turbinenkammer einer Gruppe im Verhältnis zur Anzahl n der Turbinen zu, während die Länge l in der Stromrichtung von der Zahl der Turbinen unabhängig ist. Der Bedarf an Grundfläche der so aufgestellten Turbinen ist $n.b.l$, die Grundfläche wächst also bei der neuen Anordnung im Gegensatz zu der bisher üblichen einfach proportional und ist beispielsweise bei drei nebeneinander aufgestellten, zu einer Gruppe vereinigten Turbinen $3.b.l$, also theoretisch gleich ein Drittel der bisher benötigten Fläche. Mit dieser Reduktion der überbauten Fläche wird eine Reduktion der Baukosten in großem Umfange erzielt. Außerdem ergeben sich noch die folgenden Vorteile konstruktiver, betriebstechnischer und wirtschaftlicher Natur.

Es können Wassermengen bis 120 m³/Sek. und mehr je nach dem vorhandenen Gefälle mit einer einzigen Turbineneinheit ausgenutzt werden, so daß das vielfache Parallelschalten der Dynamo reduziert wird oder ganz wegfällt. Bei sinkendem Wasserzufluß oder bei sinkender Belastung sinkt nicht wie bei den bisherigen Anordnungen der Nutzeffekt, da man die einzelnen Turbinenkammern der Reihe nach abschließen, deren Turbinen leer laufen und die Arbeitsturbine besser beaufschlagen kann. Aus der Ersparnis an Raum ergibt sich eine Ersparnis an Anlagekosten, welche 30 bis 50% der bisher aufgewendeten Kosten ausmacht. Weiters ergibt sich eine Reduktion des Gewichtes der Maschinen, was wieder eine geringere Belastung des Baugrundes, hohe statische Sicherheit und Abkürzung der Bauzeit zur Folge hat. Endlich können bei verhältnismäßig hoher Umlaufszahl bei der neuen Anordnung auch große Maschineneinheiten Verwendung finden. (Z. f. d. ges. Turbinenwesen, Hefte 26, 27, 28, 1914.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Abschalten großer Wechselstromenergien. J. Biermanns. Die Ergebnisse einer eingehenden analytischen Studie sind die folgenden: Man hat bisher den Ölschalter als den idealen Hochspannungsschalter angesehen und den Luftschaltern manche Mängel zugeschrieben. Der Ölschalter hat sich durch seine gedrungene, sich der Schaltanlage leicht anpassende Bauart sehr eingebürgert. Die Untersuchungen des Autors zeigen, daß die bisherigen Anschauungen über die Vorzüge von Ölschaltern gegenüber Luftschaltern mit Hörnerelektroden nicht richtig sind. Der Ölschalter erzeugt beim Abschalten hoher Induktivitäten hohe Überspannungen, weil die Löschwirkung des Öls eine zu energische ist. Der Hörnerschalter, der dem Untersuchungslichtbogen eine gewisse Selbständigkeit läßt, gestattet ein viel sanfteres Erlöschen des Lichtbogens, so daß die in der Induktivität aufgespeicherte magnetische Energie jederzeit zur Maschine zurückwandern kann. Durch die Explosionsgefahr kann der Ölschalter auch Ölbrände und schwere Betriebsstörungen verursachen. Beim Hörnerschalter wächst die Unterbrechungstendenz mit wachsender abzuschaltender Energie. Zur Verringerung der Überspannung, die beim Unterbrechen von induktiven Leitungen auftritt, gibt der Autor eine Schutzschaltung an, die darin besteht, einen Ohmschen Widerstand in Reihe mit einer als Hörnerableiter ausgebildeten Schutzfunkenstrecke dem Ausschalter parallel zu legen. Bekanntlich treten beim plötzlichen Unterbrechen der Leitung sogenannte Rückzündungserscheinungen*) auf, welche bedeutende Spannungssprünge zur Folge haben können. Die Höhe derselben kann man beliebig vermindern durch einen in Reihe mit der Rückzündungsstelle liegenden Ohmschen Widerstand.

(Arch. f. El. 3. Band, Heft 1, 1914.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Transmissions- oder elektrischer Antrieb. Friedrich Barth, erörtert in eingehender Weise die Frage, ob Transmissions- oder elektrischer Antrieb wirtschaftlicher sei und bespricht die Vor- und Nachteile beider Antriebsarten im Hinblick darauf, daß die Art des Antriebes nicht nur auf die Gesamtanordnung der Maschinenanlage und die Wahl der Kraftmaschine, sondern auch für die Frage einer eigenen Kraftanlage oder Anschluß an ein Elektrizitätswerk von entscheidendem Einfluß ist. Der Verfasser behandelt die drei möglichen Fälle: Reiner Transmissionsantrieb, elektrischer Gruppenantrieb und elektrischer Einzelantrieb rechnerisch, an der Hand von konkreten Beispielen und kommt zu folgenden Ergebnissen.

Der mechanische Antrieb mittels Transmission verursacht die geringsten Verluste. Der Gesamtwirkungsgrad der Kraftübertragung fällt hiebei selbst höher aus als bei elektrischem Gruppenantrieb mit direkter Kupplung der Motoren. Die Verhältnisse stellen sich für den Transmissionsantrieb noch günstiger, wenn die durchschnittliche Belastung größer als drei Viertel ist. Vom wirtschaftlichen Standpunkt verdient demnach der reine Transmissionsantrieb den Vorzug.

Dem elektrischen Gruppenantrieb gebührt unter allen Umständen der Vorzug dann, wenn es sich um die Übertragung großer Kräfte auf weite Entfernung handelt, oder wenn die einzelnen Transmissionsstränge nicht parallel zueinander liegen bezw. der Riemenantrieb schwer oder überhaupt gar nicht anwendbar ist.

Der elektrische Einzelantrieb stellt sich im allgemeinen nicht günstiger als der elektrische Gruppenantrieb und kommt nur für Maschinen mit verhältnismäßig großem Kraftbedarf in Betracht, die nicht ständig, sondern mit längeren Unterbrechungen betrieben werden. Außerdem wird derselbe dort angewendet, wo die betreffenden Maschinen räumlich sehr weit voneinander entfernt sind.

Unter der Annahme, daß die Maschinen nicht während der ganzen, sondern nur während eines Teiles der Arbeitszeit durchlaufen, ist der elektrische Einzelantrieb wirtschaftlicher als der Transmissionsantrieb. Allerdings muß, um diese größere Wirtschaftlichkeit zu erreichen, vermieden werden, daß die Arbeiter aus Bequemlichkeitsrücksichten die Motoren in kürzeren Betriebspausen samt Antriebsriemen und Leerscheiben oder Räderübersetzungen durchlaufen lassen, ohne dieselben abzustellen.

Der Verfasser hat bei seinen Berechnungen vorausgesetzt, daß das Werk an eine Überlandzentrale angeschlossen ist. Wo dies nicht zutrifft, wo vielmehr für den Antrieb der Arbeitsmaschinen eine Wärmekraft- oder Wasserkraftmaschine in Betracht kommt, stellen sich die Verhältnisse sowohl für den elektrischen Gruppenantrieb als auch für den elektrischen Einzelantrieb infolge der Verluste bei der Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische Energie entsprechend ungünstiger. Auch die verwendete Stromart muß insofern in Betracht gezogen werden, als sie den Wirkungsgrad der Motoren beeinflußt. Der Verfasser hat durchwegs Drehstrom als für den Wirkungsgrad und Betrieb der Motoren günstigste Stromart angenommen.

*) Vergl. E. u. M. 1914, Heft 34, Seite 711.

Digitized by Google

Zusammenfassend kommt der Verfasser zu dem Schlusse, daß bei Neubauten von kleineren oder mittleren Fabriken mit Rücksicht auf die geringsten Verluste im allgemeinen der reine Transmissionsantrieb zu empfehlen ist.

(Z. f. Dampfkessel u. Maschinenbetr., 2. u. 9. 10. 1914.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Die Bedeutung der Elektromobile für den Stromabsatz der Elektrizitätswerke. Dr. H. Beckmann. Die bekannten Vorzüge des Elektromobils für den Verkehr in dicht bevölkerten Gegenden bedingen seine stets wachsende Verbreitung. Die Verbreitung der Elektromobile in Europa (März 1914) zeigt nachstehende Tabelle.

Staaten	Personen-elektro-mobile	Last-elektro-mobile	Personen-dreiräder	Geschäfts- und Post-dreiräder	Gesamt-zahl
Deutschland . . .	862	554	5	270	1691
Holland	70	38	1	6	115
Österr.-Ungarn .	132	117	1	15	265
Frankreich . . .	100	190	—	28	318
England	201	62	—	25	288
Schweiz	131	69	—	—	200
Italien	60	173	—	5	238
Europa	1576	1230	7	359	3172

Die Elektromobile sind ein erwünschter Abnehmer der Elektrizitätswerke, weil ihnen darin nicht nur ein bedeutender Stromabnehmer erwächst, sondern weil die Ladestationen eine gleichmäßige Belastung in den Tag- und Nachtzeiten, eventuell unter Auslassung der Sperrstunden ergeben. Nachstehende Zahlen geben ein Bild vom Stromverbrauch der Lastwagen mit 15 000 und der Droschken mit 40 000 km Jahresleistung.

Wagenart	Energieverbrauch für 1 km auf ebener Strecke	Energieverbrauch für das Jahr (bei 15 000 bezw. 40 000 km Fahrleistung)
	Kilowattstunden	
Wagen der Berliner Elektromobil-Fabrik	0·18 bis 0·2	2 700 bis 3 000
Droschke	0·40	16 000
1 t-Wagen	0·35	5 250
2·5 „	0·52	7 800
3 „	0·74	11 100
5 „	1·00	15 000

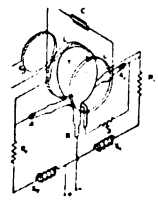
Ein 5 t-Wagen entspricht also einem Stromverbrauch über 1100 Metallfadenlampen von 25 *HK* und für ein kleines Werk, wie Neumarkt in Schlesien, kann die Stromlieferung 15% der Gesamtbelastung ausmachen. Eine Ladestation in Berlin für 215 Droschken (420 Batterien) erhält 6000 *V* Drehstrom, der in 120 *V* Gleichstrom in Umformern von 120 und 440 *kV* umgeformt wird. Die Batterien werden in der Zeit von 8 Uhr früh bis 3 Uhr nachmittags und in der Nacht zwischen 8 Uhr abends und 4 Uhr morgens geladen; die Ladung erfolgt mit konstantem Strom bis zur Gasentwicklung. Im ganzen gibt es in Berlin 15 Ladestationen, die für 840 Elektromobile 10 Millionen *kWh* pro Jahr zum Preise von 7 bis 8 Pfg. abnehmen.

Die Verbreitung des Elektromobils in den Vereinigten Staaten ist eine ungeheure. Abgesehen von den 971 Elektromobilen im eigenen Betrieb der Elektrizitätswerke zählte man anfangs 1914 dort 34 000 elektrische Luxuswagen und 18 000 elektrische Nutzwagen, welch letztere 140 Millionen *kWh* verbrauchen. Die Werke haben daraus Einnahmen von 31 Millionen Mark. In Deutschland hat das Elektromobil noch eine große Zukunft. Für die Berliner Automobile wurden im Jahre 93 Millionen Liter Benzin zum Preise von 10 Millionen Mark gebraucht, das aus dem Ausland bezogen werden muß. Wenn nur die Hälfte der Wagen für den elektrischen Betrieb eingerichtet wären, so könnte ein Betrag von 5 Millionen Mark erspart und der elektrotechnischen Industrie zunutze gebracht werden. (E. T. Z., Hefte 46 u. 47, 1914.)

Elektrische Apparate.

Oszillator von Vreeland. Dieser Apparat bezweckt, aus Gleichstrom Wechselstrom von reiner Sinusform ohne schwingende oder rotierende Kontakte zu erzeugen. Dazu dient eine birnenförmige Quecksilberdampflampe *T*, (Fig. 1, 2), welche eine Kathode *K* und zwei Anoden A_1, A_2 besitzt, an welche zwei Zweige des über die Drosselspulen X_1, X_2 und die Widerstände R_1, R_2 fließenden Stromes angelegt sind. Im Nebenschluß zu den Anoden liegt ein aus dem Kondensator *C* und den Spulen *L* bestehender Schwingungskreis, welch letztere so angeordnet sind, daß sie ein magnetisches Feld senkrecht auf die Ebene der Elektroden bilden. Der Quecksilberdampfbogen fließt in zwei symmetrischen Zweigen zwischen den Anoden und der Kathode. Ein schwacher Strom in der Spule *L* lenkt den einen Bogen zum Beispiel gegen A_1 ab, und es entsteht zwischen A_1 und A_2 eine Potentialdifferenz, welche einen

Fig. 4.



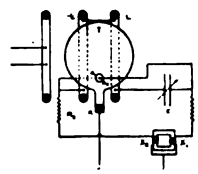


Fig. 5.

die Ablenkung weiter verstärkenden Strom im Schwingungskreis *L C L* hervorbringt, bis endlich der Kondensator geladen ist. Dieser entladet sich hierauf, der Strom im Schwingungskreis kehrt sich um und mithin wird der Bogen zur anderen Anode hin abgelenkt, was wieder eine Ladung und darauffolgende Entladung des Schwingungskreises zur Folge hat. Die Frequenz dieser Stromumkehr hängt von den Konstanten des Schwingungskreises ab. Das magnetische Feld der Spulen erzeugt ein sinusförmig verlaufendes Feld und deshalb nimmt auch die EMK des Schwingungskreises sinusförmigen Verlauf, wie man sich durch oszillographische Aufnahmen überzeugt hat. Der Strom kann durch eine sekundäre Spule *S* abgenommen werden, die mit der primären durch Nähern und Entfernen bezw. Verdrehen verschieden stark gekuppelt werden kann.

(El. Rev. and West. Electr., 17. 10. 1914.)

Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen.

Unterwasserschallsignal von Fessenden. R. F. Blake beschreibt die von Fessenden angegebene Einrichtung zur Erzeugung und Aufnahme von Schwingungen unter Wasser. Der Apparat besteht im Wesen aus einem Ringmagneten *B* (Fig. 6), in welchem die Spule *C* zur Magnetisierung mit Gleichstrom eingelegt ist. Innerhalb des Ringes liegt fest der Eisenkern *D* und im Luftraum zwischen Kern und Magnet der Kupferzylinder *A*, der also im oberen Teil in einer im unteren in entgegengesetzter Richtung vom Magnetfeld getroffen wird. Der Kern enthält zwei Wicklungen, eine in der oberen, die andere in der unteren Hälfte; beide werden von Wechselstrom von 500 ∼ in entgegengesetzter Richtung durchflossen und induzieren im Kupferzylinder einen starken Wechselstrom, der im Zusammenwirken mit dem Feld den Zylinder in axiale Schwingungen versetzt. Diese werden in der dargestellten Weise auf eine Membran übertragen. Um telegraphische Zeichen zu geben, dient ein Taster im Wechselstromkreis; Funken an der Unterbrechungsstelle treten nicht auf wegen der Kurzschlußwicklung, als welche der Zylinder anzusehen ist und wegen des Fehlens einer gegenseitigen Induktion. Wird die Membran in die Schiffswand eingesetzt, so überträgt sie ihre Schwingungen dem Wasser, die in weiter Entfernung von einem Mikrotelephon aufgenommen werden können. Es sind auch Versuche zur telephonischen Übertragung der Sprache angestellt worden, die für die Verständigung von Unterseebooten von Bedeutung ist; bisher hat man eine Reichweite von 700 m erzielt. Natürlich kann der Apparat auch als Empfänger, also als Anzeiger von Wellen im Wasser verwendet werden.

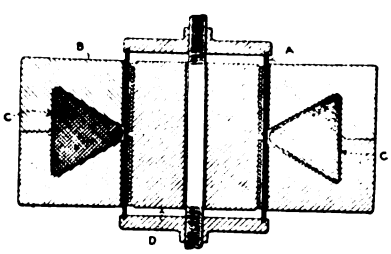


Fig. 6.

Der Apparat kann auch zur Bestimmung der Meerestiefe und der Entfernung des Schiffes von der Küste oder von einem Eisberg dienen. Zu diesem Zweck wird ein rotierender Kontakt verwendet, auf dem zwei Bürsten schleifen, die eine ist mit der Wechselstromquelle, die zweite mit einem Schallempfänger verbunden. Wenn die eine Bürste mit dem Kontakt verbunden ist, so ertönt ein Schallsignal, daß sich im Wasser mit zirka 1200 m pro Sekunde fortpflanzt, auf dem Meeresgrund oder an einem sonstigen Hindernis reflektiert wird und wieder zurückkommt. Hat unterdessen der Kontakt die zweite Bürste berührt, so kann der Empfänger das Schallsignal aufnehmen. Aus den Dimensionen

Digitized by Google

des Kontaktes und seiner Umlaufszahl ist die Zeit zu bestimmen, nach deren Ablauf das Signal gehört wird und daraus die von den Schallwellen durchlaufenen Wege. Versuche, die der Autor zusammen mit Fessenden auf der „Miami" angestellt haben, erwiesen die Brauchbarkeit der Methode.
(Proc. Am. Inst. El. Eng., Oktober 1914.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Die elektrolytische Isolierung von Aluminiumdrähten. C. E. Skinner und L. W. Chubb geben ein elektrolytisches Verfahren an, Aluminiumdrähte zu isolieren. Der zu isolierende Draht wird durch fünf Behälter durchgezogen, deren erster und letzter heißes Wasser zum Abspülen des Drahtes enthält, während die mittleren drei den Elektrolyten, Natriumsilikat, aufnehmen. Auf diese Weise können 12 bis 45 m Draht pro Minute bei einem Energieverbrauch von 0·024 bis 0·128 *Wh* pro cm² hergestellt werden. Es bildet sich auf dem Draht ein $25 . 10^{-4}$ bis $100 . 10^{-4}$ mm dickes isolierendes Häutchen, das fest am Draht haftet und auch durch scharfes Biegen nicht abgelöst werden kann. Weicher Draht kann bis auf 30% seiner Länge gestreckt werden, ohne daß der Faden zerreißt. Zwei mit Druck aufeinandergelegte Drähte können eine Spannung von 250 *V* aushalten, ohne daß ein merklicher Stromübergang eintritt. Die Isolierschicht ist feuersicher und Spulen aus einem derartigen Draht hergestellt, können stark belastet werden; der Draht eignet sich also besonders für jene Fälle, wo leichte, stark überlastbare Spulen notwendig sind. (El. Rev. and West. Electr., 10. 10. 1914.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Zur Kenntnis des Funkenpotentiales in Gasen bei höherem Druck. F. Hayashi, Jena. Trotz den vielen Arbeiten über die Funkenentladung in Gasen ist ihr Verhalten bei hohem Druck noch wenig geklärt und die Ergebnisse der Untersuchungen stimmen nicht überein. Viele Forscher fanden das Gesetz von Paschen, lineares Ansteigen mit dem Druck, bestätigt, andere hingegen kamen zu abweichenden, auch untereinander nicht übereinstimmenden Resultaten. Hayashi hat daher neue, ausgedehnte Versuche über den Gegenstand ausgeführt und gefunden, daß für hohen Druck das Gesetz von Paschen nicht gilt, die Zunahme erfolgt langsamer. Die Krümmung der Kurven ist für verschiedene Gase verschieden, so daß sich die Kurven schneiden. Im Gemisch zweier Gase liegt der Wert des Funkenpotentiales zwischen den Werten für die beiden Komponenten beim selben Druck und ist proportional dem Verhältnis des Gemisches. Zur praktischen Verwendung eines Gases im Preßgaskondensator ist Kohlensäure am geeignetsten; die Durchschlagsfestigkeit des Sauerstoffes ist zwar noch größer, doch ist seine Verwendung mit Rücksicht auf seine Eigenschaften (intensive Reaktionsfähigkeit) ungünstig und gefährlich. Als Hauptfehlerquellen bei den einschlägigen Untersuchungen, die auch die erwähnten Widersprüche in den Versuchsergebnissen bedingen, erscheinen die chemischen Veränderungen des Gases infolge des Durchganges der Funken und insbesondere die Warburgsche Funkenverzögerung, die bei hohem Druck weit größer ist als bei niedrigem Druck, so daß ohne künstliche Ionisation gar nicht gemessen werden kann. (Ann. d. Phys. Nr. 19, 1914.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Sicherungseinrichtungen.

Von Carl Wegricht in Wien rührt eine elektrische Kontaktvorrichtung zum Schutze gegen Übererwärmung her. In Fig. 1 sei *P* der Körper, dessen Temperatur auf die Kontaktvorrichtung einwirkt, welche in ihm teilweise oder ganz eingebaut ist. Die Kontaktvorrichtung stellt eine Büchse *R*, *K*, K_1 aus Isolierstoff dar, in welche Kontaktstifte C_1, C_1 bezw. *C*, *C* hineinragen. Die Büchse ist etwa zur Hälfte mit einem stromleitenden, zur anderen Hälfte mit einem nichtleitenden Körper gefüllt, von welchen zwei Körpern der obere spezifisch schwerer sein muß als der untere. Die Funktion der Vorrichtung ist die folgende: Angenommen, der obere, also schwerere Körper *L* sei ein Leiter, zum Beispiel Quecksilber, der untere, N_1, ein Nichtleiter, zum Beispiel Paraffin; dann wird, wenn sich der Körper *P* und somit die in ihn ganz oder teilweise eingebettete Kontaktvorrichtung erwärmt bis das Paraffin *N* schmilzt, der Leiter *L* nach abwärts fließen und das Paraffin an seine Stelle nach aufwärts steigen, wodurch die leitende Verbindung zwischen den Kontaktstiften C_1, C_1 unterbrochen wird. Es kann nun die Kontaktvorrichtung entweder im Körper *P* so lange verbleiben, bis er sich abgekühlt und der Körper *N* erstarrt ist, worauf man die Kontaktvorrichtung aus dem Körper *P* herausziehen und verkehrt in denselben wieder einführen kann, so daß die Kontaktvorrichtung, indem nun die Stifte *C*, *C* an die Stromleitung angeschlossen werden, für die nächste Funktion bereit ist oder es kann die Kontaktvorrichtung herausgenommen, in verkehrter Lage abgekühlt und in der früheren Lage wieder verwendet werden. (Ö. P. Nr. 65 534.)

Die Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin bauen eine Schutzvorrichtung für elektrische Leitungen, die im wesentlichen nur sehr schnelle Überspannungs- und Überstromwellen vernichtet, während sie auf langsam verlaufende elektrische Vorgänge keinen schädlichen Einfluß ausübt.

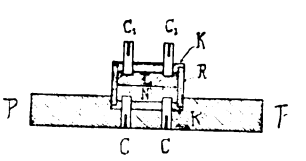


Fig. 1.

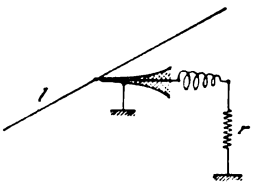


Fig. 2.

Es wird dazu die Eigenschaft von Leitungen mit veränderlicher Charakteristik benutzt, die für schnell verlaufende Wellen als Spannungstransformator dient, derart, daß Wellen, die auf zunehmende Charakteristik übertreten, in ihrer Spannung erhöht werden. Die Fig. 2 zeigt eine solche Anordnung, die an eine Fernleitung *l* angeschlossen ist. Das Leitungsstück mit räumlich veränderlichem Wellenwiderstand besitzt hier direkt am Anschlußpunkt an die Fernleitung große Kapazität, so daß Spannungssprünge zum größten Teil in die Zweigleitung eindringen. Auf seinem weiteren Verlauf besitzt das Leitungsstück abnehmende Kapazität und zunehmende Selbstinduktion pro Längeneinheit, so daß die Spannung von Sprungwellen in ihm auf immer höhere Werte gesteigert wird. In der Figur ist an den beiden Teilen des Leitungsstückes gezeigt, wie man die veränderliche Charakteristik, zum Beispiel durch Erweitern des Mantels eines Kabels oder durch geeignete geometrische Formgebung einer Spule erhalten kann. Ein jeder solcher Leiter mit stetig veränderlichem Wellenwiderstand stellt einen nahezu verlustfreien Transformator für Sprungwellen dar. Da man dadurch die Spannung der Störungswelle an seinem Ende auf sehr hohe Werte treiben kann, so kann man sie sehr zweckmäßig über einen großen Widerstand *r* erden, durch den nur ein verschwindend kleiner Teil des Betriebsstromes fließen kann, während die einfallenden Spannungswellen wegen ihrer vorherigen Transformation auf hohe Spannung vollständig verzehrt werden. (D. R. P. Nr. 275 014.)

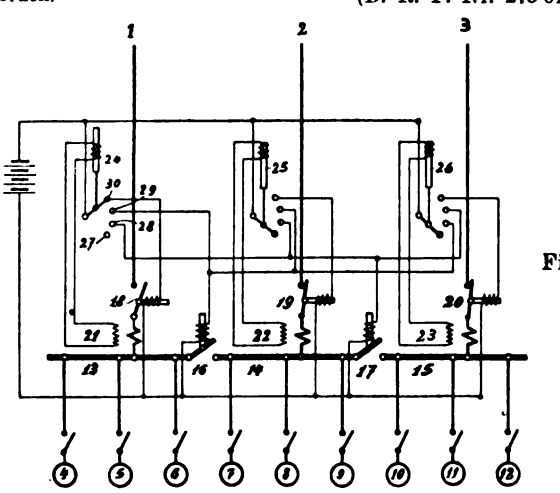


Fig. 3.

Tritt an einer Stelle des an eine Kraftstation angeschlossenen Netzes ein Kurzschluß auf, so ist es erforderlich, daß das diesen Netzteil speisende Kabel selbsttätig abgeschaltet wird. Statt die Kurzschlußleistung, wie bekannt, durch Widerstände zu dämpfen, wird durch eine Sicherungseinrichtung der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) von vornherein ihre Ausbildung verhindert. Dies wird erreicht durch das selbsttätige Aufschneiden des Stromerzeugersystems in einzelne Gruppen. Jeder der drei Speiseleitungen 1, 2, 3 (Fig. 3) ist eine Gruppe von dreien der neuen Generatoren 4 bis 12 zugeordnet. Dementsprechend sind die Sammelschienen in drei Teile 13, 14, 15 geteilt, welche unter sich durch zwei Kuppelschalter 16, 17 verbunden sind. Die Speiseleitungen sind über die Schalter 18, 19, 20 an die Sammelschienen angeschlossen. Sämtliche Schalter werden durch die über die Stromwandler 21, 22, 23 angeschlossenen Maximalrelais 24, 25, 26 gesteuert. Tritt zum Beispiel in Linie 1 ein Kurzschluß auf, dann wird dem Störungsherd zunächst von allen Generatoren 4 bis 12 Energie zufließen, und zugleich wird das Maximalrelais 24 ansprechen. Das Relais besitzt zwei Vorkontakte 28, 29, von denen der erstere den Auslösestromkreis des am entferntesten liegenden Kuppelschalters 17, der letztere denjenigen des näheren Kuppelschalters 16 schließt und erst dann wird durch den Endkontakt 30 das Speisekabel 1 mittels des Schalters 18 von der Zentrale getrennt. So hat also jeder Schalter nur die Kurzschlußleistung dreier Generatoren abzuschalten, nämlich zuerst Schalter 17 diejenige der Maschinen 10, 11, 12, dann Schalter 16 diejenige der Maschinen 7, 8, 9 und zuletzt Schalter 18 diejenige der Maschinen 4, 5, 6. Bei Kurzschlüssen in den anderen Speiseleitungen ist die Auslösefolge entsprechend immer derart, daß die am weitesten entfernte Generatorgruppe zuerst abgeschaltet und zuletzt die betreffende Speiseleitung selbst abgetrennt wird, zum Beispiel ist bei Kurzschluß in Linie 3 die Auslösefolge der Schalter: 16, 17, 20.
(D. R. P. Nr. 271 369.)

Digitized by Google

Von derselben Firma rührt eine Schutzanordnung für zunächst zwei elektrische Anlagen her, von denen jede aus Stromquelle, Stromverbrauchern und zwischenliegenden Leitungen besteht, welche durch einen Trennschalter miteinander parallel geschaltet sind. Es soll verhindert werden, daß die eine dieser Anlagen in Mitleidenschaft gezogen wird, wenn in der anderen eine Störung, zum Beispiel ein Kurzschluß, auftritt. In Fig. 4 sind *a* und *b* die beiden Kraftwerke mit ihren Netzen *c* und *d*, welche durch den Trennschalter *e* parallel geschaltet sind. In der Speiseleitung zwischen *b* und *d* liegt der Stromwandler *f*, der die Auslösestromkreise der Schalter *e* und *g* speist. Im geschlossenen Zustand überbrückt der Trennschalter *e* die Kontakte *h*, *i* und hält so einen eigenen Auslösestromkreis geschlossen, in welchem das Zeitrelais *k* liegt, während derjenige des Schalters *g*, der das kleinere Kraftwerk *b* an sein Netz *d* legt, stromlos bleibt, da er an den Kontakten *m*, *n* geöffnet ist. Bei einer Störung im Netz *c* fließt durch den Stromwandler *f* erhöhter Strom, das Zeitrelais *k* spricht an und öffnet den Trennschalter *e*. Dadurch werden die Kontakte *h*, *i* unterbrochen und *m*, *n* überbrückt, so daß nunmehr das Zeitrelais *l* in den Sekundärkreis des Stromwandlers *f* eingeschaltet ist und bei Überstrom den Schalter *g* öffnet. War die Störung von vornherein im Netz *d*, so öffnen die Schalter *e* und *g* hintereinander. (D. R. P. Nr. 276 139.)

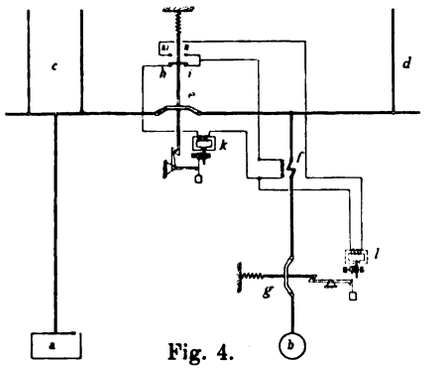


Fig. 4.

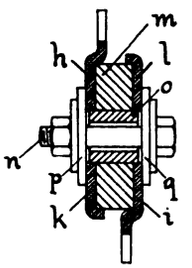


Fig. 5.

Zum Schutze elektrischer Apparate gegen Überspannungen, die durch Wanderwellen hervorgerufen werden, bedient man sich besonderer Überspannungsschutzeinrichtungen, die den betreffenden Apparat überbrücken und so die gefährlichen Spannungen von den empfindlichen Teilen fern halten. Eine derartige Schutzeinrichtung der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemenstadt bei Berlin besteht aus einem Widerstand aus Silit oder dgl., der zwischen den Polen des zu schützenden Apparates liegt. Silit besteht aus einer Mischung von Leitern und Nichtleitern, meist aus Kohle und Quarz als Ausgangsmaterialien, die zu einem festen Körper geformt sind. Der Silitwiderstand *m* (Fig. 5) ist ein plattenförmiger Körper, der die Wanderwellen in außergewöhnlich günstiger Weise weiterleitet; es scheint dies die Folge der Kapazitätswirkung des Silits zu sein. Der Silitkörper leitet die Wanderwelle auf schnellstem Wege weiter, so daß die Überspannung nahezu gleichzeitig an beiden Polen des Apparates auftritt. *h* und *i* sind zwei, von den Polen des zu schützenden Apparates ausgehende Leiterstücke, die in Platten *k* und *l* enden, *o*, *p*, *q* sind Isolationskörper. (D. R. P. Nr. 279 126.)

Von Dr. Ing. W. Petersen in Darmstadt rührt eine Einrichtung zum Schutze elektrischer Leitungen gegen Überströme her, bei der Überstromschalter mit Zeitverzögerung verwendet werden. Um zu verhindern, daß die zahlreichen zwischen der Störungsstelle und den Stromerzeugern liegenden Schalter alle ungefähr gleichzeitig ansprechen,

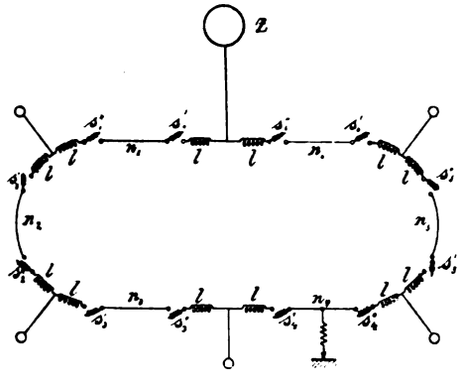


Fig. 6.

und zu bewirken, daß nur die Schalter zum Auslösen gebracht werden, die der Störungsstelle direkt benachbart sind, sollen gemäß der Erfindung die Überstromschalter auch noch von der Ursache oder der Wirkung der Störung selbst beeinflußt werden, und zwar ist es zweckmäßig, die Zeitverzögerung der Schalter beim Eintreffen von Überspannungswellen oder anderen Störungswellen abzuschwächen oder gar ganz auszuschalten. Fig. 6 stellt eine derartige Schutzanordnung dar. *z* ist die Zentrale eines ringförmigen Leitungsnetzes. Die Abschnitte n_1, n_2, n_3.... können durch automatische Schalter für sich stromlos gemacht werden. Entsteht zum Beispiel in n_4 ein Kurzschluß, so eilen von der Kurzschlußstelle schnelle elektrische Wellen nach beiden Seiten der Leitung, die auf die Schalter s_4' und s_4'' treffen und unter Zwischenschaltung geeigneter Relais deren Zeitverzögerung vermindern. Durch Drosselspulen *l* werden die Wellen verhindert, auf andere Leitungsteile überzutreten. Der Überstrom wird zunächst die Schalter s_4' und s_4'' in der Nähe der Störungsstelle auslösen, da diese Schalter ja nur noch eine sehr geringe Zeitverzögerung besitzen. Bis die Ausschaltverzögerung aller übrigen Schalter abgelaufen ist, haben die beiden Schalter s_4' und s_4'' längst ausgelöst und den Kurzschluß unterbrochen, so daß die übrigen Schalter gar nicht zum Ausschalten kommen. Es wird also nur der gestörte Netzteil abgeschalt. Die Fig. 6*a* zeigt die Vorrichtung zur automatischen Verminderung der Zeitverzögerung der Schalter beim Auftreffen von Überspannungswellen. Der Kondensator *c* schirmt die Überspannungswellen von den fremden Leitungsteilen ab. An den Enden einer kleinen Drosselspule *d* erzeugen sie hohe Spannung, die sich in der Funkenstrecke *f* ausgleicht und einen Schwingungskreis *l* zu schnellen Schwingungen anregt, die einer Batterie den Stromdurchtritt durch eine Vakuumröhre *v* ermöglichen. Dieser Strom kann vermittels des Relais *r* die Ausschaltverzögerung des Schalters *s* verändern. (D. R. P. Nr. 277 967.)

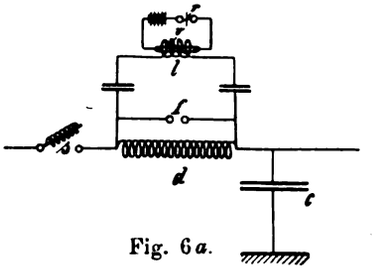


Fig. 6*a*.

Vereins-Nachrichten.

Chronik des Vereines.

22. April 1914. — Ausschußsitzung. Tagesordnung: 1. Verifizierung des Protokolls der letzten Ausschußsitzung. 2. Einlauf. 3. Beschlußfassung über den Satzungsentwurf für Zweigvereine. 4. Angelegenheit des Brünner Zweigvereines. 5. Verschiedenes. 6. Aufnahme neuer Mitglieder.

4. und 18. Mai 1914. — Sitzung des Theatervorschriften-Komitees. Tagesordnung: Beratung des Neuentwurfes der Theatervorschriften.

9., 18. und 24. Juni, 2., 7. und 14. Juli 1914. — Sitzung des Elektrizitätsgesetz-Komitees. Tagesordnung: Beratung des Elektrizitätsgesetzentwurfes.

25. Juni 1914. — Sitzung des Finanz- und Wirtschafts-Komitees. Tagesordnung: 1. Vorlage des neuen Vertragsentwurfes mit der Druckerei der Vereinszeitschrift. 2. Verschiedenes.

7. Juli 1914. Trauersitzung des Ausschusses anläßlich des Ablebens des Protektors unseres Vereines, Sr. kais. u. königl. Hoheit Erzherzog Franz Ferdinand.

24. September 1914. — Ausschußsitzung. Tagesordnung: 1. Verifizierung des Protokolls der letzten Ausschußsitzung. 2. Einlauf. 3. Beschlußfassung betreffend Weitererscheinen der Vereinszeitschrift. 4. Kriegsfürsorgeangelegenheiten. 5. Verschiedenes. 6. Aufnahme neuer Mitglieder.

26. September, 30. Oktober 1914. — Sitzung des Kriegsfürsorge-Komitees.

18. Dezember 1914. — Ausschußsitzung. Tagesordnung: 1. Verifizierung des Protokolls der letzten Ausschußsitzung. 2. Einlauf. 3. Bericht des Kriegsfürsorge-Komitees. 4. Beschlußfassung über die Angliederung des Brünner Vereines. 5. Verschiedenes. 6. Aufnahme neuer Mitglieder.

Zweigverein Brünn.

In der letzten Sitzung des Elektrotechnischen Vereines Brünn gedachte der Obmann des Hinscheidens des Vereinsmitgliedes Herrn Ing. Hermann Jankowsky, Direktor und Verwaltungsrat der A. G. für Maschinenbau, vorm. Brand & Lhuillier, Brünn.

Der Zweigverein hat aus seinen ganz bescheidenen Mitteln den Betrag von K 1200 an Kriegsanleihe gezeichnet. Der Obmann verteilte in der Sitzung den Aufruf des Stammvereines über die Kriegs- und Fürsorgeaktion, mit der Bitte um Unterstützung durch die einzelnen Mitglieder.

Kriegsanleihe.

Bis zum 20. Dezember liefen bei uns noch folgende Mitteilungen über die Beteiligung der elektrotechnischen Kreise bei der Kriegsanleihe ein:

Bartelmus, Donát & Co. K 10 000; kaiserlicher Rat Donát K 10 000; „Etschwerke" Bozen und Meran K 150 000; Abr. Hütt K 100; Erich Roučka K 3000; F. S., Brünn K 500; Jos. Schaschl K 3100; Städtisches Elektrizitätswerk Gablonz a. N. K 30 000; Vereinigte Telephon- und Telegraphenfabriks-A. G. Czeija, Nissl & Co. (Nachtrag zur Zeichnung von K 300 000) K 200 000; Zweigverein Brünn des E. V. in Wien K 1200.

Ferner beteiligte sich noch eine Firma mit K 4000, so daß mit dem im Hefte 50 ausgewiesenen Betrag von K 18 187 750 sich die Summe von K 18 599 650 ergibt. Die Vereinsleitung.

Schluß der Redaktion am 22. Dezember 1914.

Für die Redaktion verantwortlich: Maximilian Zinner. — Selbstverlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

[illegible] 14 1915

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 08661 4784

Digitized by Google

Digitized by Google